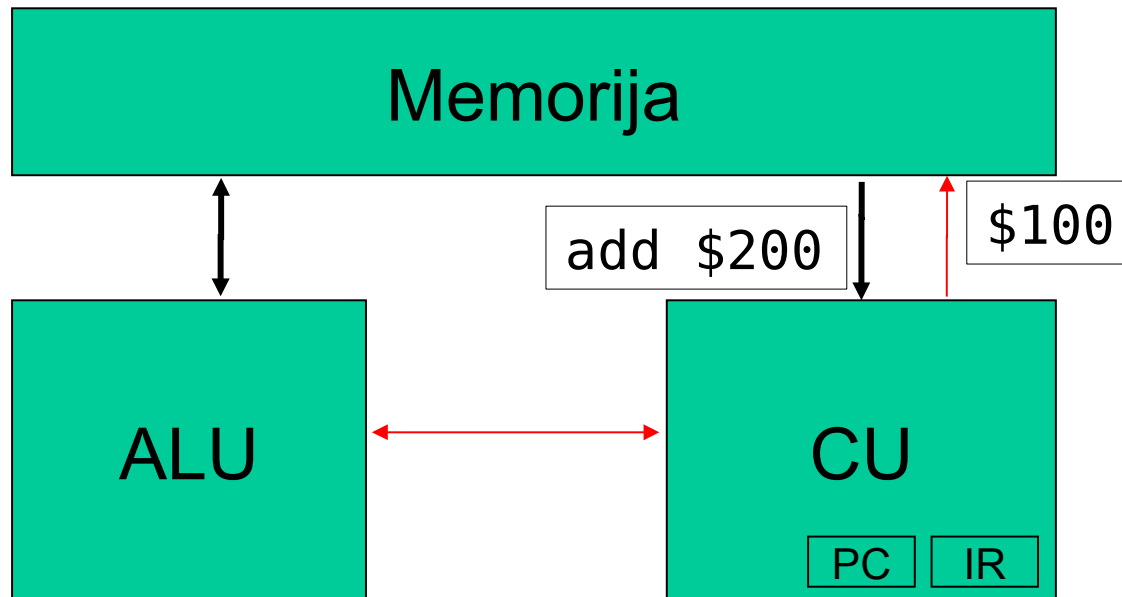


1. Pojednostavnjeni model računala (CISC, 1975)

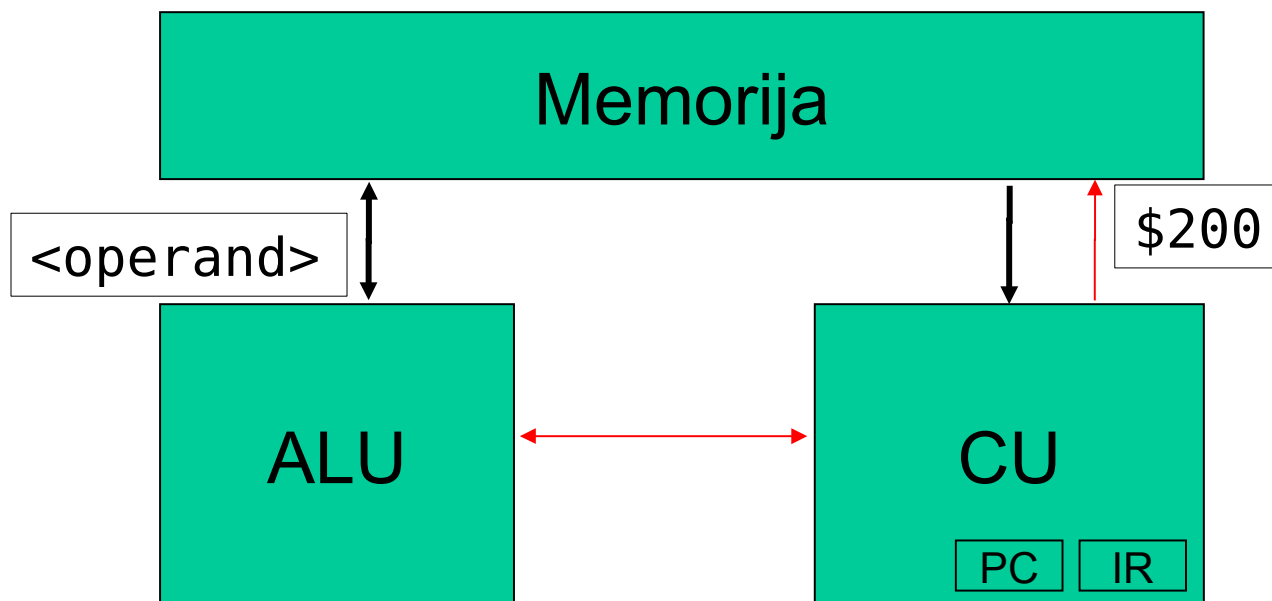
Podsjetimo se na tijek izvođenja programa u Von Neumanovoj arhitekturi:

- pribavljanje instrukcije, npr: \$100: add \$200:
 - CU adresira memoriju programskim brojiom
 - memorija šalje instrukciju: operacijski kod + adresa operanda
 - CU sprema instrukciju u IR, uvećava PC

