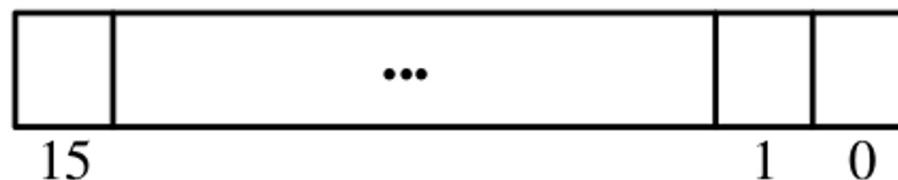


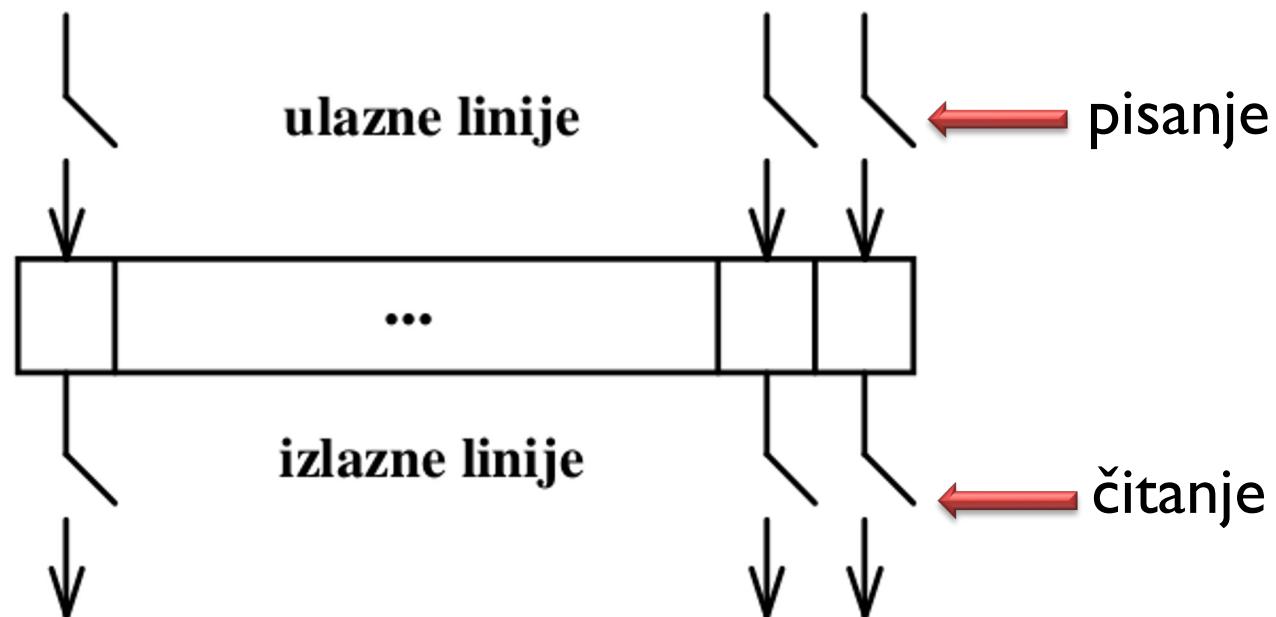
Memorija i procesor računara Koncept

Organizacija memorije Koncepta

Raspored bitova u lokaciji:

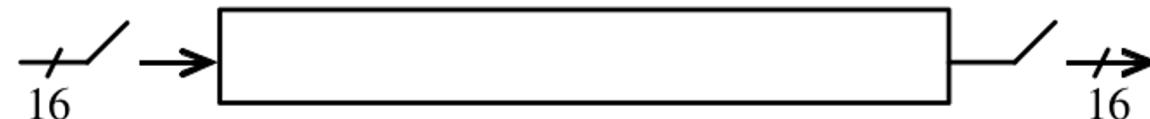


Principijelni izgled memorijske lokacije:

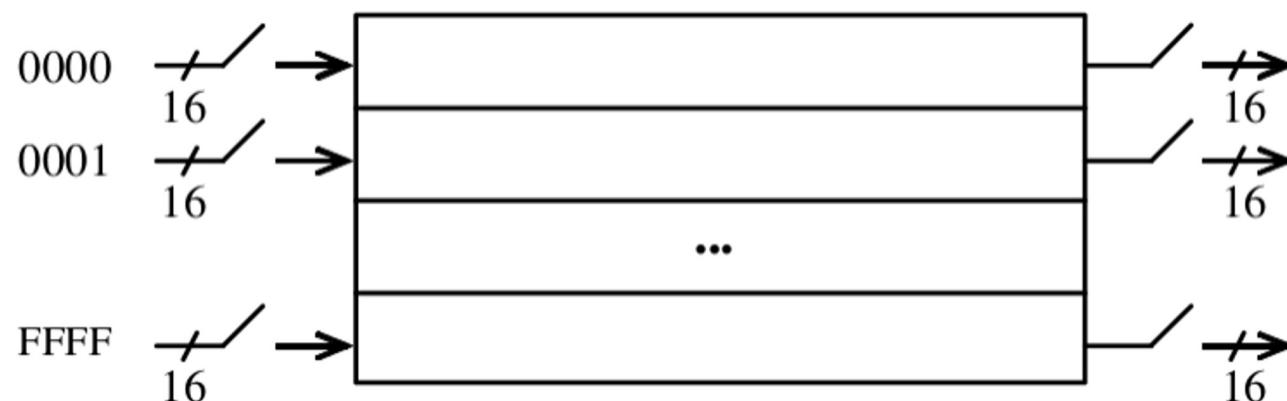


Organizacija memorije Koncepta

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 \check{C} 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 adresе 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 0001_{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 0001_{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 $FFFF_{16}$:

