

Potpogram

Potprogram

- Omogućava izdvajanje često korišćenih sekvenci naredbi
- Omogućava rešavanje problema po funkcionalnim delovima
- Poziv potprograma – prenošenje parametara
 - argumenti – konkretne vrednosti parametara
- Ulazna i izlazna tačka
- Lokalne promenljive – oblast važenja
- Dve vrste potprograma: **funkcije** i **procedure**

Primer: potprogram za NZD

```
unsigned nzd(unsigned a, unsigned b)
{
    while (a!=b)
        if (a>b)
            a = a-b;
        else
            b = b-a;
    return a;
};
```

...

```
unsigned x = 15;
unsigned y = 115;
unsigned z = nzd(x,y);
```

Primer: asemblerski potprogram za NZD

```

nzd:      UPOREDI      %2,%1
          SKOČI_ZA_ =   kraj
          SKOČI_ZA_ <  manje
veće:    ODUZMI      %2,%1
          SKOČI      nzd
manje:   ODUZMI      %1,%2
          SKOČI      nzd
kraj:    PREBACI_RR   %1,%0
          NATRAG
  
```

Funkcija:

%1 - prvi parametar

%2 - drugi parametar

%0 - rezultat

```

x:      NAPUNI      9
y:      NAPUNI      3
z:      ZAUZMI      1
  
```

```

PREBACI_NR   $12,%1
PREBACI_NR   $10,%2
POZOVI      nzd
PREBACI_RD   %0,z
  
```

```

PREBACI_DR   x,%1
PREBACI_DR   y,%2
POZOVI      nzd
PREBACI_RD   %0,z
  
```

Primer: asemblerski potprogram za NZD

```

nzd:      UPOREDI      %2, %1
          SKOČI_ZA_ =   kraj
          SKOČI_ZA_ <  manje
veće:     ODUZMI      %2, %1
          SKOČI      nzd
manje:    ODUZMI      %1, %2
          SKOČI      nzd
kraj:     PREBACI_RP  %1, (%3)
          NATRAG
  
```

Procedura:

%1 - prvi parametar

%2 - drugi parametar

%3 – adresa rezultata

```

x:      NAPUNI      9
y:      NAPUNI      3
z:      ZAUZMI      1
  
```

```

PREBACI_NR    $12, %1
PREBACI_NR    $10, %2
PREBACI_NR    $z, %3
POZOVI        nzd
  
```

```

PREBACI_DR    x, %1
PREBACI_DR    y, %2
PREBACI_NR    $z, %3
POZOVI        nzd
  
```

Broj naredbi pri pozivu potprograma

x:	NAPUNI	9
y:	NAPUNI	3
z:	ZAUZMI	1
	...	
nzd:	UPOREDI	%2,%1
	SKOČI_ZA_==	kraj
	SKOČI_ZA_<	manje
veće:	ODUZMI	%2,%1
	SKOČI	nzd
manje:	ODUZMI	%1,%2
	SKOČI	nzd
kraj:	PREBACI_RP	%1,(%3)
	NATRAG	
	...	
	PREBACI_DR	x,%1
	PREBACI_DR	y,%2
	PREBACI_NR	\$z,%3
	POZOVI	nzd

Opis i poziv

x:	NAPUNI	9
y:	NAPUNI	3
z:	ZAUZMI	1
	...	
nzd:	PREBACI_DR	x,%1
	PREBACI_DR	y,%2
	PREBACI_NR	\$z,%3
nzd1:	UPOREDI	%2,%1
	SKOČI_ZA_==	kraj
	SKOČI_ZA_<	manje
veće:	ODUZMI	%2,%1
	SKOČI	nzd1
manje:	ODUZMI	%1,%2
	SKOČI	nzd1
kraj:	PREBACI_RP	%1,(%3)

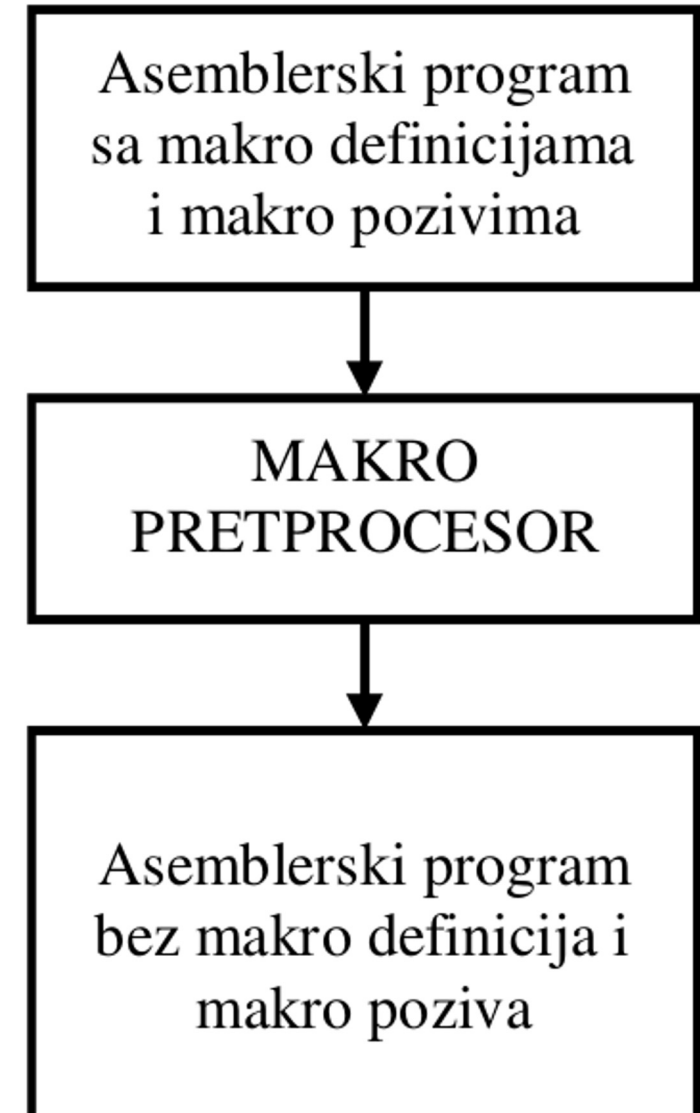
Samo opis

broj poziva	broj naredbi	broj naredbi
	kada istovremeno postoje i opis i poziv potprograma	kada se poziv potprograma zamenjuje opisom potprograma
1	13	11
2	17	22
3	21	33

Makro

Makro

- Zamena poziva definicijom
- makro poziv
- makro definicija
- makro pretprocesor
 - zamena/supstitucija