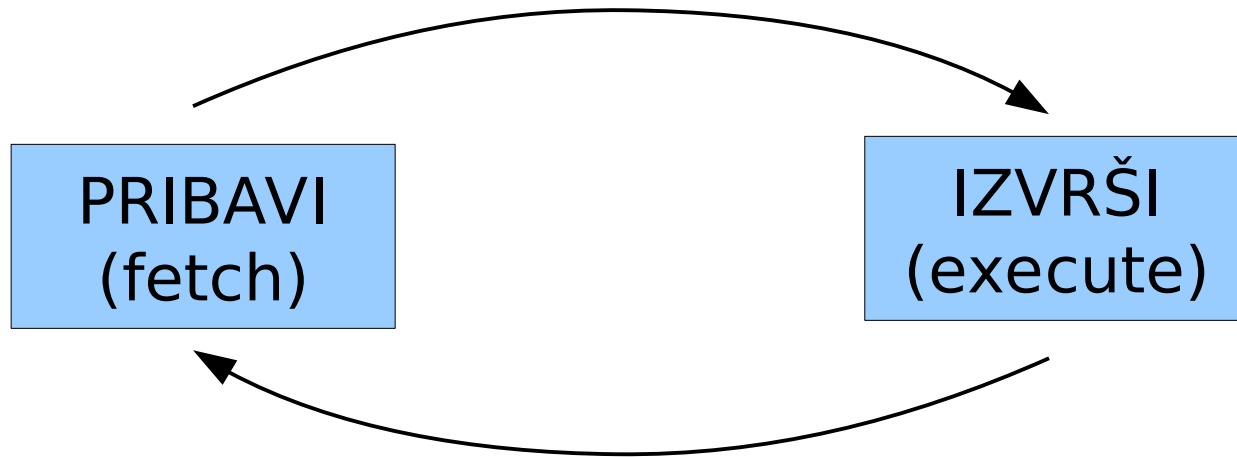


Podsjetimo se na tijek izvođenja programa u Von Neumanovoj arhitekturi

- izvođenje tipične instrukcije, npr: \$100: add \$200
 - CU pribavlja memorijski operand i smješta ga u ALU;
 - operand je podatak koji sudjeluje u operaciji
 - podsjetimo se, adresu operanda čuva IR
 - ALU izvodi operaciju nad memorijskim operandom i sadržajem akumulatora (isto operand!)
 - rezultat operacije smješta se natrag u akumulator



Računalo se tijekom izvođenja programa uvijek nalazi u jednoj od dvije moguće faze (ili stanja)



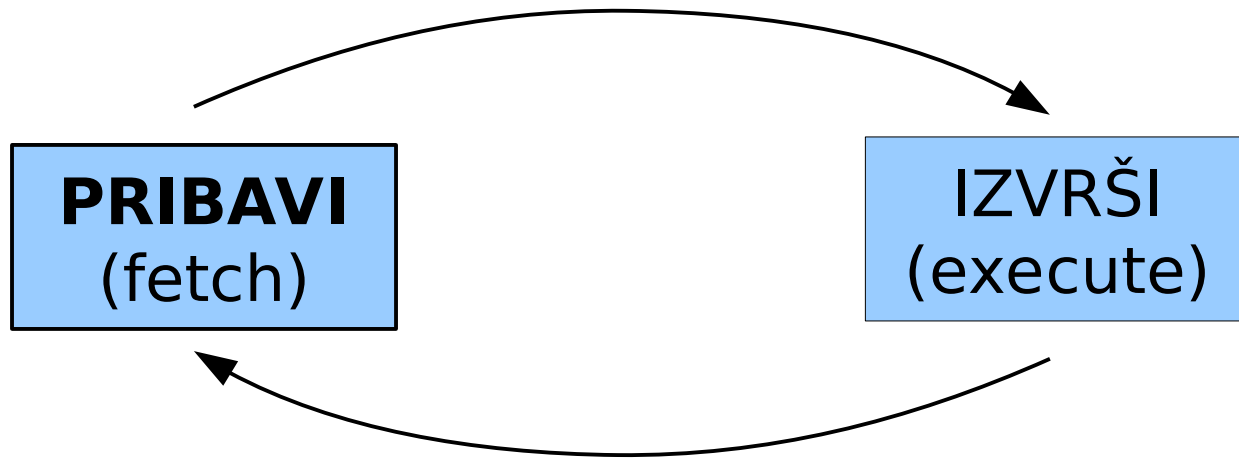
PRIBAVI – iz memorije se pribavlja sljedeća instrukcija

IZVRŠI – pribavljena instrukcija se izvršava

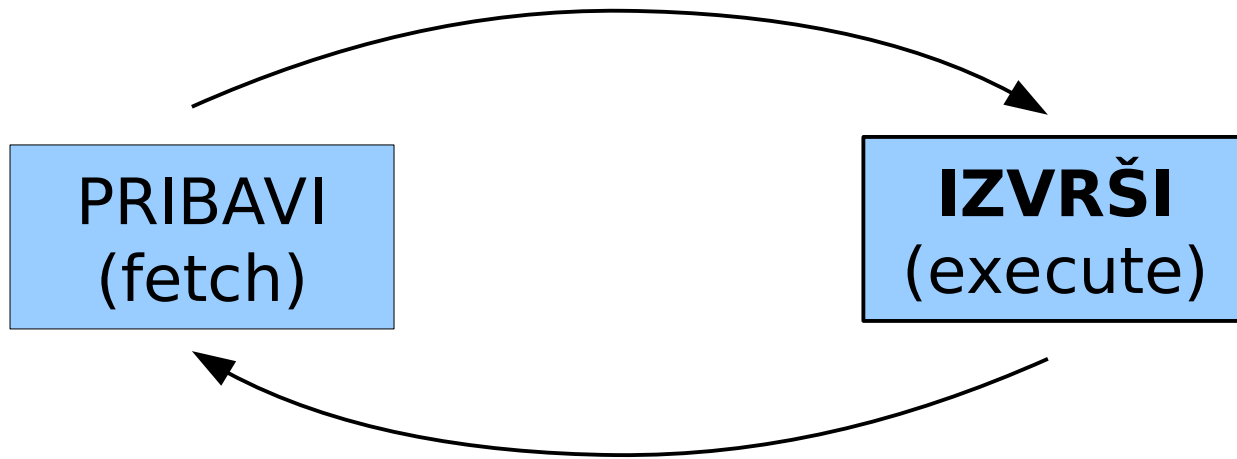
Tipični obrasci izvršavanja:

- memorijski operand se dohvaća i obrađuje
- akumulator se sprema u memoriju

[Ribarić] • memorijski operand se sprema u PC



- PRIBAVI:**
1. korak: $\text{MEM}(\text{PC}) \rightarrow \text{IR}$
 2. korak: $\text{PC} + 1 \rightarrow \text{PC}$
 3. korak: Dekodiranje operacijskog koda instrukcije

