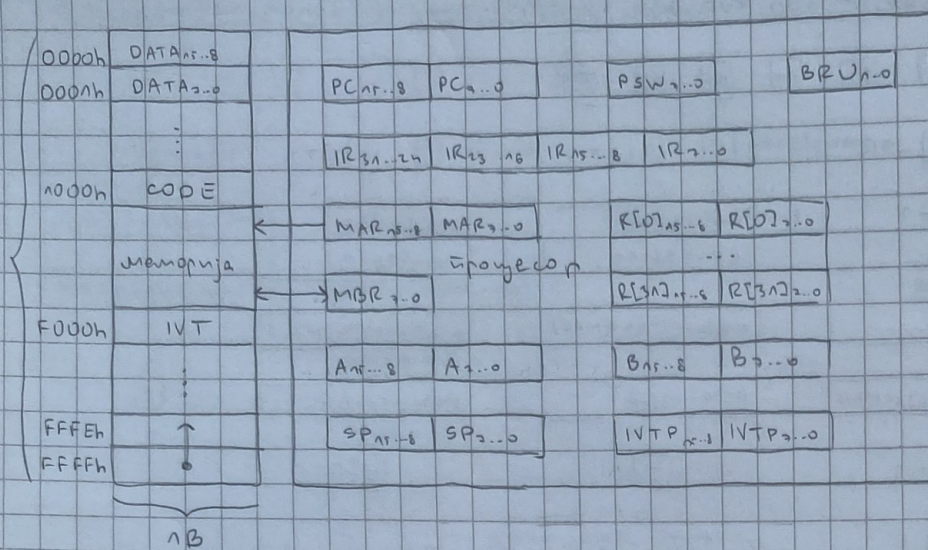


OSNOVI RAČUNARSKE TEHNIKE 2



Pripremila: Lena Joković

Архитектура рачунара - софтвер



Величина меморије $2^{16}B$, $\frac{2^{16}B}{1B} \rightarrow 2^{16} \rightarrow 16$ бита за адресу

систем расте на минималној локацији указује на прву слободну локацију

- инструкције:

условни скок: BZ: 0000 0000 | DISP

безусловни скок: JMP: 0100 0000 | HIGH | LOW

JSR: 0100 0001 | HIGH | LOW

безадресне: PUSH: 1000 0000

POP: 1000 0001

RTS: 1000 0010

RTI: 1000 0011

адресне:

LP: 1100 0000

ST: 1100 0001

ADD: 1100 0010

AND: 1100 0011

ASR: 1100 0100

JADR: 1100 0101

regdir 000 | REG

regind 001 | REG

postdecr 010 | REG

preincr 011 | REG

regindpdm 100 | REG

DISP

memdir 101 | ...

HIGH

LOW

memind 110 | ...

HIGH

LOW

immed 111 | ...

HIGH

LOW

PC: 1000h	RA: 0006h	N: 0
	R2: 0030h	Z: 0
A: 007Ch	R3: 8765h	V: 0
	Rh: 0007h	C: 0

LD → N, Z ; ADD → N, Z, V, C ; AND → N, Z ; ASR → N, Z, C

0000h	00h	0000h	h1h	1000h	00h	1000h	0Ah	1018h	00h
0001h	0Ah	0000h	00h	1001h	00h	1000h	62h	1019h	10h
0002h	00h	0000h	E3h	1002h	00h	1000h	00h	101Ah	10h
0003h	00h	0000h	13h	1003h	10h	1000h	00h	101Bh	10h
0004h	00h	0000h	00h	1004h	00h	1000h	00h	101Ch	00h
0005h	0Bh	0000h	00h	1005h	00h	1000h	00h	101Dh	00h
0006h	FFh	0000h	2Bh	1006h	00h	1000h	00h	101Eh	03h
0007h	56h	0000h	05h	1007h	00h	1000h	00h	101Fh	0Ah
0008h	hCh	...		1008h	00h	1000h	00h	1020h	84h
0009h	B8h			1009h	13h	1000h	02h	1021h	FFh
000Ah	00h			100Ah	00h	1000h	00h	...	...
000Bh	80h			100Bh	6Ah	1000h	00h		

FETCH				ADDR				EXEC						cagr. ret. mem.
agr. uhcwr.	IR	uhcwr.	PC	a. a. 00h.	a. 00h.	00h.	cagr. ret.	agr. uhcwr.	A	N	Z	V	C	
1 1000, 1001, 1002, 1003	00000010	LD(0010)	1004	0010, 0011	0000, 0001	000A	-	-	000A	0	0	0	0	-
2 1004, 1005, 1006, 1007	E3E00008	AND#0008	1008	-	-	0008	-	-	0008	0	0	0	0	-
3 1008, 1009	0013	BZ(PC)13	100A	-	-	-	-	-	0008	0	0	0	0	-
4 100A, 100B	E06A	LD+(RA)	100C	-	000E, 0009	hCB8	RA=0008	-	hCB8	0	0	0	0	-
5 100C, 100D	EAGZ	ST+(R2)	100E	-	-	-	R2=0032	0032, 0033	hCB8	0	0	0	0	MEM[0032]=hC, MEM[0033]=08
6 100E, 100F, 1010, 1011	E0A00010	LD 0010	1012	-	0010, 0011	0000	-	-	0000	0	1	0	0	-
7 1012, 1013, 1014, 1015	E2E00002	ADD#0002	1016	-	-	0002	-	-	0002	0	0	0	0	-
8 1016, 1017, 1018, 1019	E1A00010	ST 0010	101A	-	-	-	-	0010, 0011	0002	0	0	0	0	MEM[0010]=00, MEM[0011]=02
9 101A, 101B, 101C	h01000	JMP 1000	101D	-	-	-	-	-	0002	0	0	0	0	PC=1000
10 1000, 1001, 1002, 1003	E0000010	LD(0010)	1004	0010, 0011	0002, 0003	0000	-	-	0000	0	1	0	0	-
11 1004, 1005, 1006, 1007	E3E00008	AND#0008	1008	-	-	0008	-	-	0000	0	1	0	0	-
12 1008, 1009	0013	BZ(PC)13	100A	-	-	-	-	-	0000	0	1	0	0	PC=101D
13 101D, 101E	E403	ASR R4	101F	-	-	8765	-	-	E3B2	1	0	0	1	-
14 101F, 1020, 1021	E184FF	ST (R4)FF	1022	-	-	-	-	0006, 0007	E3B2	1	0	0	1	MEM[0006]=C3, MEM[0007]=B2