Opis makro definicija i makro poziva

veliko_slovo -> A|B|C|Č|Ć|D|Đ|E|F|G|H|I|J|K|L|M|N|O|P|R|S|Š|T|U|V|Z|Ž

ime -> veliko_slovo{veliko_slovo|cifra|_}

parametar -> labela|ime

argument -> (broj|parametar) [(+|-|*|/)] (broj|parametar)]
|registar

makro_definicija -> nova_linija ime razmak MAKRO razmak {parametar[,]}
telo nova_linija KRAJ

makro_poziv -> nova_linija [labela:] razmak ime razmak {argument[,]}

Opis makro definicija i makro poziva

Prošireno telo asemblerskog programa:

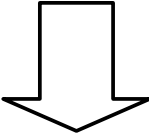
```
telo -> {direktiva  
        |osnovna_naredba  
        |naredba_prebacivanja  
        |upravljačka_naredba  
        |makro_definicija  
        |makro_poziv}
```

Primer: makro poziv - NZD

Makro definicija

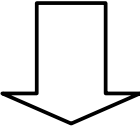
NZD	MAKRO	a, b, c
	PREBACI_DR	a, %1
	PREBACI_DR	b, %2
	PREBACI_NR	\$c, %3
nzd:	UPOREDI	%2, %1
	SKOČI_ZA_==	kraj
	SKOČI_ZA_<	manje
veće:	ODUZMI	%2, %1
	SKOČI	nzd
manje:	ODUZMI	%1, %2
	SKOČI	nzd
kraj:	PREBACI_RP	%1, (%3)
	KRAJ	

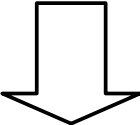
Makro poziv

	NZD	x, y, z
		
	PREBACI_DR	x, %1
	PREBACI_DR	y, %2
	PREBACI_NR	\$z, %3
nzd:	UPOREDI	%2, %1
	SKOČI_ZA_==	kraj
	SKOČI_ZA_<	manje
veće:	ODUZMI	%2, %1
	SKOČI	nzd
manje:	ODUZMI	%1, %2
	SKOČI	nzd
kraj:	PREBACI_RP	%1, (%3)

Makro unutar makroa

DVOSTRUKO NAZIV	MAKRO MAKRO OPERACIJA1 OPERACIJA2 KRAJ KRAJ	NAZIV , OPERACIJA1 , OPERACIJA2 %2 , %0 %3 , %1
--------------------	--	---

	DVOSTRUKO	SABERI_2 , SABERI , SABERI_P
		
SABERI_2	MAKRO SABERI SABERI_P KRAJ	%2 , %0 %3 , %1

	DVOSTRUKO	ODUZMI_2 , ODUZMI , ODUZMI_P
		
ODUZMI_2	MAKRO ODUZMI ODUZMI_P KRAJ	%2 , %0 %3 , %1

Uslovno asembliranje

Uslovna direktiva USLOVNO određuje pod kojim uslovom pretprocesor propušta na asembliranje

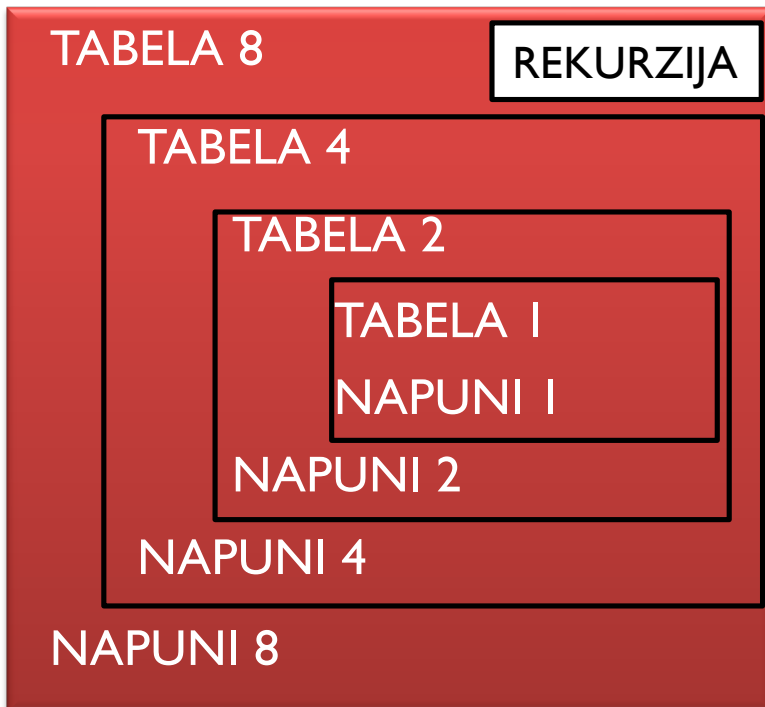
```
uslov -> (broj|parametar) (==|!=|>|<|>=|<=) (broj|parametar)
```

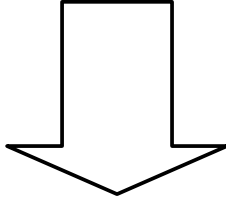
```
uslovna_direktiva -> nova_linija USLOVNO razmak uslov telo nova_linija KRAJ
```

```
telo -> {direktiva  
      |osnovna_naredba  
      |naredba_prebacivanja  
      |upravljačka_naredba  
      |makro_definicija  
      |makro_poziv  
      |uslovna_direktiva }
```

Uslovno asembliranje

TABELA	MAKRO	<code>stepen</code>
	USLOVNO	<code>stepen > 0</code>
	TABELA	<code>stepen/2</code>
	NAPUNI	<code>stepen</code>
	KRAJ	
	KRAJ	