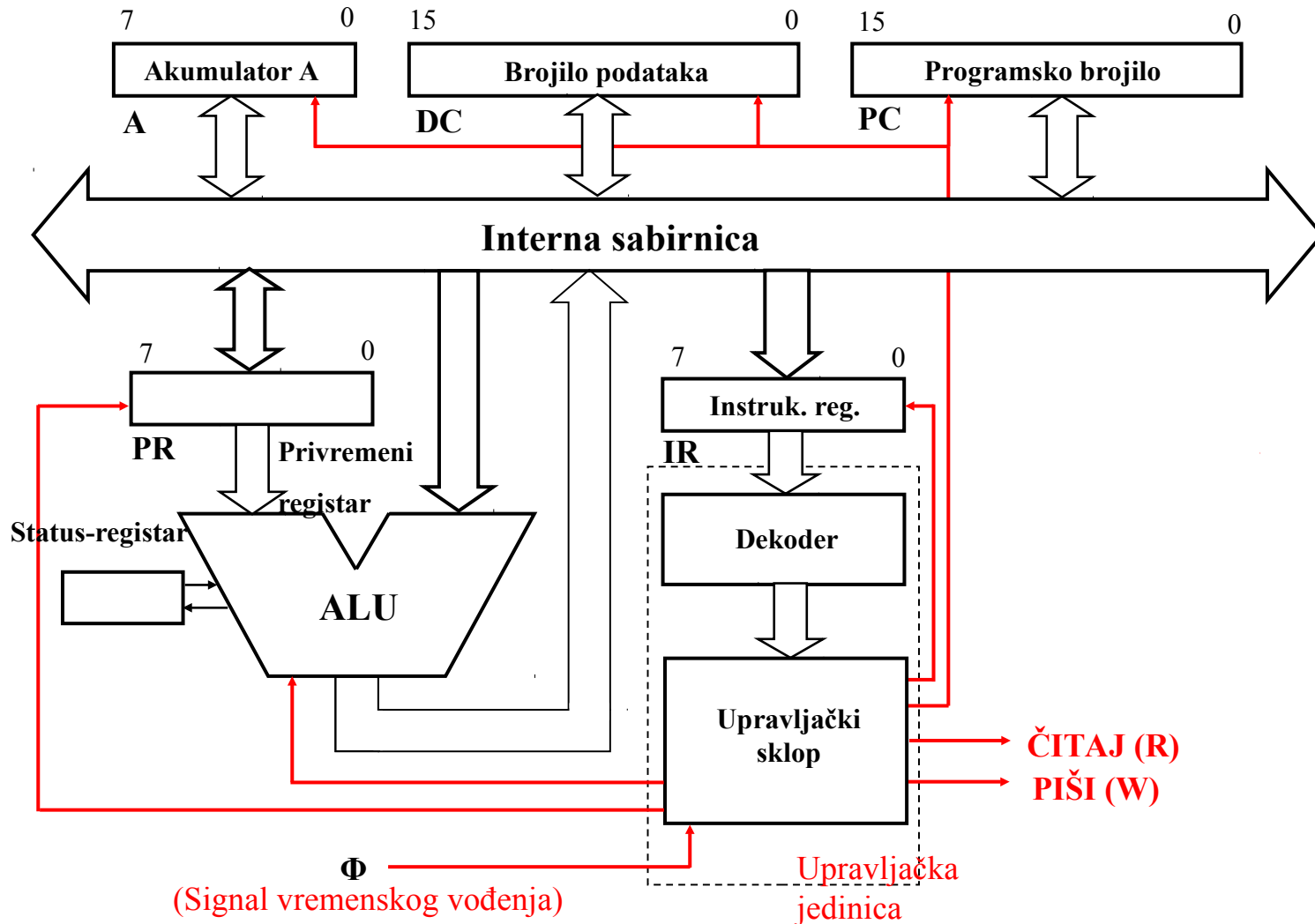


- IZVRŠI:** 4. korak: (npr. pročitaj tj. dohvati operand iz memorije)
5. korak: (npr. izvedi aritmetičku operaciju nad jednim ili dvama operandima)
6. korak: ...
7. korak: ...

Česta modifikacija faze PRIBAVI

- u praksi se javlja potreba za instrukcijama s različitom duljinom
- često na osmобitnim računalicama: 6502, MC6800, Z80
 - * ADD \$0100 ... $A \leftarrow A + M[\$0100]$... \$xx \$01 \$00
 - * BRA \$F0 ... $PC \leftarrow PC - 16$... \$xy \$f0
 - * CLRA ... $A \leftarrow 0$... \$xz
- faza pribavi zahtijeva više od jednog pristupa memoriji (CU zna koliko iz operacijskog koda)

Pojednostavnjeni model procesora (CU + ALU) (CISC, 1970-1980, 10^4 tranzistora)