- Проектирање дела процесора

- величина меморије $2^{16}B$, $\frac{2^{16}B}{16} \rightarrow 2^{16} \rightarrow 16$ бита за адресу

- подаци $2B \rightarrow$

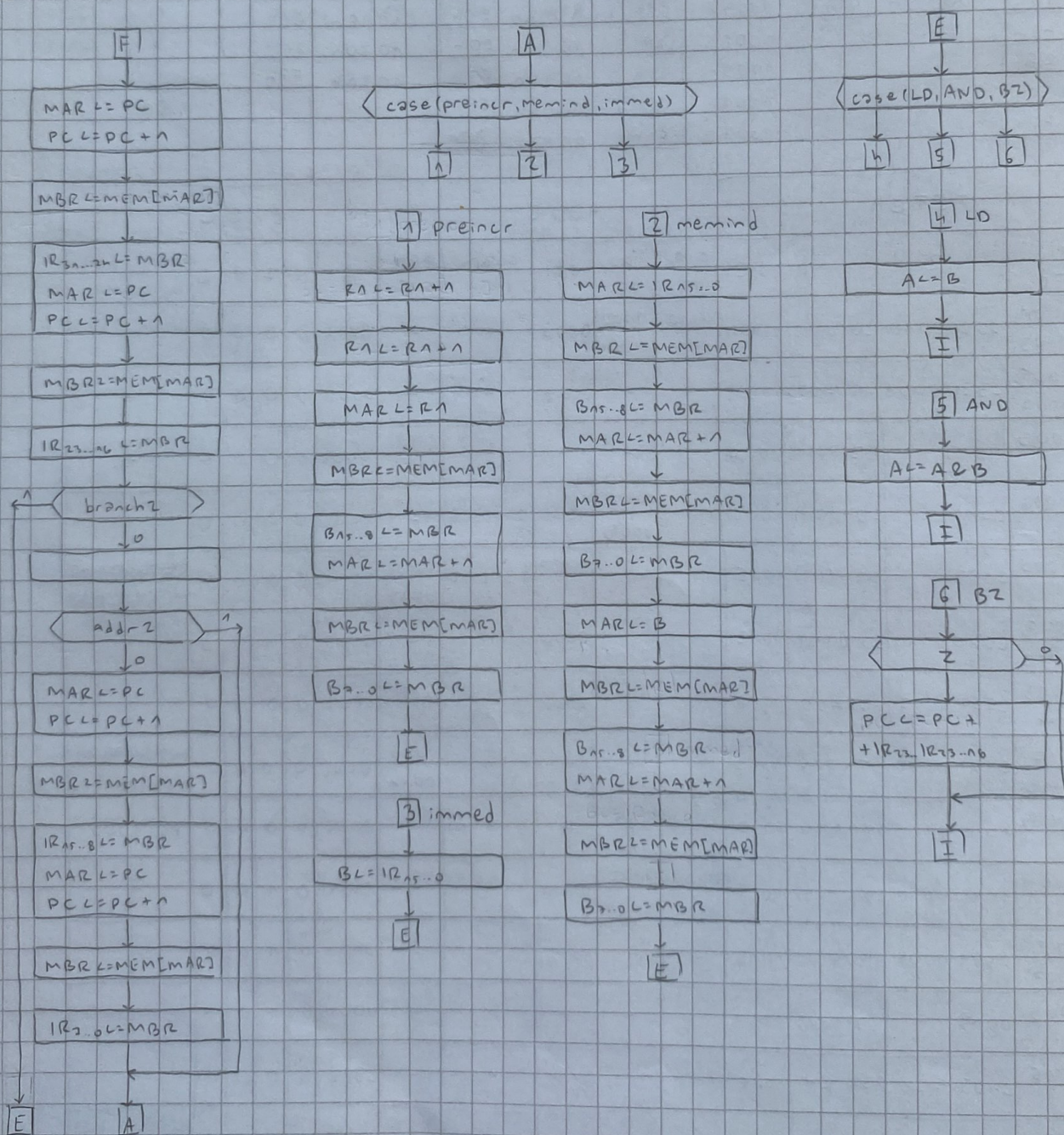
0	high	12h
1	low	34h

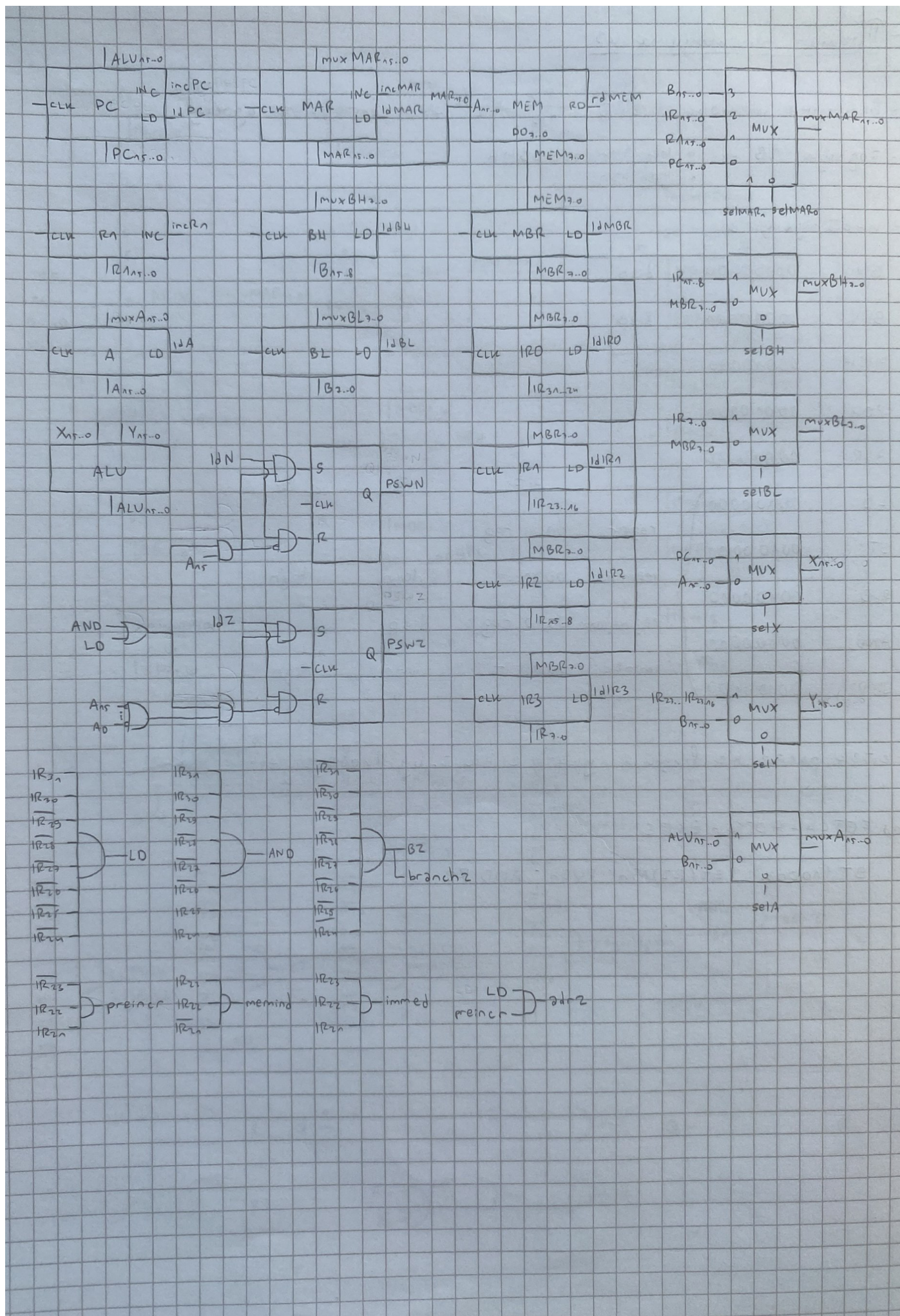
- стил расте на нивним, указује на слободу $\rightarrow$

0	*
1	...

FETCH + ADDR + EXEC

LD (0010) ; AND #0008 ; BZ (PC)13 ; LD + (R1)





Пример компоновки к3:

- величина памяти $2^{16}B$, $\frac{2^{16}B}{1B} \rightarrow 2^{16} \rightarrow 16$ битов за адресу

- подаци 2B $\rightarrow$

0	low 3hh
1	high 12h

 $\rightarrow 123hh$

- инструкции:

	1.	2.	
BN:	00000000	disp	
BNV:	00000001	disp	
PUSH:	00010000		
POP:	00010001		
ASR:	00010010		
LD:	00100000	2.	3.
ST:	00100001	4.	
SUB:	00100010		
AND:	00100011		
JMP:	00100100		

regdir	0000	reg	
memind:	0001	low	high
regindpom:	0010	reg	disp
immed:	0011	low	high