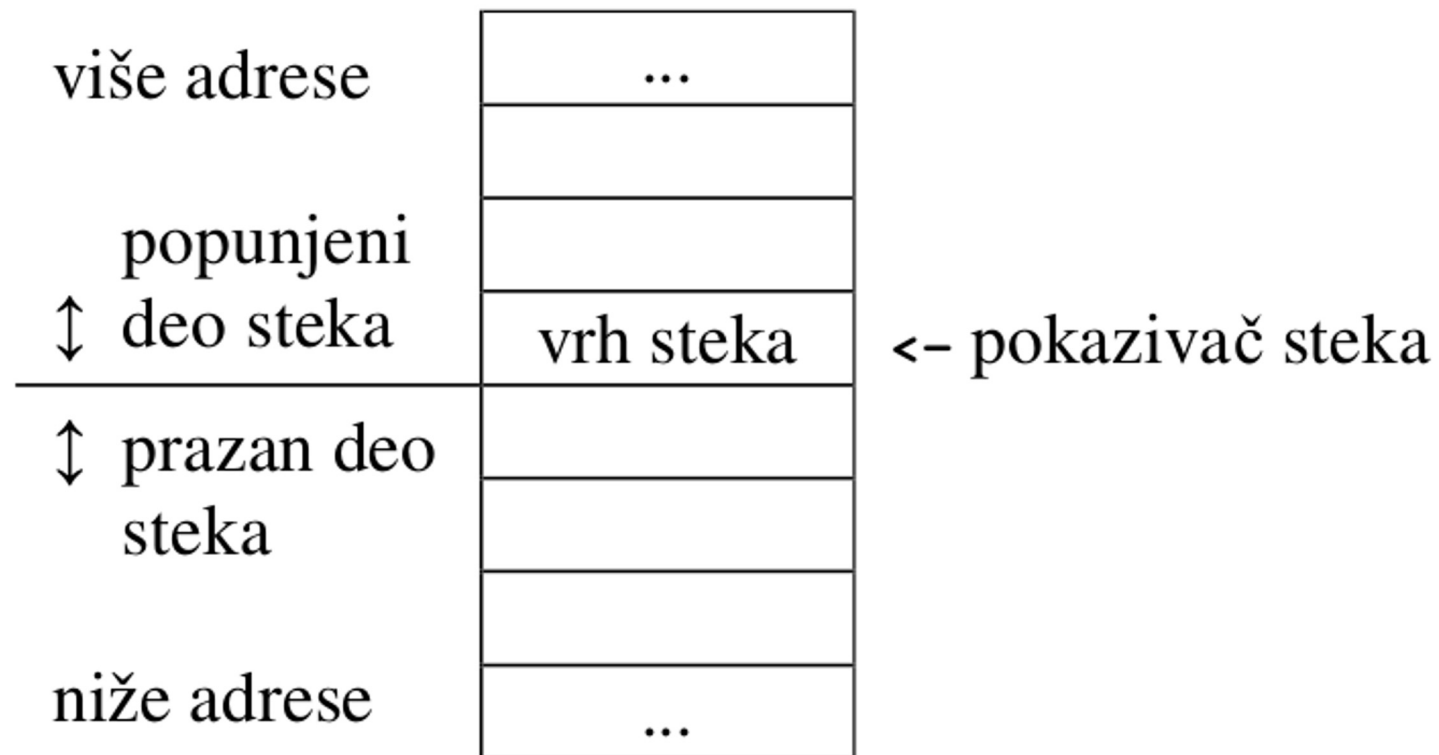


<code>stepeni:</code>	TABELA	8
		
<code>stepeni:</code>	NAPUNI	1
	NAPUNI	2
	NAPUNI	4
	NAPUNI	8

Stek

Stek

- Ugnježdjeni pozivi potprograma
- Prenošnje parametara, lokalne promenljive



Rukovanje stekom

STEK	MAKRO	veličina, pokazivač_steka
stek:	ZAUZMI	veličina
PRIPREMI_STEK	MAKRO	
	PREBACI_NR	\$stek, pokazivač_steka
	PREBACI_NR	\$veličina, %1
	SABERI	%1, pokazivač_steka
	KRAJ	
NA_STEK	MAKRO	registar
	ODBIJ_1	pokazivač_steka
	PREBACI_RP	registar, (pokazivač_steka)
	KRAJ	
SA_STEKA	MAKRO	registar
	PREBACI_PR	(pokazivač_steka), registar
	DODAJ_1	pokazivač_steka
	KRAJ	
	KRAJ	

Rukovanje stekom

STEK 0x100,%12

%12 – pokazivač steka



stek :	ZAUZMI	0x100
PRIPREMI_STEK	MAKRO	
	PREBACI_NR	\$stek,%12
	PREBACI_NR	\$0x100,%1
	SABERI	%1,%12
	KRAJ	
NA_STEK	MAKRO	registar
	ODBIJ_1	%12
	PREBACI_RP	registar, (%12)
	KRAJ	
SA_STEKA	MAKRO	registar
	PREBACI_PR	(%12),registar
	DODAJ_1	%12
	KRAJ	