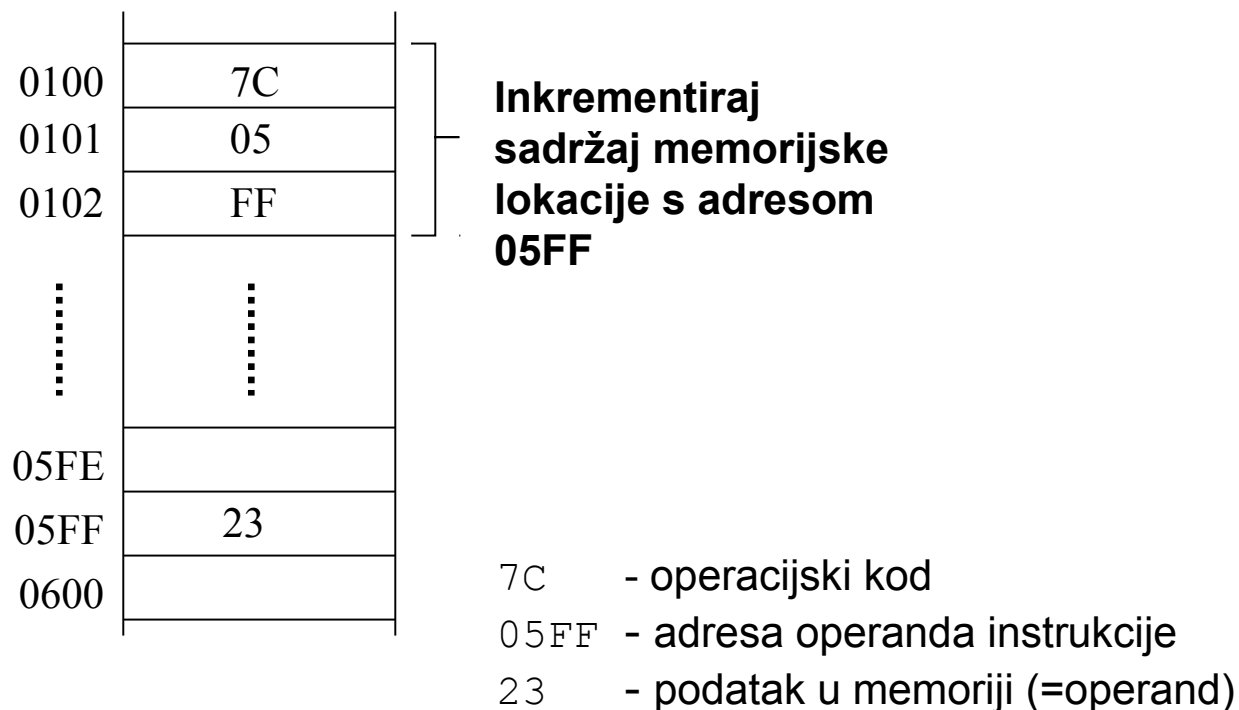


Komponente modela

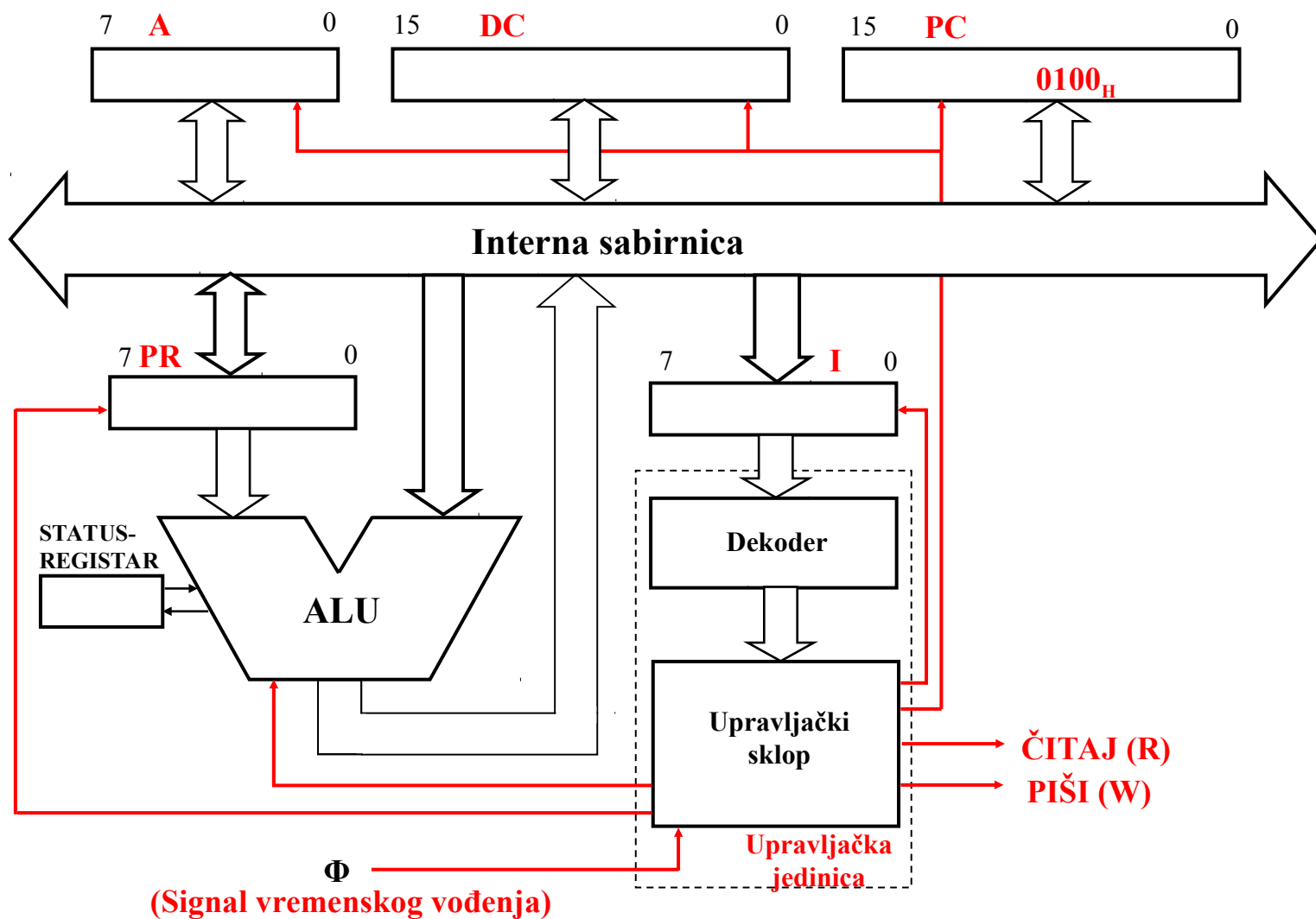
- Akumulator A
- Programsko brojilo PC
- Instrukcijski registar IR
- Brojilo podataka DC
- Privremeni registar PR
- Statusni registar (registar stanja)
- ALU (zbrajalo plus zaporni sklop)
- Interna sabirnica
- Upravljačka jedinica