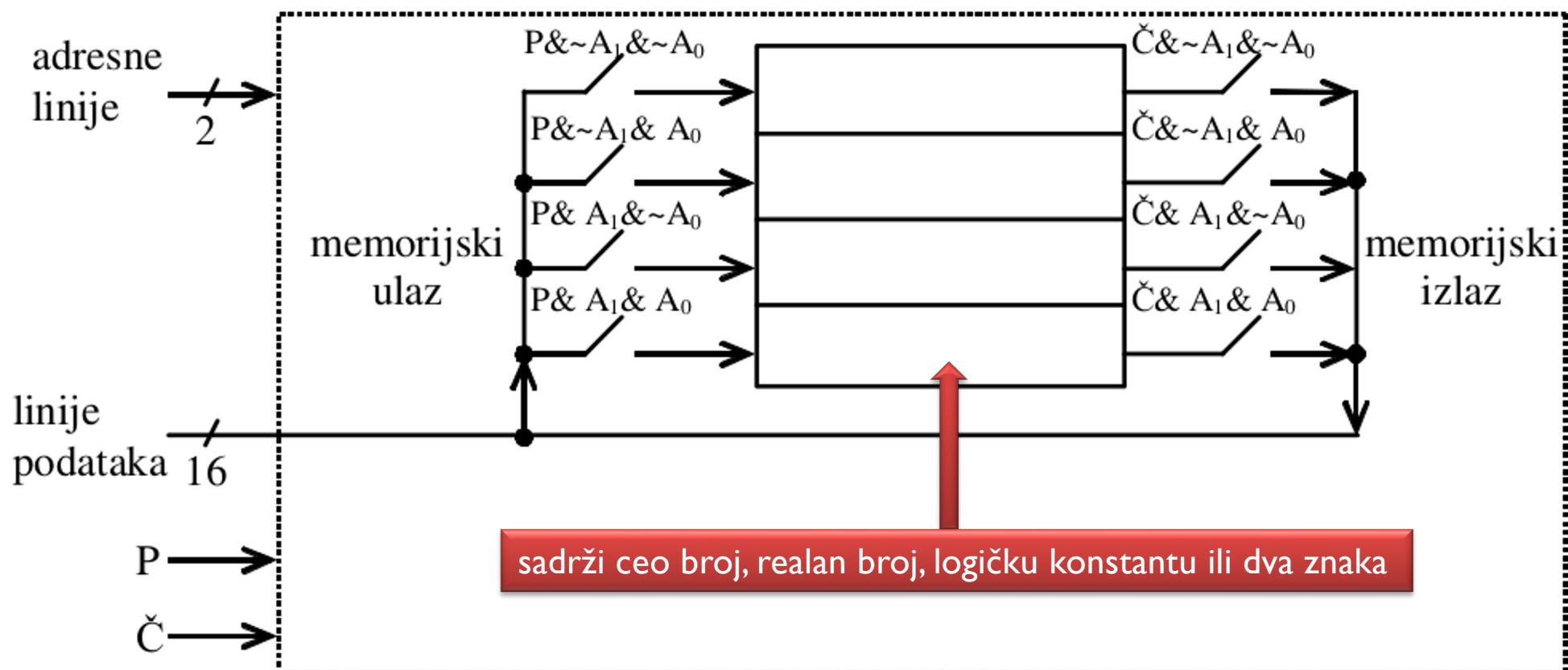
$P \& A_{15} \& A_{14} \& A_{13} \& A_{12} \& A_{11} \& A_{10} \& A_9 \& A_8 \& A_7 \& A_6 \& A_5 \& A_4 \& A_3 \& A_2 \& A_1 \& A_0$