- степен расте на бинарним, указује на прву слободну $\rightarrow$

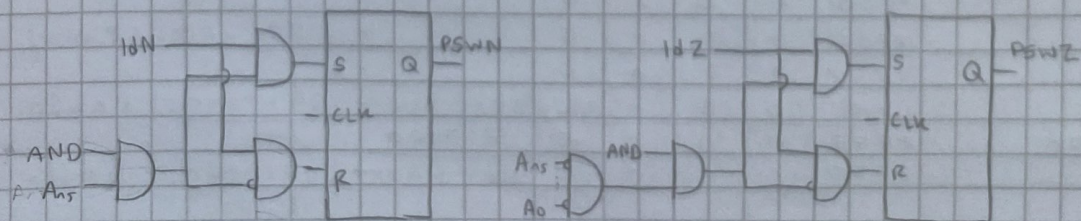
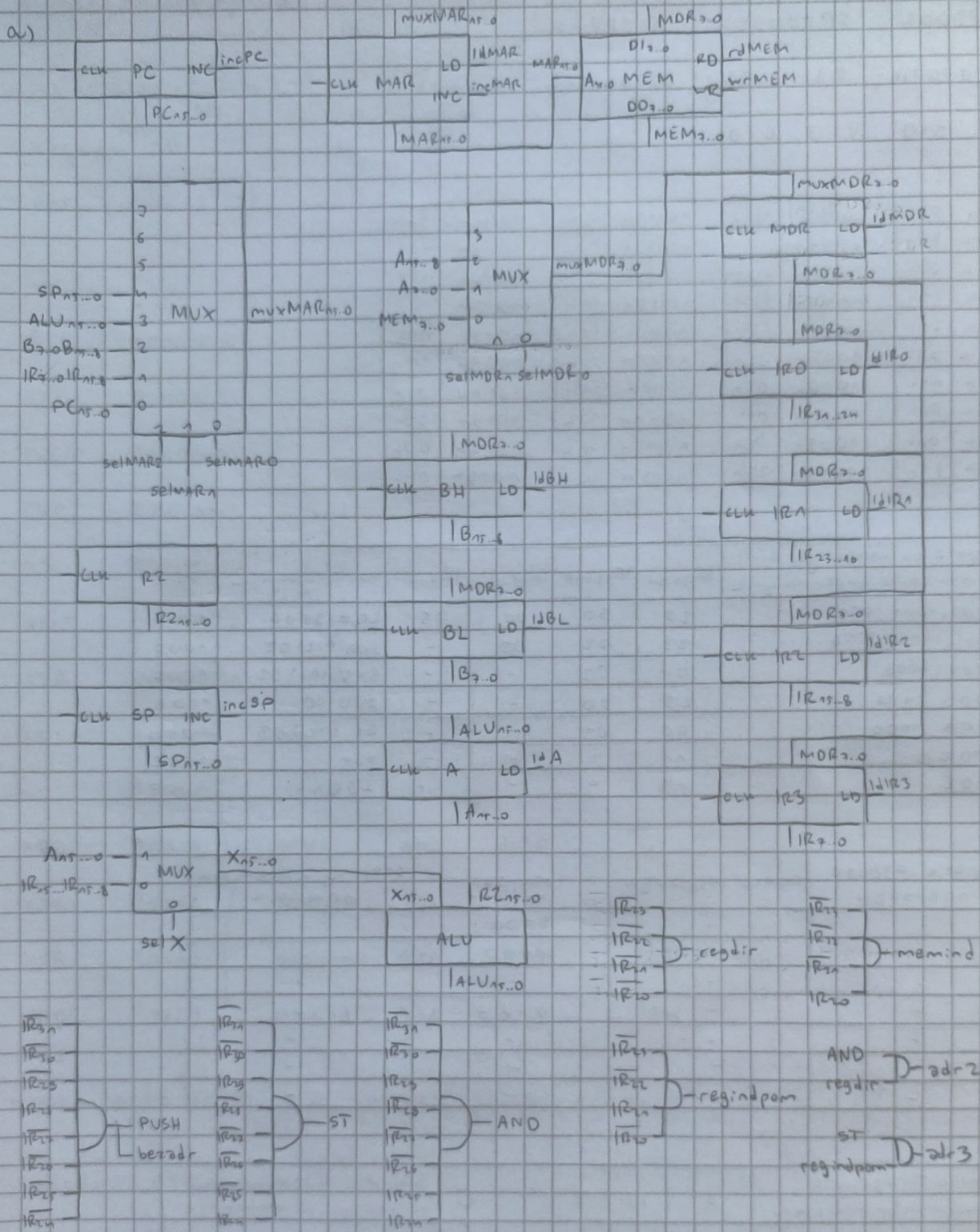
...

 ↓

a) FETCH + ADDR + EXEC

ST(1000h); ST(R2)13h; PUSH; AND R2

a)



8) PC=1000h; SP=0002h; A=FFFFh

RO=0100h; R1=1018h; R2=101Ah

N=0; Z=0; V=0; C=0

0000h	FEh	1000h	20h	100Ah	00h	1014h	24h
0001h	FFh	1001h	30h	100Bh	00h	1015h	10h
0002h	00h	1002h	00h	100Ch	03h	1016h	18h
0003h	C1h	1003h	85h	100Dh	11h	1017h	10h
0004h	21h	1004h	22h	100Eh	12h	1018h	00h
0005h	77h	1005h	22h	100Fh	10h	1019h	10h
0006h	11h	1006h	02h	1010h	21h	101Ah	00h
0007h	00h	1007h	01h	1011h	10h	101Bh	02h
0008h	0Ah	1008h	02h	1012h	1Ch	101Ch	00h
0009h	83h	1009h	23h	1013h	10h	101Dh	06h