Primjer izvođenja programa

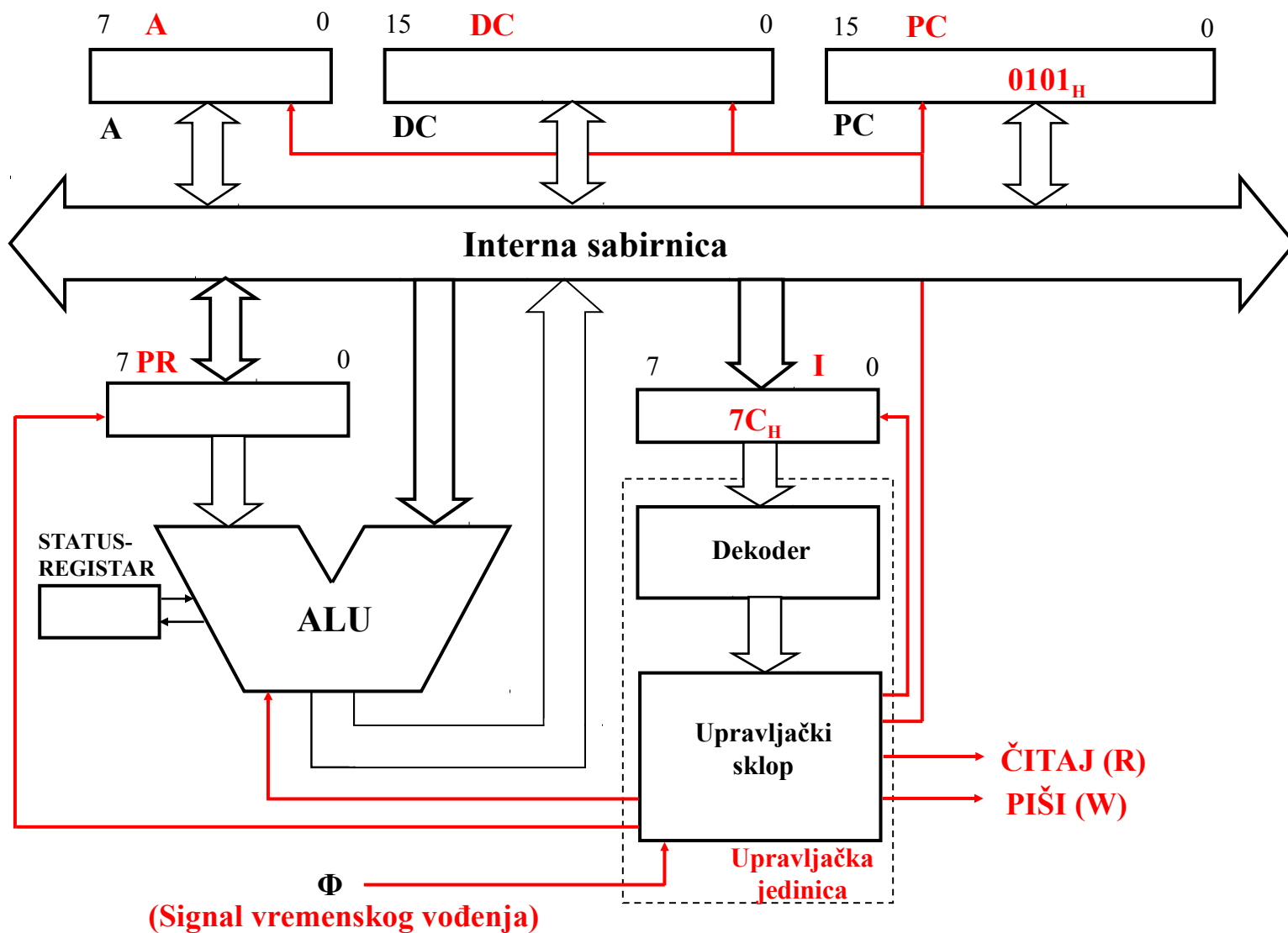
- Program samo od jedne instrukcije INC \$05FF
- ekvivalent u C-u: `++i;`



Početni uvjeti



Stanje nakon pribavljanja operacijskog koda instrukcije



(Signal vremenskog vođenja)