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

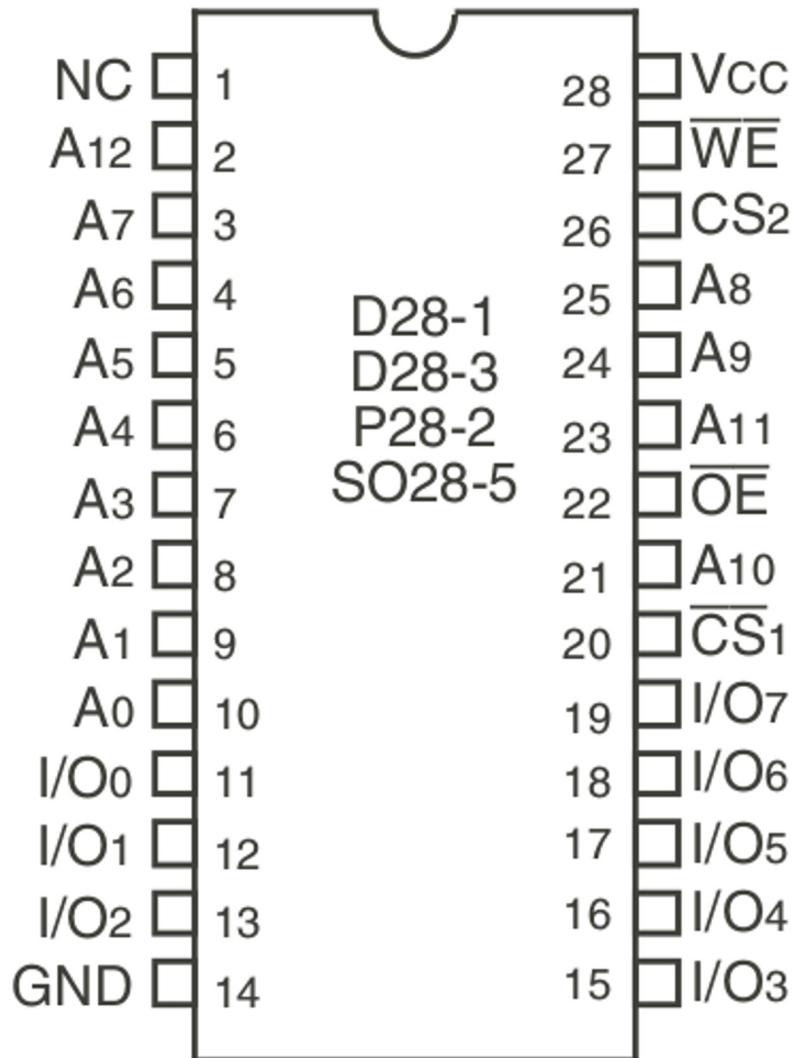
$\check{C} \& A_{15} \& A_{14} \& A_{13} \& A_{12} \& A_{11} \& A_{10} \& A_9 \& A_8 \& A_7 \& A_6 \& A_5 \& A_4 \& A_3 \& A_2 \& A_1 \& A_0$

Memorija sa 4 lokacije

Principijelni izgled memorije sa 4 lokacije:



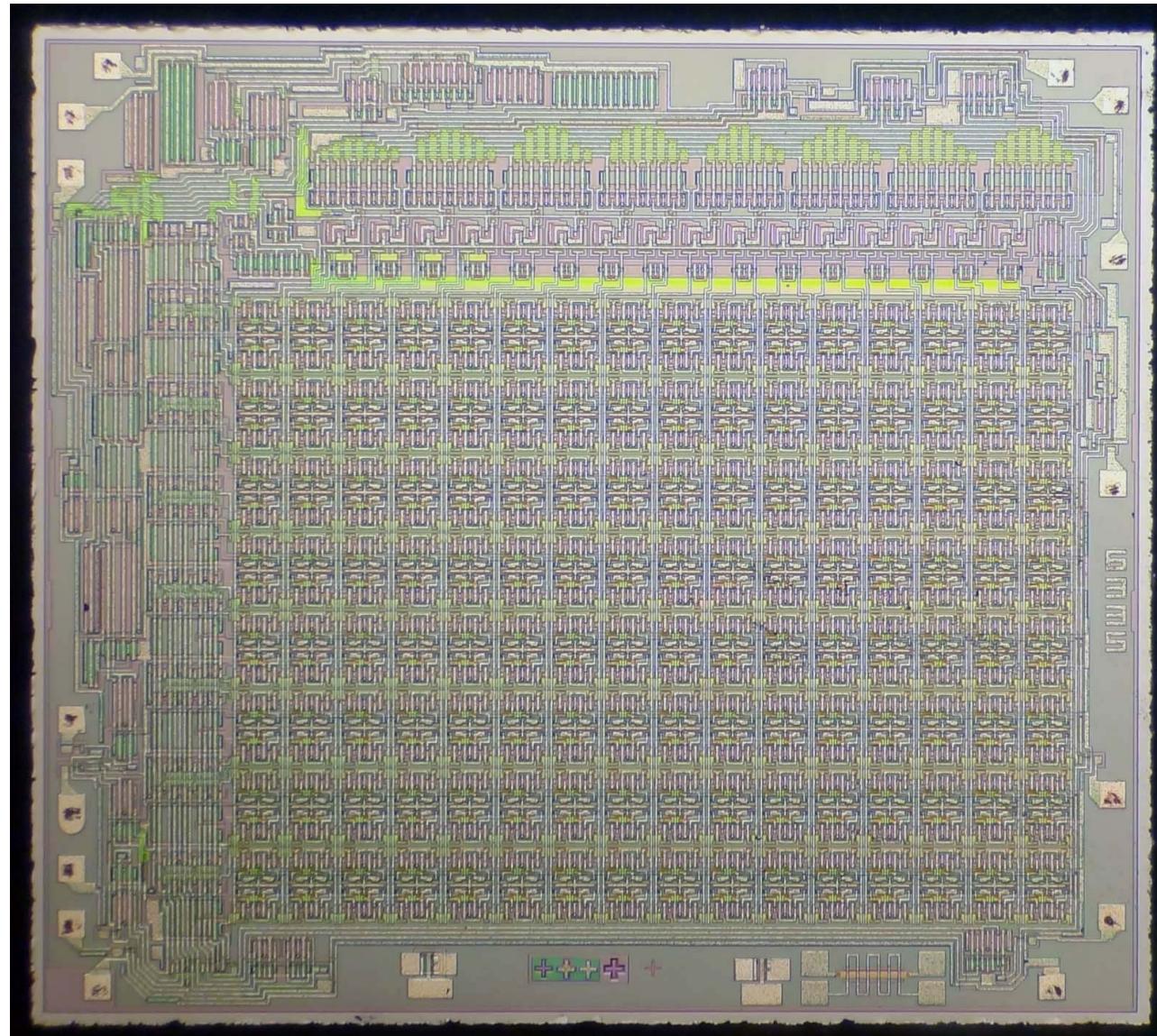
IDT7164S/L – 64Kb Static RAM



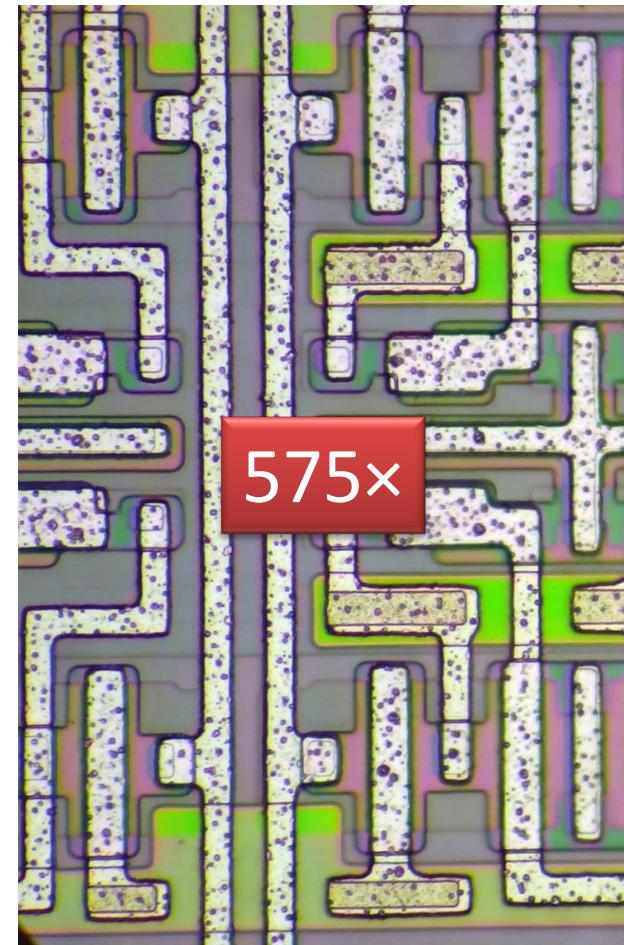
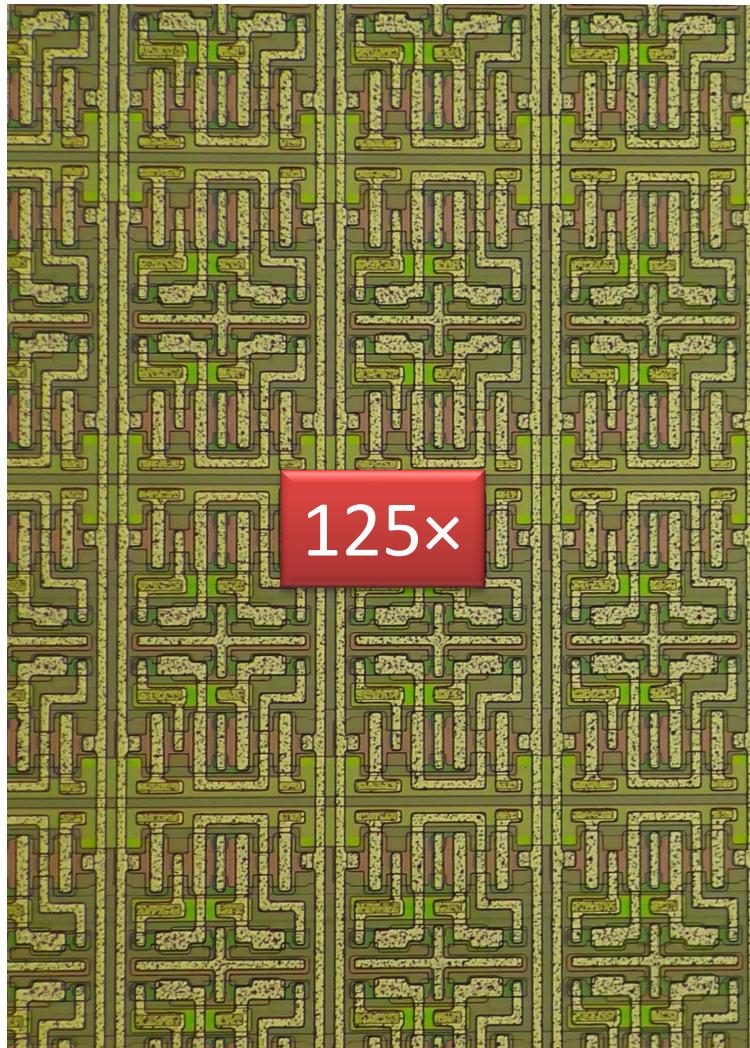
Pin Descriptions

Name	Description
A ₀ - A ₁₂	Address
I/O ₀ - I/O ₇	Data Input/Output
\overline{CS}_1	Chip Select
CS ₂	Chip Select
\overline{WE}	Write Enable
\overline{OE}	Output Enable
GND	Ground
Vcc	Power