Frejm

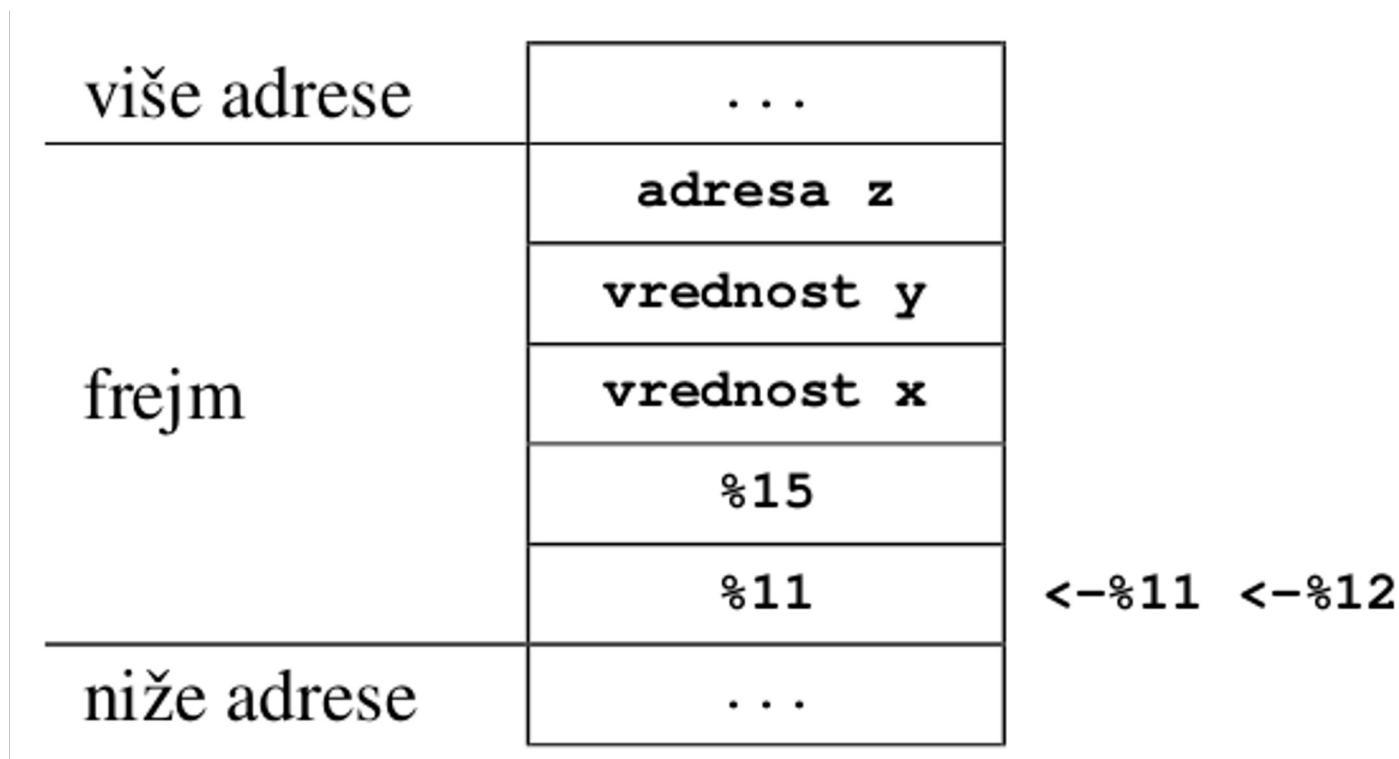
(Stek) Frejm

više adrese	...	
frejm	argument n	
	...	
	argument 2	
	argument 1	
	povratna adresa	
	pokazivač prethodnog frejma	<- pokazivač frejma
	lokalna promenljiva 1	
	...	
	lokalna promenljiva m	<- pokazivač steka
niže adrese	...	

PREBACI_IR	2 (%11) , %0
PREBACI_IR	3 (%11) , %1
UPOREDI	%1 , %0

%11 – pokazivač frejma
%12 – pokazivač steka

Primer: NZD sa stekom



Primer: NZD sa stekom

nzd(x, y, &z)

Stvaranje frejma:

x:	ZAUZMI	1
y:	ZAUZMI	1
z:	ZAUZMI	1
	...	
	PREBACI_NR	\$z, %0
	NA_STEK	%0
	PREBACI_DR	y, %0
	NA_STEK	%0
	PREBACI_DR	x, %0
	NA_STEK	%0
	NA_STEK	%15
	POZOVI	nzd
	SA_STEKA	%15
	PREBACI_NR	\$3, %0
	SABERI	%0, %12

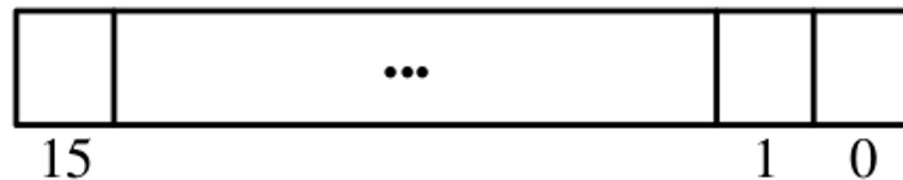
Asemblerska procedura za NZD:

nzd:	NA_STEK	%11
	PREBACI_RR	%12, %11
	PREBACI_IR	2(%11), %0
	PREBACI_IR	3(%11), %1
ponovo:	UPOREDI	%1, %0
	SKOČI_ZA_==	kraj
	SKOČI_ZA_<	manje
veće:	ODUZMI	%1, %0
	SKOČI	ponovo
manje:	ODUZMI	%0, %1
	SKOČI	ponovo
kraj:	PREBACI_IR	4(%11), %1
	PREBACI_RP	%0, (%1)
	SA_STEKA	%11
	NATRAG	

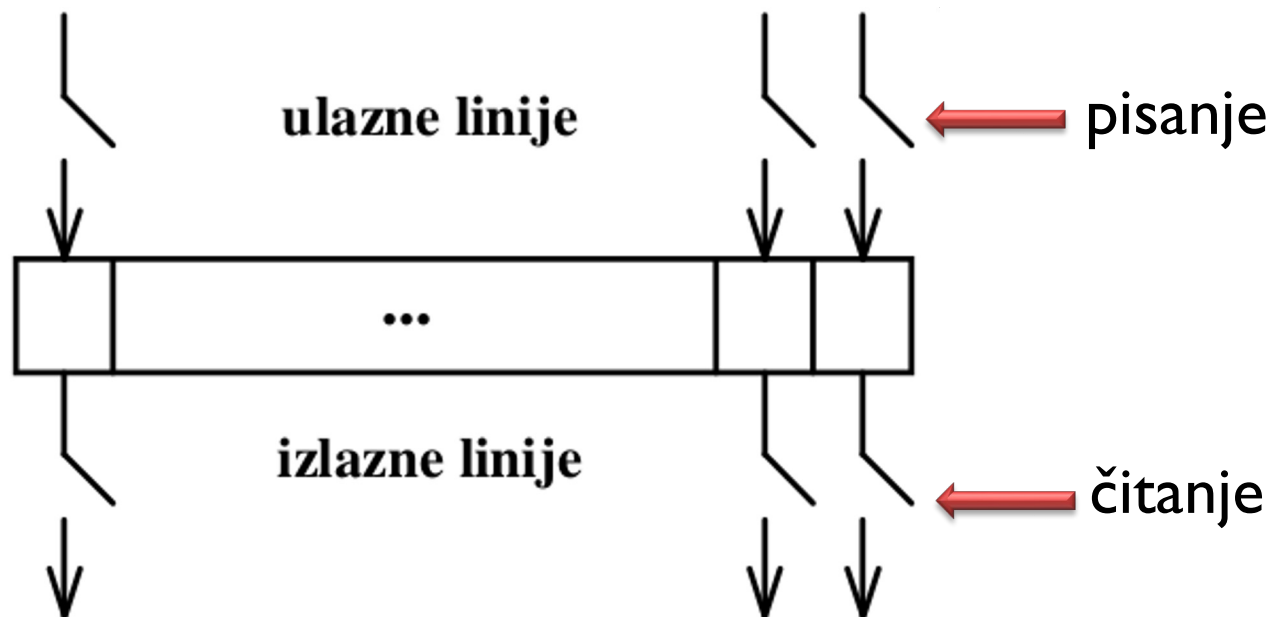
Memorija i procesor računara **Koncept**

Organizacija memorije Koncepta

Raspored bitova u lokaciji:

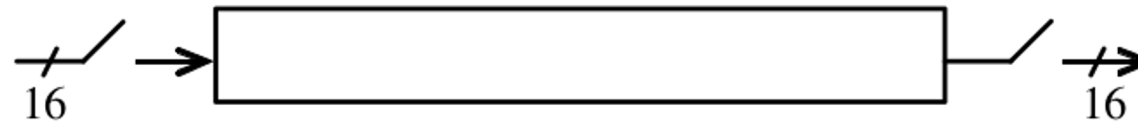


Principijelni izgled memorijske lokacije:

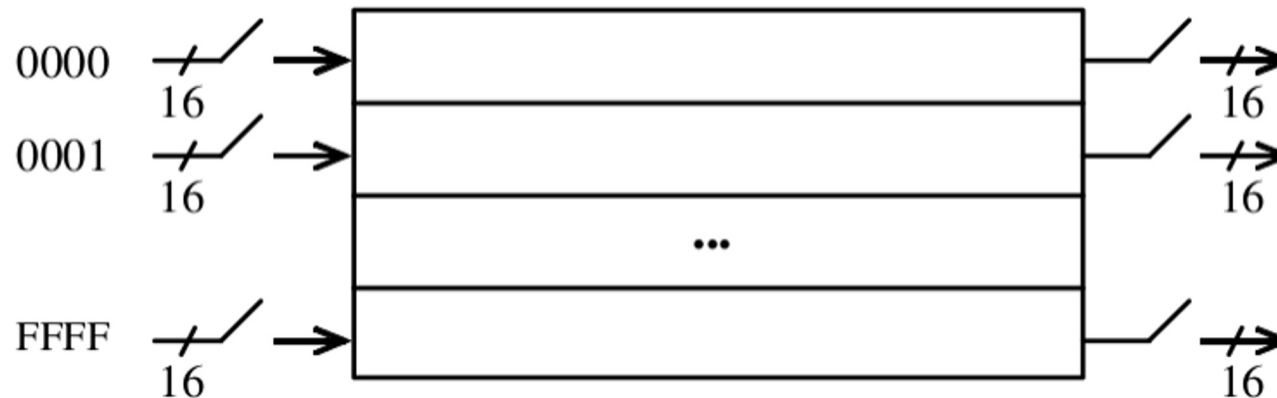


Organizacija memorije Koncepta

Svi ulazni (izlazni) prekidači imaju isto upravljanje i iste argumente
 Pojednostavljeni principijelni izgled memorijske lokacije:



Pojednostavljeni principijelni izgled memorije:



Dekodiranje adresa

- Jednoznačno upravljanje ulaznim i izlaznim prekidačima na osnovu jednoznačne adrese lokacije
- 16-bitna adresa – bitovi A_0 do A_{15} se koriste kao prekidački argumenti
- Dodatni prekidački argumenti: logičke promenljive Č i P – određuju vrstu pristupa
- Prekidačka funkcija za upis na adresu 0000_{16} :

$$P \& \sim A_{15} \& \sim A_{14} \& \sim A_{13} \& \sim A_{12} \& \sim A_{11} \& \sim A_{10} \& \sim A_9 \& \sim A_8 \& \sim A_7 \& \sim A_6 \& \sim A_5 \& \sim A_4 \& \sim A_3 \& \sim A_2 \& \sim A_1 \& \sim A_0$$

- Prekidačka funkcija za čitanje sa adrese 0000_{16} :

$$\check{C} \& \sim A_{15} \& \sim A_{14} \& \sim A_{13} \& \sim A_{12} \& \sim A_{11} \& \sim A_{10} \& \sim A_9 \& \sim A_8 \& \sim A_7 \& \sim A_6 \& \sim A_5 \& \sim A_4 \& \sim A_3 \& \sim A_2 \& \sim A_1 \& \sim A_0$$

Dekodiranje adresa

- Prekidačka funkcija za upis na adresu $000I_{16}$:

$$P \& \sim A_{15} \& \sim A_{14} \& \sim A_{13} \& \sim A_{12} \& \sim A_{11} \& \sim A_{10} \& \sim A_9 \& \sim A_8 \& \sim A_7 \& \sim A_6 \& \sim A_5 \& \sim A_4 \& \sim A_3 \& \sim A_2 \& \sim A_1 \& A_0$$

- Prekidačka funkcija za čitanje sa adrese $000I_{16}$:

$$\check{C} \& \sim A_{15} \& \sim A_{14} \& \sim A_{13} \& \sim A_{12} \& \sim A_{11} \& \sim A_{10} \& \sim A_9 \& \sim A_8 \& \sim A_7 \& \sim A_6 \& \sim A_5 \& \sim A_4 \& \sim A_3 \& \sim A_2 \& \sim A_1 \& A_0$$

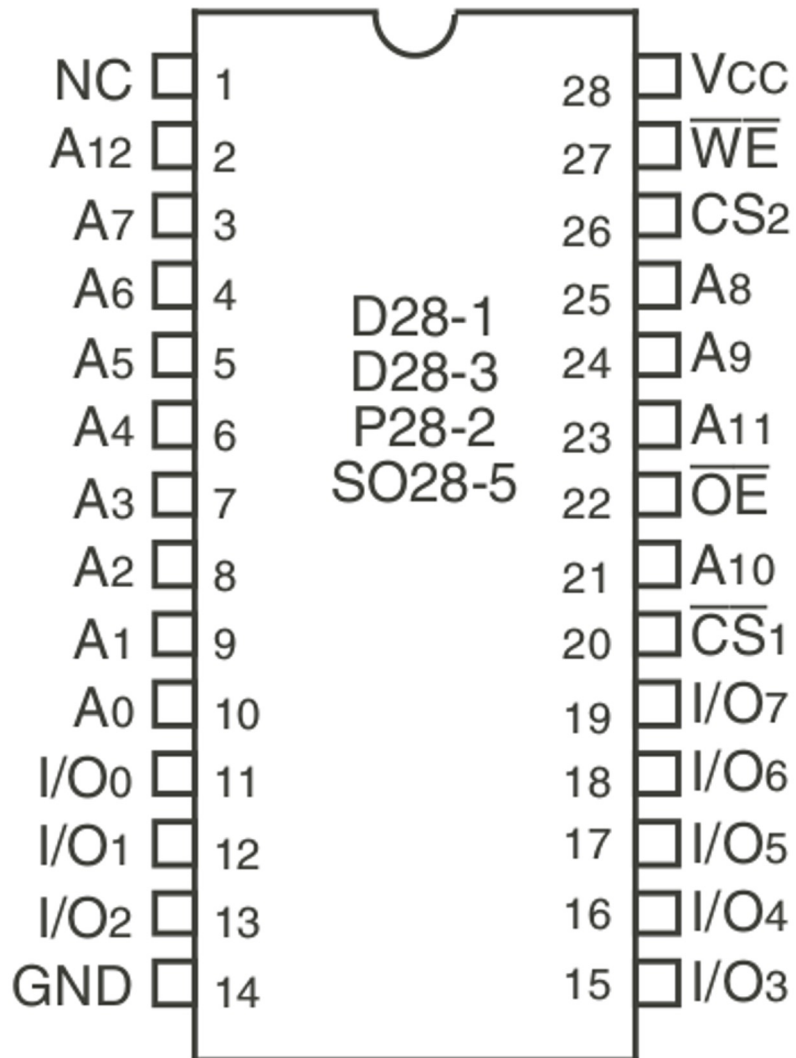
- Prekidačka funkcija za upis na adresu $FFFF_{16}$:

$$P \& A_{15} \& A_{14} \& A_{13} \& A_{12} \& A_{11} \& A_{10} \& A_9 \& A_8 \& A_7 \& A_6 \& A_5 \& A_4 \& A_3 \& A_2 \& A_1 \& A_0$$