	адресе са којима је прочитана инструкција	IR _{31..24}	IR _{23..16}	IR _{15..8}	IR _{7..0}	инструкција	PC
1	1000, 1001, 1002, 1003	20	30	00	85	LD# 8500	1004
2	1004, 1005, 1006	22	22	02	-	SUB (R2) 02	1007
3	1007, 1008	01	02	-	-	BNV (PC) 02	100B
4	100B, 100A	23	00	-	-	AND R0	100B
5	100B, 100C	00	03	-	-	BN (PC) 03	100D
6	100D	11	-	-	-	POP	100E
7	100E	12	-	-	-	ASR	100F

	адресе операнда	адресе операнда	операнд	садржај променљивих регистара
1	-	-	8500	-
2	-	101C, 101D	0600	-
3	-	-	-	-
4	-	-	0100	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-

	адресе инструкција по којима извршавања	A	N	Z	V	C	садржај променљивих регистара и меморије
1	-	8500	1	0	0	0	-
2	-	7F00	0	0	1	0	-
3	-	7F00	0	0	1	0	-
4	-	0100	0	0	1	0	-
5	-	0100	0	0	1	0	-
6	0000, 0001	FFFE	1	0	1	0	SP=0000
7	-	FFFF	1	0	1	0	-

2. Задачки (Архитектура рачунара - софтвер)

- меморија $\frac{2^{16}B}{1B} = 2^{16} \rightarrow 16 \text{ бита} \rightarrow 2B$ збуњена адресе

- подаци 2B $\rightarrow$

0	low	3hh
1	high	12h

 $\rightarrow 1234h$

- број уноза $2^2(4)$

- инструкције:

	1.	2.	3.
BNZ:	00000000	disp	
JMP:	00001000	low	high
JSR:	00001001	low	high
PUSH:	11110000		
POP:	11110001		
RTS:	11110010		
RTI:	11110011		
LD:	0001		
ST:	0010	immed	00 - low high
SUB:	0011	memdir	01 - low high
OR:	0100	regindrom	10 reg disp
ASL	0101	regdir	11 reg
JADR	0110		

- сите рабне на нивоу, указује на брзину баубењу: $\rightarrow$

0
...

 $\uparrow$

PC=1000, SP=4000, A=007C

R1=0006, R2=0008

N=0, Z=0, V=0, C=0

LD $\rightarrow$ N, Z; SUB $\rightarrow$ N, Z, V, C; OR $\rightarrow$ N, Z; ASL $\rightarrow$ N, Z, C

0000	00	000A	00	1000	10	100A	10
0001	08	000B	80	1001	02	100B	34
0002	00	000C	41	1002	00	100C	05
0003	00	000D	00	1003	2D	100D	00
0004	00	000E	E3	1004	09	100E	10
0005	07	000F	13	1005	09	100F	01
0006	00	0010	00	1006	10	1010	00
0007	56	0011	00	1007	2A	1011	F2
0008	4C	0012	03	1008	00	1012	C2
0009	B8	0013	80	1009	19	1013	E0

	адреса са којима је промишљана инструкција	IR _{25..16}	IR _{15..8}	IR _{7..0}	инструкција	PC
1	1000, 1001, 1002	10	02	00	LD #0002	1003
2	1003	2D	-	-	STR1	1004
3	1004, 1005, 1006	09	09	10	JSR 1003	1007
4	1009, 100A	19	10	-	LD (R1)10	100B
5	100B, 100C, 100D	34	05	00	SUB 0005	100E
6	100E, 100F, 1010	40	01	00	OR #0001	1011
7	1011	F2	-	-	RTS	1012
8	1007, 1008	2A	00	-	ST (R2)00	1009

	адреса операнда	адреса операнда	операнд	садржај променљивих регистара
1	-	-	0002	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	0012, 0013	8003	-
5	-	0005, 0006	0007	-
6	-	-	0001	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-

	адреса инструкција концом извршавања	A	N	Z	V	C	садржај променљивих регистара и меморије
1	-	0002	0	0	0	0	-
2	-	0002	0	0	0	0	R1=0002
3	3FFF, 3FFE	0002	0	0	0	0	PC=100B, SP=3FFE
4	-	8003	1	0	0	0	-
5	-	7FFC	0	0	1	1	-
6	-	7FFD	0	0	1	1	-
7	3FFE, 3FFF	7FFD	0	0	1	1	PC=1007, SP=4000
8	0008, 0009	7FFD	0	0	1	1	MEM[0008]=FD, MEM[0009]=7F

MEM[3FFF]=10
MEM[3FFE]=07

- Усімні 2020/2021.

- меморыя $\frac{2^{16}}{16} = 2^6 \rightarrow 16$ дымола $\rightarrow 2B$ дынна адресе

- адрасы 2B $\rightarrow$

0	high
1	low

- інструкцыі

	1.	2.	3.
JNZ:	00000000	high	low
JMP:	01000000	high	low
JSR:	01000001	high	low

PUSH: 10100000

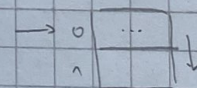
POP: 10100001

DEC: 10100010

RTS: 10100011

	1.	2.	3.	4.
LD:	11100000	memdir: 000 -	high	low
ST:	11100001	regind: 001 reg		
OR:	11100010	regindpom: 010 reg	disph	disp1
ROR:	11100011	pcrel: 011 -	disph	disp1
JADR:	11100100	immed: 100 -	high	low

- сцен расіе на бунн, гэрыіе на нольгты занызны:



1. a) $gradr = (ST + JADR) \cdot immed$

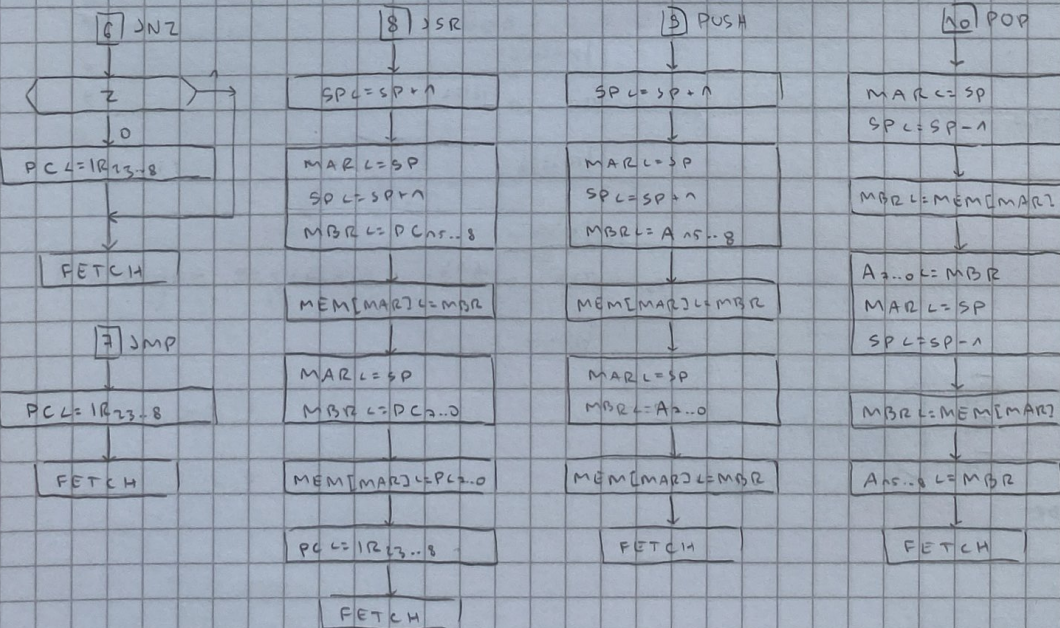
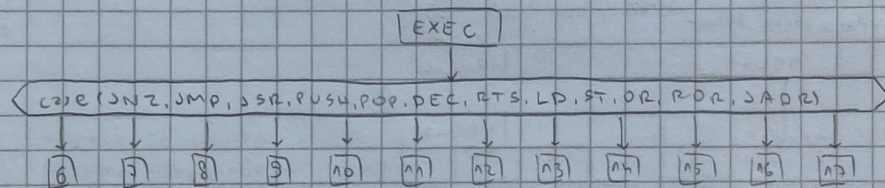
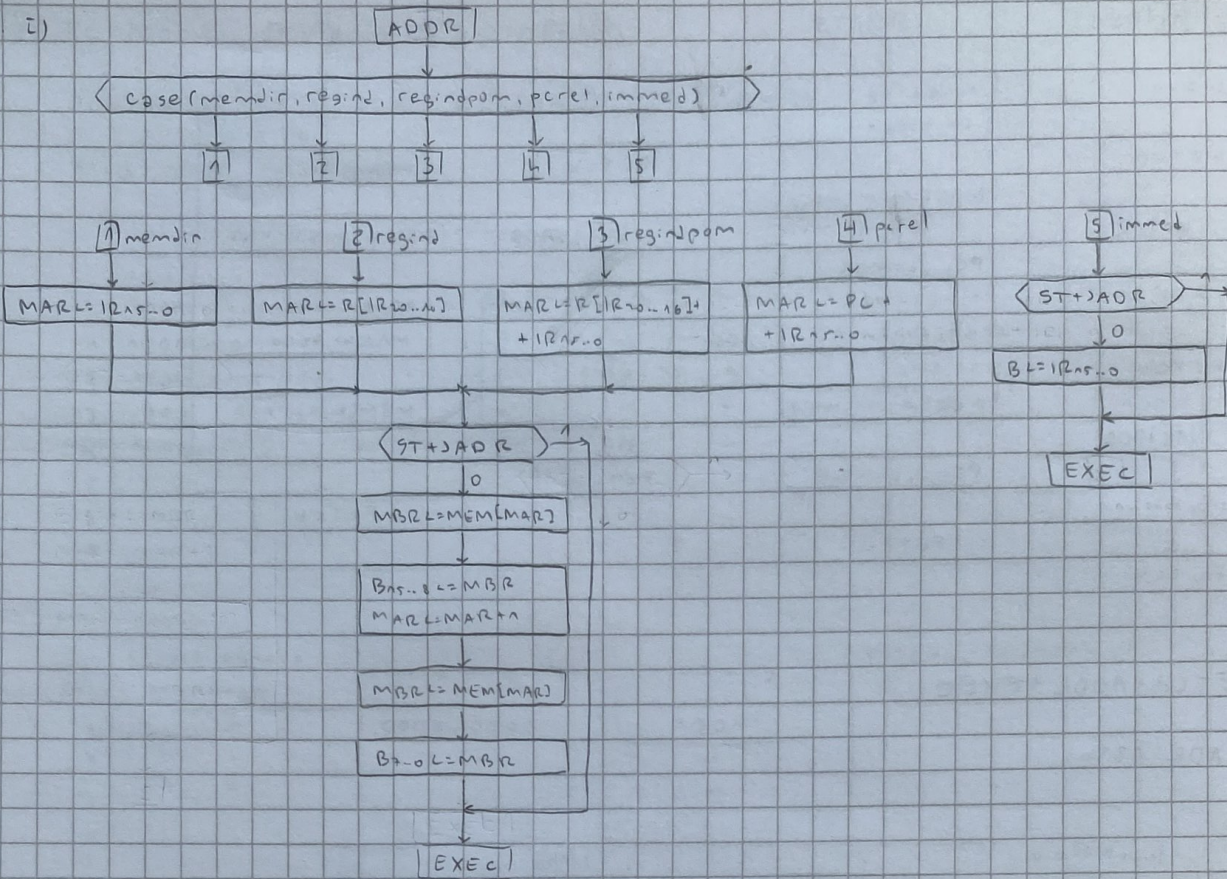
$$b) \text{ memdir} = \overline{R_{23}} \cdot \overline{R_{22}} \cdot \overline{R_{21}} \quad , \quad \text{regind} = \overline{R_{23}} \cdot \overline{R_{22}} \cdot \overline{R_{21}} \quad , \quad \text{regindpom} = \overline{R_{23}} \cdot \overline{R_{22}} \cdot \overline{R_{21}}$$