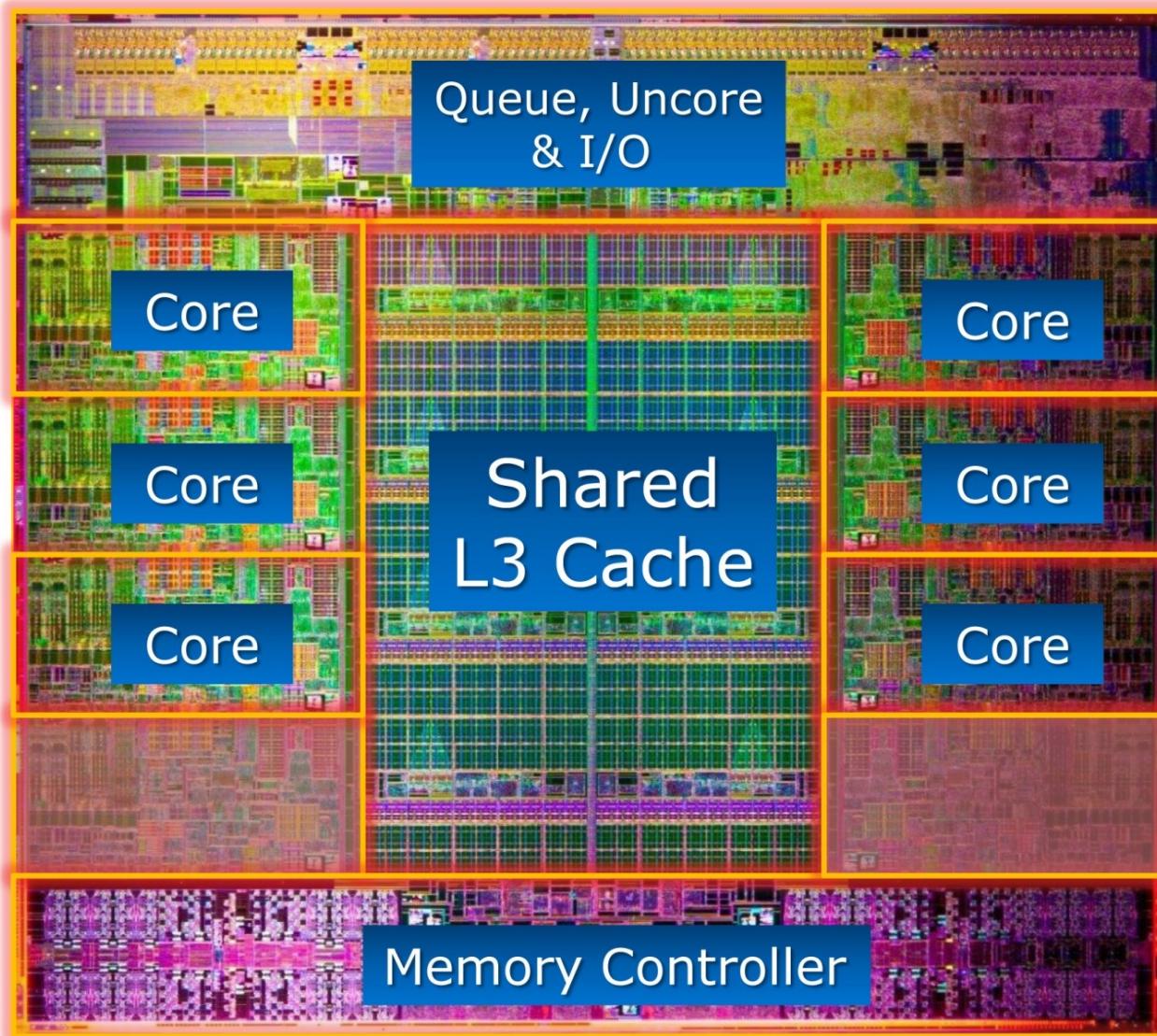
Memorija ispod mikroskopa



Memorija ispod mikroskopa



Intel i7 ispod mikroskopa



Kodiranje i mašinski formati naredbi

Podela po broju i vrsti operanada:

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

tip 2 – 2 ulazna registrska, koriste status
UPOREDI

tip 3 – 1 ulazno/izlazni registrski, 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 -> 1032_{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 2. tipa naredbi

20_{16} UPOREDI

Samo obavezna reč, 2 ulazna registrarska operanda

UPOREDI %11,%10 -> 20BA₁₆

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, I ulazno/izlazni registarski operand

NE %5 -> $325x_{16}$ (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 dodata na reč

Kodovi 4. tipa naredbi

40_{16} PREBACI_RR

Samo obavezna reč

PREBACI_RR %5, %12 -> 40C5₁₆

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

Kodovi 5. tipa naredbi

50_{16} PREBACI_NR

Ima i dodatnu reč

PREBACI_NR \$6, %12 -> 50Cx₁₆

0006₁₆

PREBACI_NR \$realan, %3 -> 503x₁₆

aaaa₁₆

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 -> $607x_{16}$

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 -> 70C5₁₆

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 -> 8092_{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