Operacijski kod

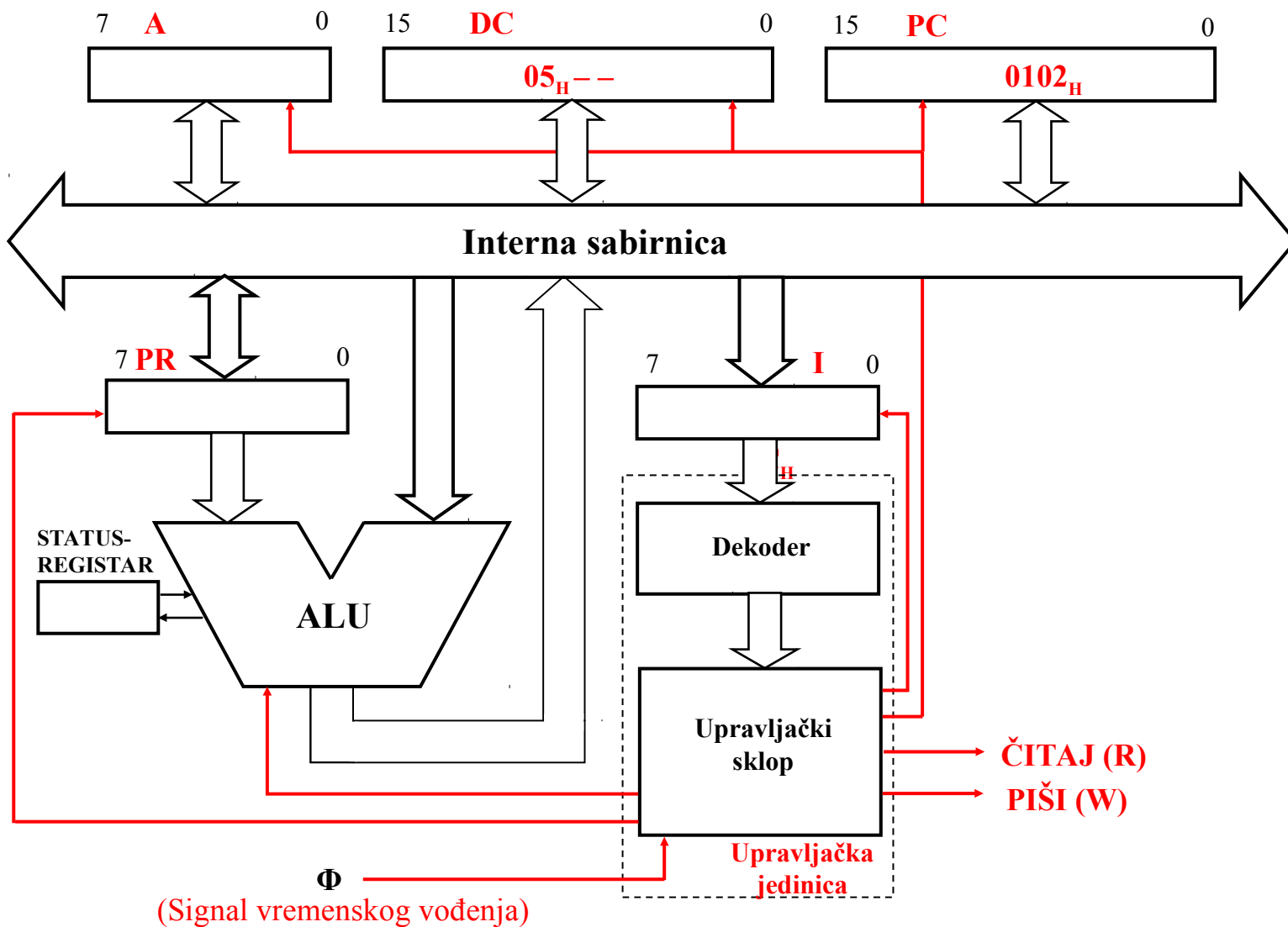
$$7C_{16} = 01111100_2$$

tumači se kao:

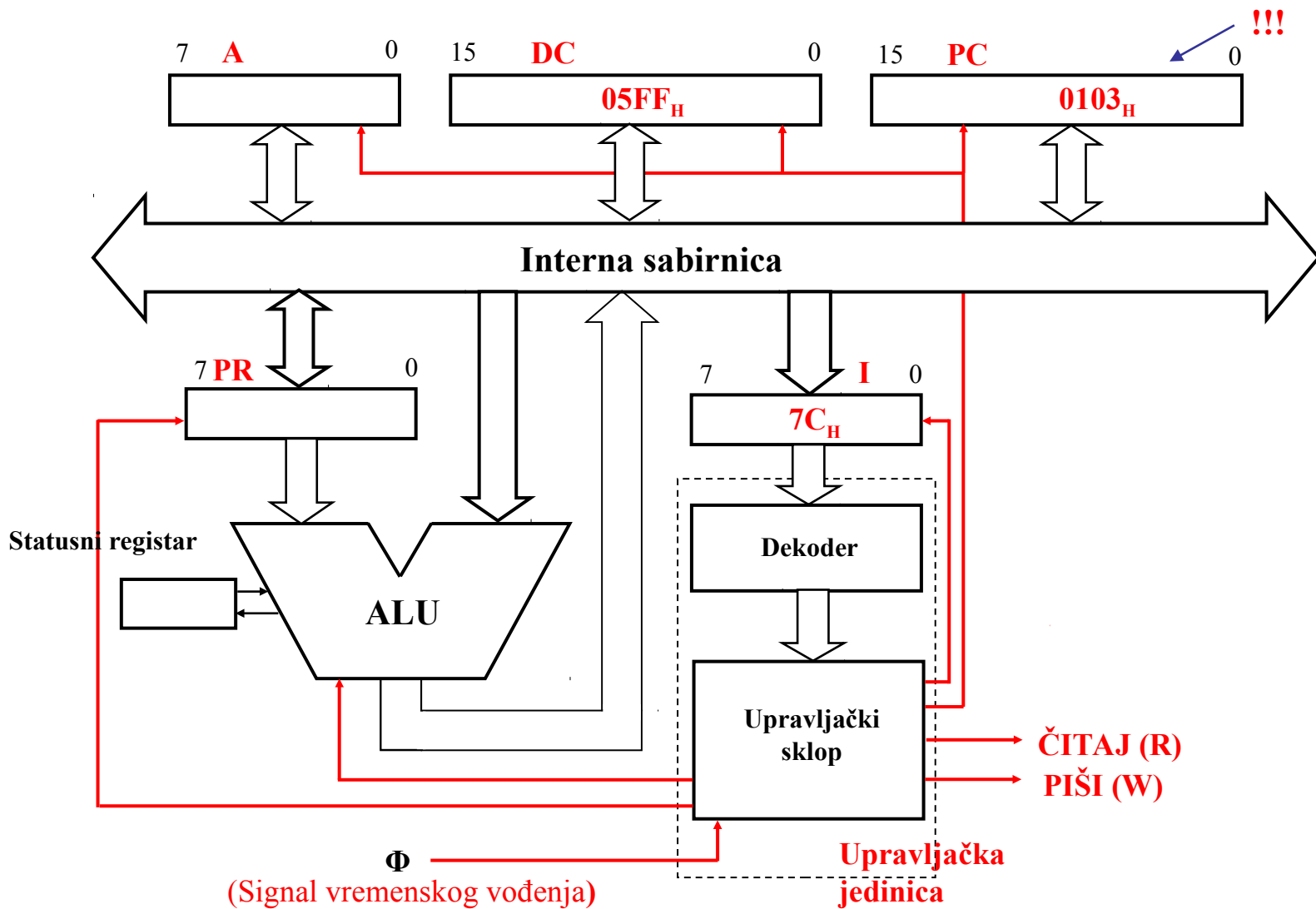
Povećaj za 1 vrijednost operanda čija je adresa sadržana u dva bajta koja slijede ovom operacijskom kodu.