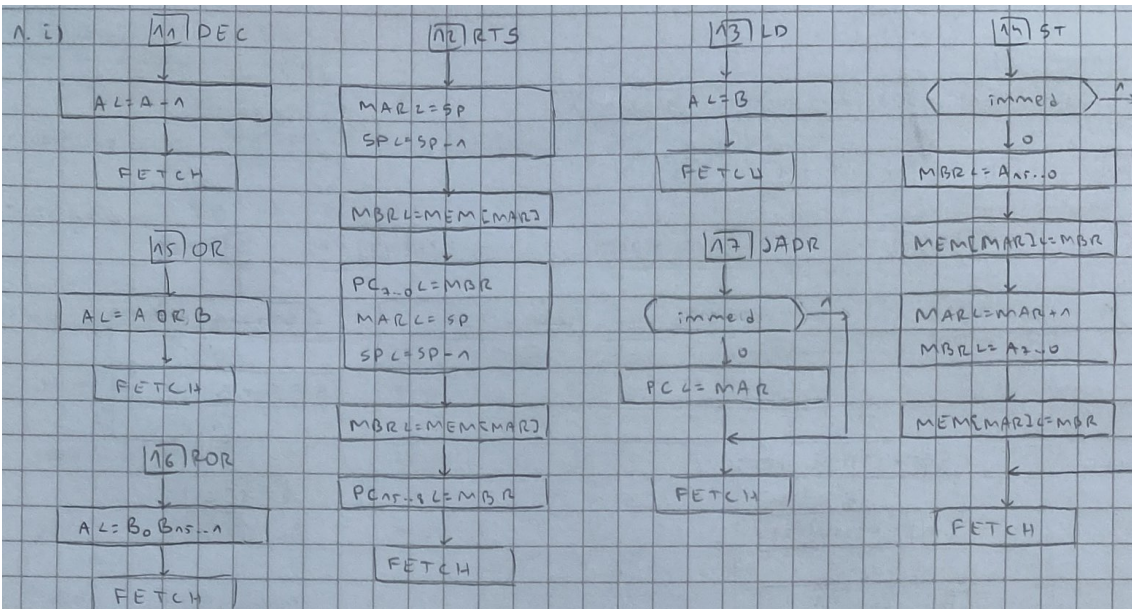
$$\text{pcrel} = \overline{R_{23}} \cdot \overline{R_{22}} \cdot \overline{R_{21}} \quad , \quad \text{immed} = \overline{R_{23}} \cdot \overline{R_{22}} \cdot \overline{R_{21}}$$

$$b) \text{ ROR} = \overline{R_{32}} \cdot \overline{R_{30}} \cdot \overline{R_{29}} \cdot \overline{R_{28}} \cdot \overline{R_{27}} \cdot \overline{R_{26}} \cdot \overline{R_{25}} \cdot \overline{R_{24}}$$

$$\text{JADR} = \overline{R_{32}} \cdot \overline{R_{30}} \cdot \overline{R_{29}} \cdot \overline{R_{28}} \cdot \overline{R_{27}} \cdot \overline{R_{26}} \cdot \overline{R_{25}} \cdot \overline{R_{24}}$$