A0₁₆ PREBACI_RP

Samo obavezna reč

PREBACI_RP %7,(%4) -> A047₁₆

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

B0₁₆ PREBACI_RI

Ima i dodatnu reč

PREBACI_RI %9,t(%3) -> B039₁₆

aaaa₁₆

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

C0₁₆ SKOČI

Ima i dodatnu reč

SKOČI kraj -> C0xx₁₆

aaaa₁₆

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 13. 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_zá_== kraj -> D0xx₁₆

aaaa₁₆

Kodovi 14. tipa naredbi

$E0_{16}$ POZOVI

Ima i dodatnu reč

POZOVI nzd -> $E0Fx_{16}$

$aaaa_{16}$

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

Kodovi 15. tipa naredbi

F0₁₆ NATRAG

Samo obavezna reč

NATRAG -> F0Fx₁₆

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

Procesor računara Koncept

Kodiranje i mašinski formati naredbi

Mašinski format naredbe se sastoji od obavezne i dodatne reči:

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

Organizacija procesora KONCEPT

<u>PREBACI_NR</u>	\$3,%1
<u>PREBACI_RR</u>	%1,%2



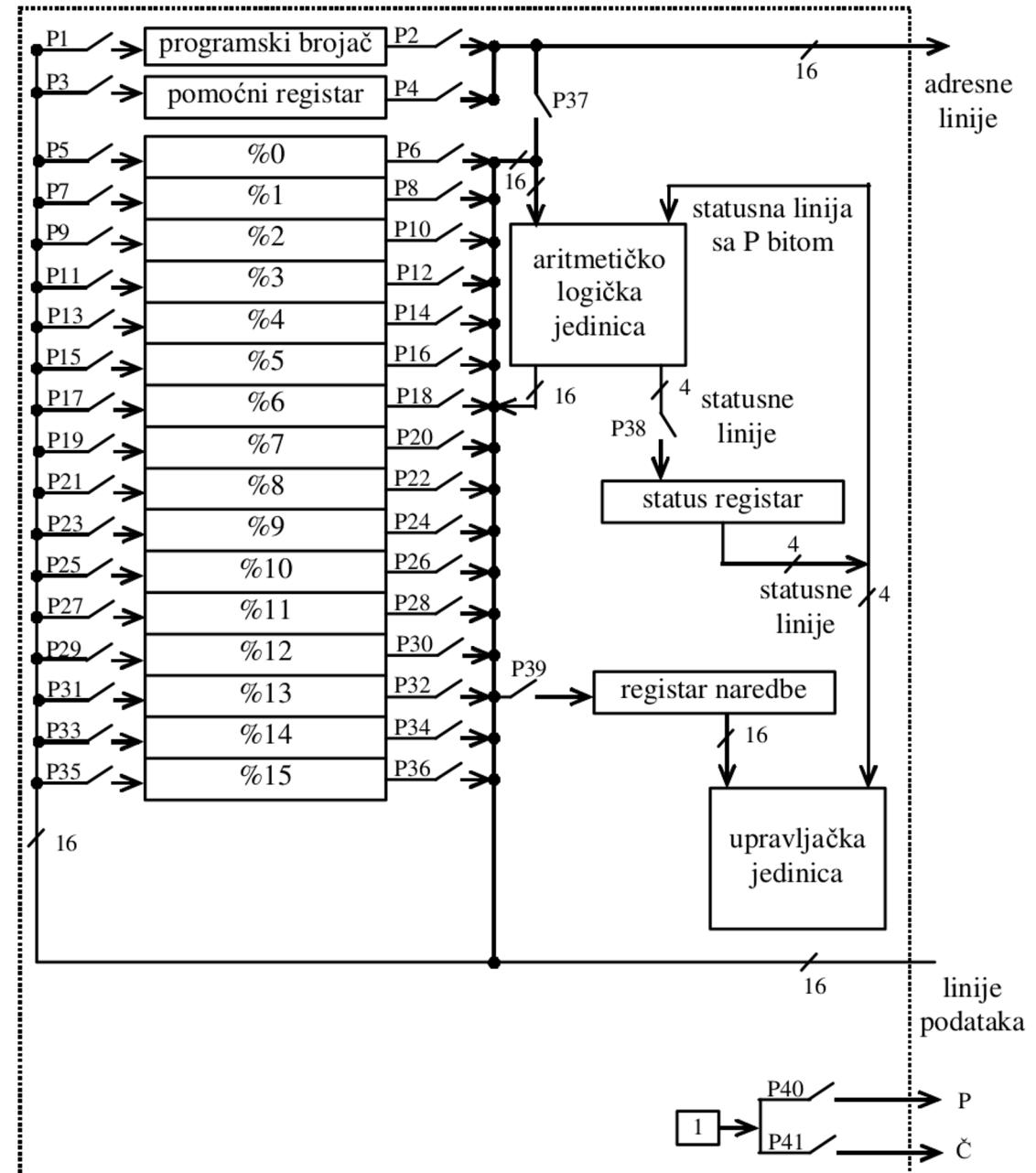
501x₁₆ (u lokaciji sa adresom n)
0003₁₆ (u lokaciji sa adresom n+1)
4021₁₆ (u lokaciji sa adresom n+2)

- Obavljanje naredbe
 - prebacivanje obavezne/dodatne reči iz memorije u procesor
 - registar naredbe
 - pomoćni registar
 - programski brojač (x86 – EIP)