- Prekidačka funkcija za čitanje sa adrese $FFFF_{16}$:

$$\check{C} \& A_{15} \& A_{14} \& A_{13} \& A_{12} \& A_{11} \& A_{10} \& A_9 \& A_8 \& A_7 \& A_6 \& A_5 \& A_4 \& A_3 \& A_2 \& A_1 \& A_0$$

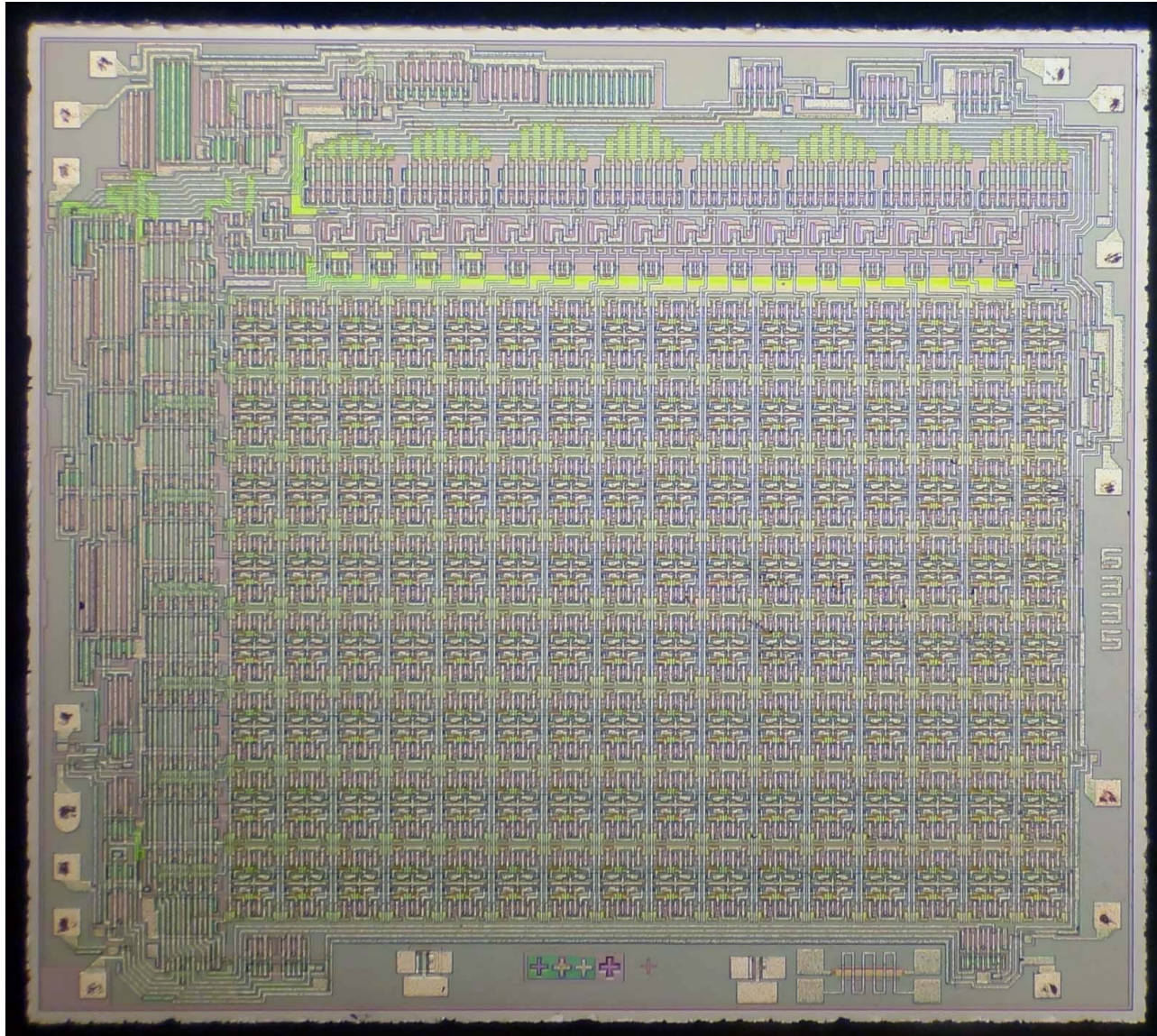
IDT7164S/L – 64Kb Static RAM



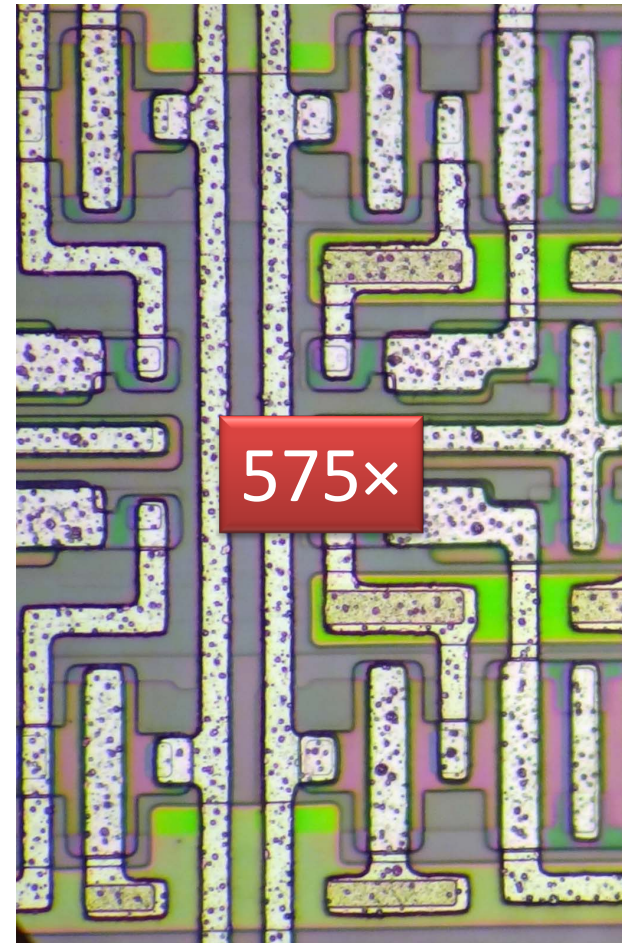
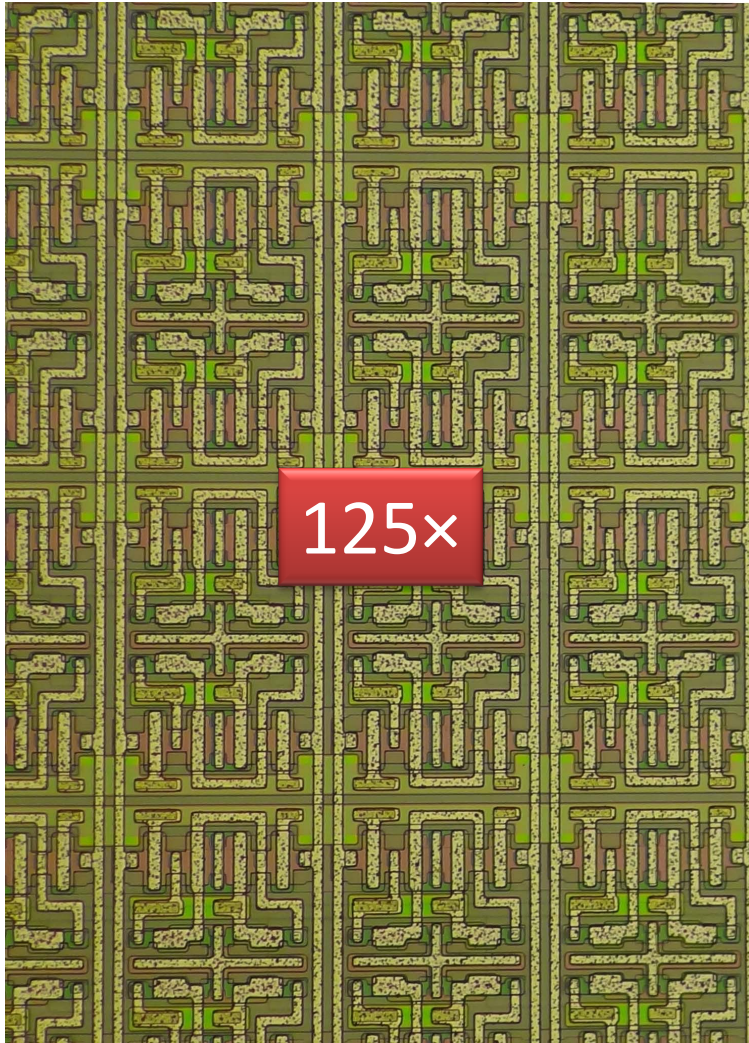
Pin Descriptions