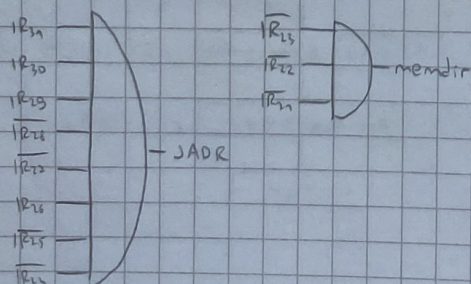
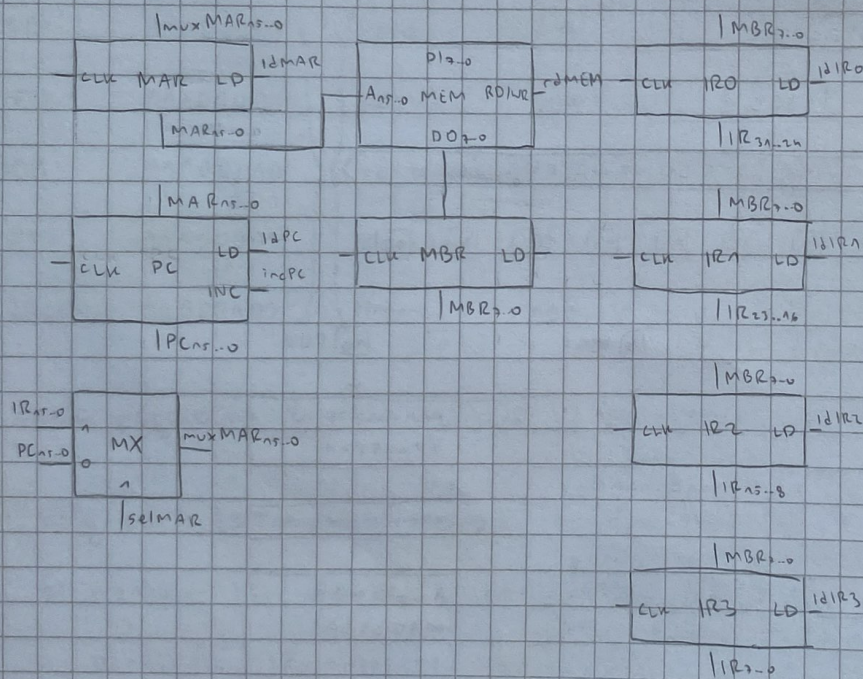
1. 2)





2. a) FETCH + ADDR + EXEC

JADR 1234h



2.8) PC=1000h, SP=2000h, ACC=0002h

R0=00F2h, R1=000Ch, R2=00A2h, R3=FFEH3h

N=0, Z=0, V=0, C=0

	адреса са којима је процешана инструкција	R _{31..24}	R _{23..16}	R _{15..8}	R _{7..0}	инструкција	PC
1	1000, 1001, 1002, 1003	E0	00	00	0A	LD 000A	1004
2	1004, 1005, 1006	00	10	03	-	JNZ 1009	1007
3	1009	A2	-	-	-	DEC	100A
4	100A, 100B	E2	30	-	-	LD 100B	100C
5							
6							
7							

	адреса операнда	адреса операнда	операнд	садржај променљиве регистра
1	-	000A, 000B	100A	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5				
6				
7				

	адреса регистра по коме извршава	A	N	Z	V	C	садржај променљиве регистра и мерорисе
1	-	100A	0	0	0	0	-
2	-	100A	0	0	0	0	PC=100B
3	-	1000	0	0	0	0	-
4							
5							
6							
7							

1/3езначи задатак

- KB 2023

- меморија $\frac{2^{16}B}{1B} = 2^{16} \rightarrow 16$ бита за адресу $\rightarrow 2B$ за адресу

0	high
1	low

- поглед на 1B

- инструкције:

	1.	2.	3.
JN:	00000000	high	low
JMP:	00100000	high	low
JSR:	00100001	high	low
PUSH:	11000000		
POP:	11000001		
ASR:	11000010		
RTS:	11000011		

		2.	3.	4.
LD:	01000000			
ST:	01000001	memdir: 000 -	high	low
STRH:	01000010	regdir: 001 reg		
STRL:	01000011	regind: 010 reg		
TST:	01000100	predc: 011 reg		
INC:	01000101	pcrel: 100 -	dhigh	dlow
JAPR:	01000110	immed: 101 -	data	
ADD:	01000111	regindpm: 110 reg	dhigh	dlow

- читач почиње на нултом, SP указује на последњу байтету. $\rightarrow$

0
...

 ↑

a) FETCH + ADDR + EXEC

INC(PC) 05h

MUX MAR_{7T.0}

$$\delta) PC = 1000, SP = 2000, A = 7F$$

$$R0 = 001H, R1 = 0015, R2 = 00A2, R3 = FFE3$$

$$N = 0, Z = 0, V = 0, C = 0$$

	адреса са којима је промишљана инструкција	$IR_{31..24}$	$IR_{23..16}$	$IR_{15..8}$	$IR_{7..0}$	инструкција	PC
1	1000, 1001, 1002	47	A0	02	-	ADD #02	1003
2	1003, 1004, 1005	44	A0	02	-	TST #02	1006
3	1006, 1007	42	21	-	-	STRH R1	1008
4	1008, 1009	46	61	-	-	JADR -(R1)	1010
5	8114	C2	-	-	-	ASR	8115
6	8115, 8116, 8117, 8118	45	00	00	00	INC 0000	8119
7	8119, 811A, 811B	00	10	00	-	JN	811C

	адреса, адреса операнда	адреса операнда	операнд	садржај променљивих регистара
1	-	-	02	-
2	-	-	02	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	R1 = 8114
5	-	-	-	-
6	-	0000	10	-
7	-	-	-	-

	адреса инструкција којом управљамо	A	N	Z	C	V	адреса, променљиве регистара и меморије
1	-	81	1	0	0	1	-
2	-	81	0	1	0	1	-
3	-	81	0	1	0	1	$R1_{15..8} = 81$
4	-	81	0	1	0	1	$PC = 8114$
5	-	00	1	0	1	1	-
6	-	11	0	0	0	0	-
7	-	11	0	0	0	0	-