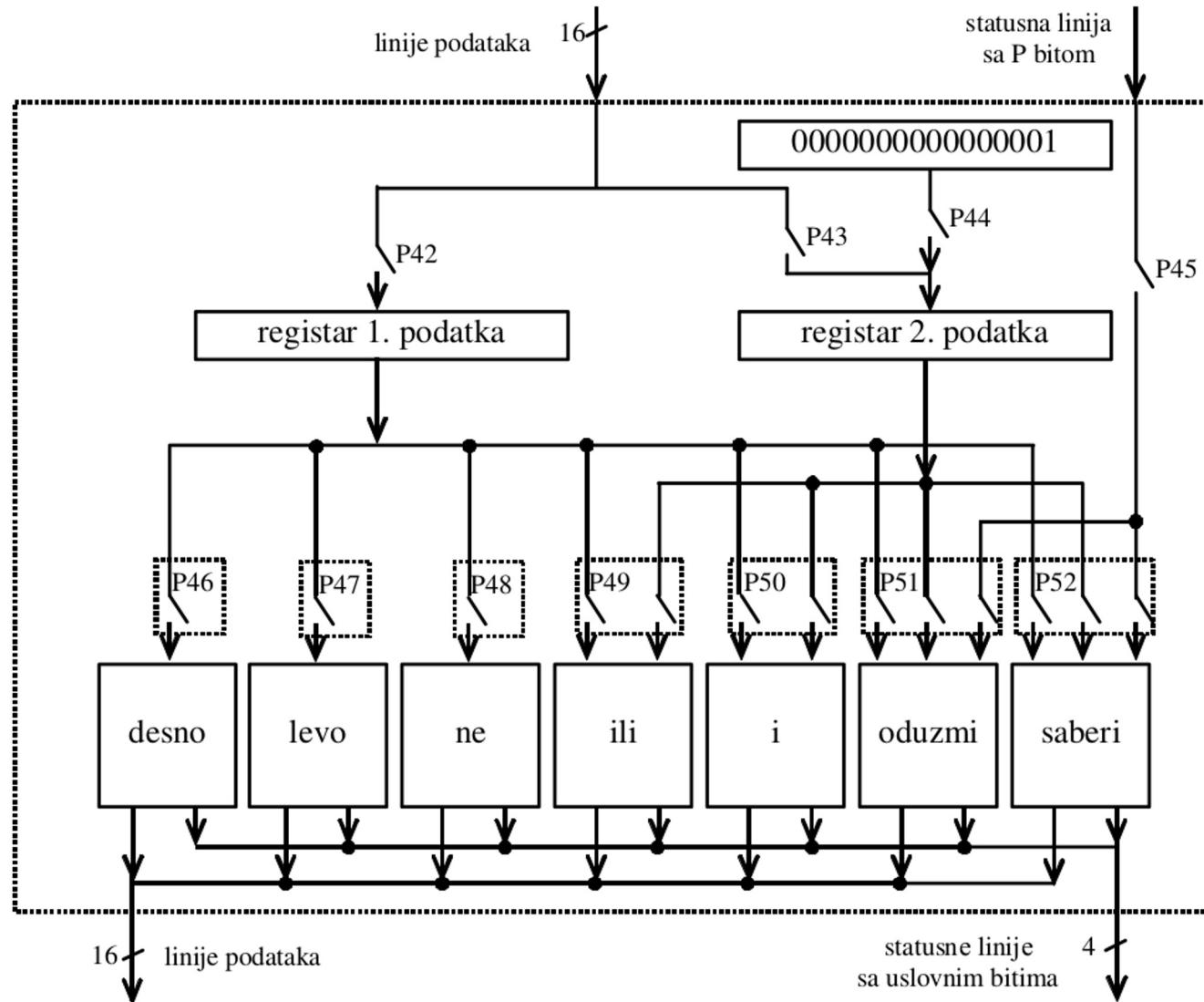
Organizacija procesora

KONCEPT

- Aritmetičko-logička jedinica
- Upravljačka jedinica
- Registri posebne namene
- Faza dobavljanja
- Faza obavljanja



Aritmetičko-logička jedinica



Upravljanje procesorom KONCEPT

- Svodi se na upravljanje prekidačima
- Faza dobavljanja:
 1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → registar naredbe (P39)
 2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
 3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → programski brojač (P1)
 - Niz elementarnih radnji – mikro-naredbe
- Mikro-programi dobavljanja i obavljanja

Mikro-program obavljanja I. tipa naredbi (SABERI[_P], ODUZMI[_P], I, ILI)

1. ciklus: $\%r_1 \rightarrow$ registar 1. podatka (P_{2r₁+6}, P42)
 2. ciklus: $\%r_2 \rightarrow$ registar 2. podatka (P_{2r₂+6}, P43)
 3. ciklus: saberi (P52)/(P52, P45)/ oduzmi (P51)/(P51, P45)/ i (P50)/ ili (P49)
linije podataka $\rightarrow \%r_1$ (P_{2r₁+5})
statusne linije \rightarrow status registar (P38)
- P42 – registar prvog podatka
 - P43 – registar drugog podatka
 - P45 – P logička promenljiva

Mikro-program obavljanja 2. tipa naredbi (UPOREDI)