Name	Description
A0 - A12	Address
I/O0 - I/O7	Data Input/Output
\overline{CS}_1	Chip Select
CS2	Chip Select
\overline{WE}	Write Enable
\overline{OE}	Output Enable
GND	Ground
Vcc	Power

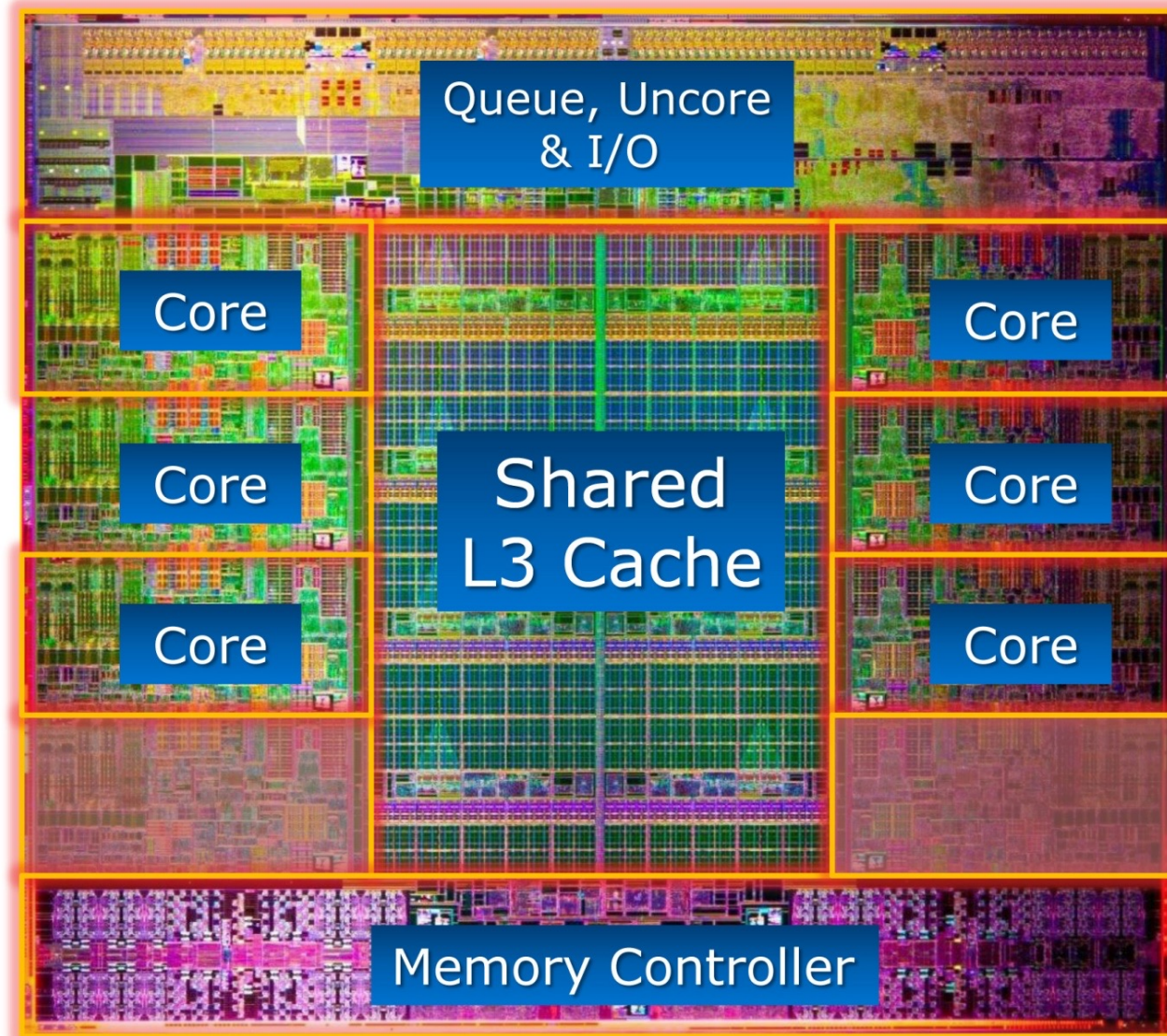
Memorija ispod mikroskopa



Memorija ispod mikroskopa



Intel i7 ispod mikroskopa



Kodiranje i mašinski formati naredbi

Podela po broju i vrsti operanada:

tip 1 – 1 ulazni reg. 1 ul./izl. reg., koriste status
SABERI, SABERI_P,
ODUZMI, ODUZMI_P, I i ILI

tip 2 – 2 ulazna registarska, koriste status
UPOREDI

tip 3 – 1 ulazno/izlazni registarski, koriste status
DODAJ_I, ODBIJ_I, NE,
LEVO i DESNO

tip 4 – PREBACI_RR

tip 5 – PREBACI_NR

tip 6 – PREBACI_DR

tip 7 – PREBACI_PR

tip 8 – PREBACI_IR

tip 9 – PREBACI_RD

tip 10 – PREBACI_RP

tip 11 – PREBACI_RI

tip 12 – 1 operand
SKOČI

tip 13 – 1 operand, koriste status
SKOČI_ZA_... (ima ih ukupno 18!)

tip 14 – 1 operand, podrazumeva %15
POZOVI

tip 15 – bez operanada, podrazumeva %15
NATRAG

Kodiranje i mašinski formati naredbi

- **Mašinski format naredbe** sadrži njen kod i njene operande, odnosno podatke koji omogućuju pristup operandima
- Mašinski format – **obavezna i dodatna reč:**

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč
				dodatna reč

- 9 vrsta operanada, 5 ulaznih i 4 izlazna
 - Kod registra – 1 hex cifra, tj. 4 bita (%0: 0000, %1: 0001...)
 - Vrednost ili adresa – 4 hex cifre, tj. 16-bitna reč

Kodovi I. tipa naredbi

10 ₁₆	SABERI
11 ₁₆	SABERI_P
12 ₁₆	ODUZMI
13 ₁₆	ODUZMI_P
14 ₁₆	I
15 ₁₆	ILI

Prva cifra je kod tipa, druga relativni kod

Samo obavezna reč

SABERI %3, %2 -> 1032₁₆

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč
				dodatna reč

Kodovi 2. tipa naredbi

20_{16} UPOREDI

Samo obavezna reč, 2 ulazna registarska operanda

UPOREDI %11,%10 \rightarrow $20BA_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 3. tipa naredbi

30_{16}	DODAJ_1
31_{16}	ODBIJ_1
32_{16}	NE
33_{16}	LEVO
34_{16}	DESNO

Samo obavezna reč, 1 ulazno/izlazni registarski operand

NE %5 \rightarrow $325x_{16}$ (npr. 3250_{16})

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč
				dodatna reč

Kodovi 4. tipa naredbi

40_{16} PREBACI_RR

Samo obavezna reč

PREBACI_RR %5, %12 -> $405C_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 5. tipa naredbi

50_{16} PREBACI_NR

Ima i dodatnu reč

PREBACI_NR \$6,%12 -> $50C_{16}$

0006_{16}

PREBACI_NR \$realan,%3 -> 503_{16}

$aaaa_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 6. tipa naredbi

60_{16} PREBACI_DR

Ima i dodatnu reč

PREBACI_DR realan, %7 $\rightarrow 607x_{16}$

$aaaa_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 7. tipa naredbi

70_{16} PREBACI_PR

Samo obavezna reč

PREBACI_PR (%5), %12 \rightarrow $705C_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 8. tipa naredbi

80_{16} PREBACI_IR

Ima i dodatnu reč

PREBACI_IR t(%2),%9 -> 8029_{16}

$aaaa_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 9. tipa naredbi

90_{16} PREBACI_RD

Ima i dodatnu reč

PREBACI_RD %8, realan $\rightarrow 908x_{16}$

$aaaa_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 10. tipa naredbi

$A0_{16}$ PREBACI_RP

Samo obavezna reč

PREBACI_RP %7,(%4) \rightarrow $A047_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč
				dodatna reč

Kodovi I I. tipa naredbi

$B0_{16}$ PREBACI_RI

Ima i dodatnu reč

PREBACI_RI %9,t(%3) -> $B093_{16}$

$aaaa_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 12. tipa naredbi

$C0_{16}$ SKOČI

Ima i dodatnu reč

SKOČI kraj $\rightarrow C0xx_{16}$

$aaaa_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi I 3. tipa naredbi

D0 ₁₆	SKOČI_ZA_== / SKOČI_ZA_N
D1 ₁₆	SKOČI_ZA_!= / SKOČI_ZA_NE_N
D2 ₁₆	SKOČI_ZA_< / SKOČI_ZA_P
D3 ₁₆	SKOČI_ZA_>= / SKOČI_ZA_NE_P
D4 ₁₆	SKOČI_ZA_>
D5 ₁₆	SKOČI_ZA_<=
D6 ₁₆	SKOČI_ZA_±_<
D7 ₁₆	SKOČI_ZA_±_>=
D8 ₁₆	SKOČI_ZA_±_>
D9 ₁₆	SKOČI_ZA_±_<=
DA ₁₆	SKOČI_ZA_M
DB ₁₆	SKOČI_ZA_NE_M
DC ₁₆	SKOČI_ZA_V
DD ₁₆	SKOČI_ZA_NE_V

Ima i dodatnu reč

SKOČI_za_== kraj -> D0xx₁₆
 aaaa₁₆

Kodovi 14. tipa naredbi

$E0_{16}$ POZOVI

Ima i dodatnu reč

POZOVI nzd $\rightarrow E0F_{16}$

$aaaa_{16}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč

Kodovi 15. tipa naredbi

$F0_{16}$ NATRAG

Samo obavezna reč

NATRAG $\rightarrow F0F_{x_{16}}$

kod tipa naredbe (4 bita)	relativni kod naredbe (4 bita)	kod 1. registra (4 bita)	kod 2. registra (4 bita)	obavezna reč dodatna reč