1. ciklus: $\%r_1 \rightarrow$ registar 1. podatka (P_{2r₁+6}, P42)
2. ciklus: $\%r_2 \rightarrow$ registar 2. podatka (P_{2r₂+6}, P43)
3. ciklus: oduzmi (P51)
statusne linije \rightarrow status registar (P38)

- P42 – registar prvog podatka
- P43 – registar drugog podatka

Mikro-program obavljanja 3. tipa naredbi (DODAJ_I, ODBIJ_I, NE, LEVO, DESNO)

1. ciklus: $\%r_1 \rightarrow$ registar 1. podatka (P_{2r₁+6}, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
 2. ciklus: saberi (P52)/ oduzmi (P51)/ ne (P48)/ levo (P47)/ desno (P46)
linije podataka → $\%r_1$ (P_{2r₁+5})
statusne linije → status registar (P38)
- P42 – registar prvog podatka
 - P44 – konstanta u registar drugog podatka
 - P43 – registar drugog podatka

Mikro-program obavljanja 4. tipa naredbi (PREBACI_RR)

1. ciklus: $\%r_2 \rightarrow$ pomoćni registar ($P_{2r_2+6}, P3$)
2. ciklus: pomoćni registar $\rightarrow \%r_1$ ($P4, P37, P_{2r_1+5}$)

Mikro-program obavljanja 5. tipa naredbi (PREBACI_NR)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → $\%r_1$ (P_2r_1+5)
 2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
 3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → programski brojač (P1)
-
- P42 – registar prvog podatka
 - P44 – konstanta u registar drugog podatka

Mikro-program obavljanja 6. tipa naredbi (PREBACI_DR)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
 2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
 3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → programski brojač (P1)
 4. ciklus: pomoćni registar → adresne linije (P4)
1 → č (P41)
linije podataka → $\%r_1$ (P_2r_1+5)
- P42 – registar prvog podatka
 - P44 – konstanta u registar drugog podatka

Mikro-program obavljanja 7. tipa naredbi (PREBACI_PR)

1. ciklus: $\%r_2 \rightarrow$ pomoćni registar (P_{2r_2+6} , P3)
2. ciklus: pomoćni registar \rightarrow adresne linije (P4)
 $1 \rightarrow \text{č} (\text{P41})$
linije podataka $\rightarrow \%r_1 (\text{P}_{2r_1+5})$

Mikro-program obavljanja 8. tipa naredbi (PREBACI_IR)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → programski brojač (P1)
4. ciklus pomoćni registar → registar 1. podatka (P4, P37, P42)
5. ciklus $\%r_2 \rightarrow$ registar 2. podatka (P_{2r_2+6} , P43)
6. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
7. ciklus: pomoćni registar → adresne linije (P4)
1 → č (P41)
linije podataka → $\%r_1$ (P_{2r_1+5})

Mikro-program obavljanja 9. tipa naredbi (PREBACI_RD)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)

linije podataka → pomoćni registar (P3)

2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)

3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → programski brojač (P1)

4. ciklus: pomoćni registar → adresne linije (P4)
1 → p (P40)
 $\%r_1 \rightarrow$ linije podataka (P_{2r_1+6})

- P42 – registar prvog podatka
- P44 – konstanta u registar drugog podatka

Mikro-program obavljanja 10. tipa naredbi (PREBACI_RP)

-
1. ciklus: $\%r_1 \rightarrow$ pomoćni registar (P_{2r_1+6} , P3)
 2. ciklus: pomoćni registar \rightarrow adresne linije (P4)
 $1 \rightarrow p$ (P40)
 $\%r_2 \rightarrow$ linije podataka (P_{2r_2+6})

Mikro-program obavljanja II. tipa naredbi (PREBACI_RP)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → programski brojač (P1)
4. ciklus pomoćni registar → registar 1. podatka (P4, P37, P42)
5. ciklus $\%r_1$ → registar 2. podatka (P_{2r_1+6} , P43)
6. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
7. ciklus: pomoćni registar → adresne linije (P4)
1 → p (P40)
 $\%r_2$ → linije podataka (P_{2r_2+6})

Mikro-program obavljanja |2. tipa naredbi (SKOČI)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
2. ciklus: pomoćni registar → programski brojač (P4, P37, P1)

Mikro-program obavljanja | 3. tipa naredbi (SKOČI_ZA_*)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → programski brojač (P1)
4. ciklus: ? pomoćni registar → programski brojač (P4, P37, P1)

- P42 – registar prvog podatka
- P44 – konstanta u registar drugog podatka

Mikro-program obavljanja | 4. tipa naredbi (POZOVI)

1. ciklus: programski brojač → adresne linije (P2)
1 → č (P41)
linije podataka → pomoćni registar (P3)
2. ciklus: programski brojač → registar 1. podatka (P2, P37, P42)
1 → registar 2. podatka (P44)
3. ciklus: saberi (P52)
linije podataka → %15 (P35)
4. ciklus: pomoćni registar → programski brojač (P4, P37, P1)

- P42 – registar prvog podatka
- P44 – konstanta u registar drugog podatka

Mikro-program obavljanja 15. tipa naredbi (NATRAG)

1. ciklus: %15 → programski brojač (P36, P1)

Inicijalni mikro-program

- Ulazna adresa

1. ciklus: $0000_{16} \rightarrow$ adresne linije
 $1 \rightarrow$ č (P41)
linije podataka \rightarrow programski brojač (P1)