Stanje nakon pribavljanja značajnijeg bajta adrese operanda

Pazi: Faza Pribavi još uvijek traje!



Stanje nakon pribavljanja manje značajnog bajta adrese operanda



Faza Pribavi je **završena!**

Instrukcijski registar IR

01111100

7C

Brojilo podataka DC

00000101

05

11111111

FF

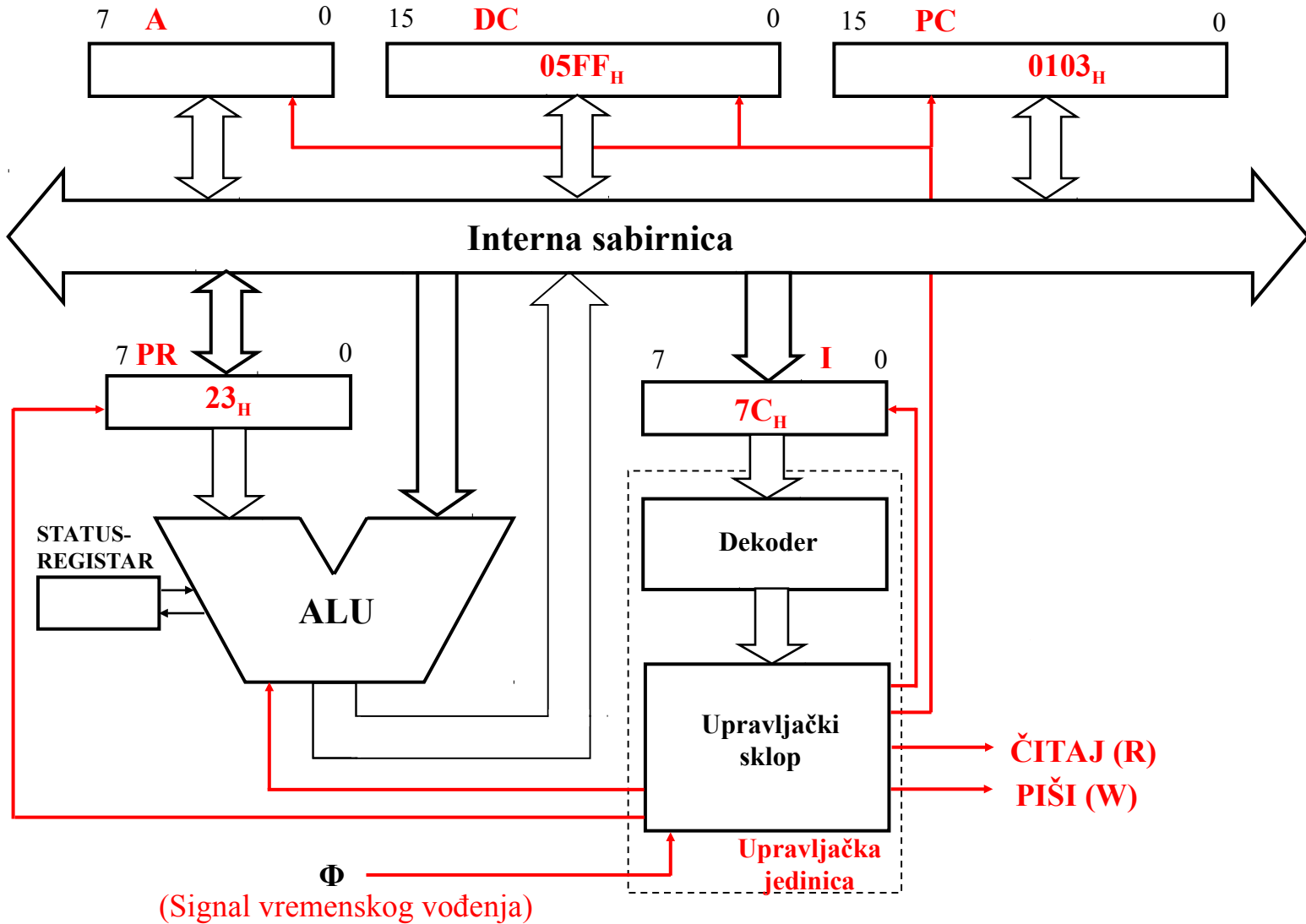
Format instrukcije:

Operacijski kod

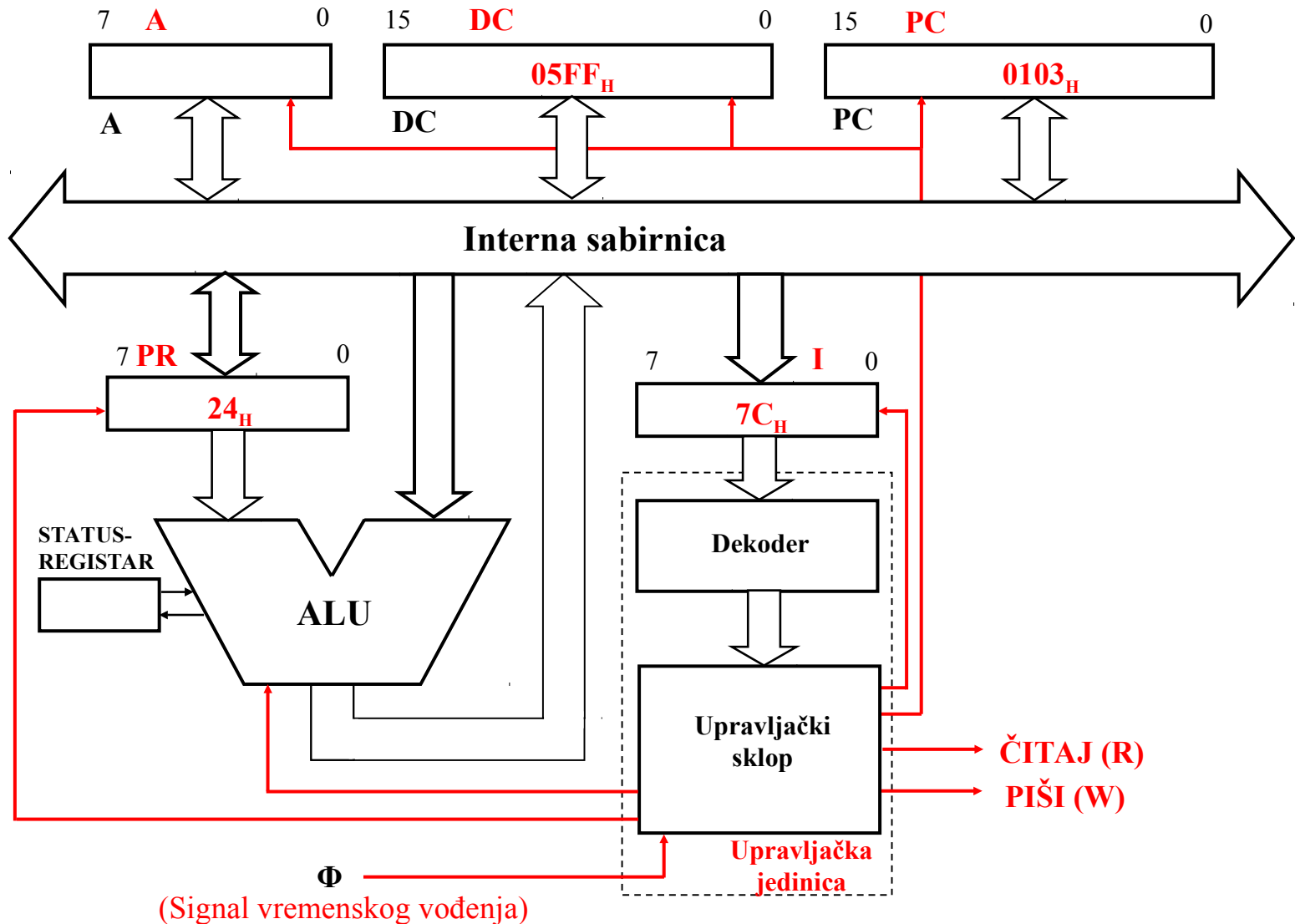
Adresa operanda

Jednoadresni format instrukcije – kao i kod von Neumannovog računala (akumulatorska instrukcijska arhitektura – očuvana do danas!)

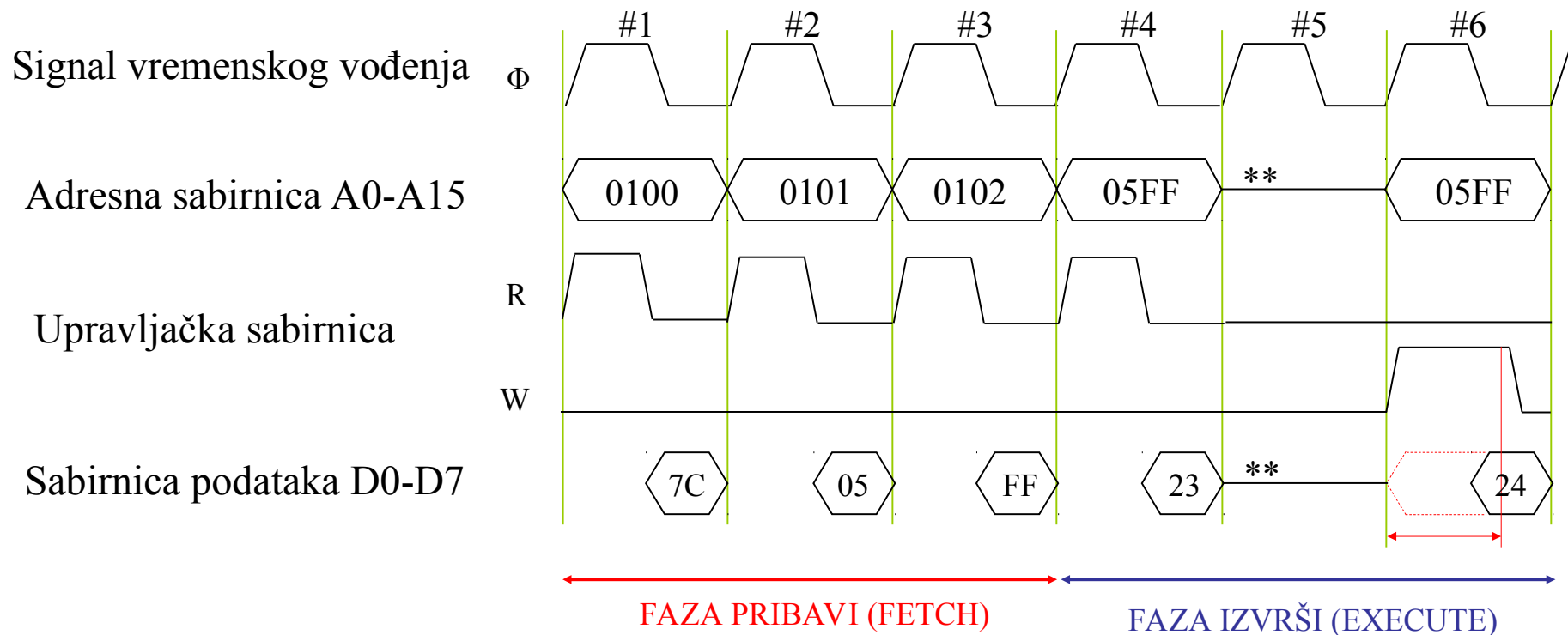
Stanje nakon dohvata operanda (faza IZVRŠI)



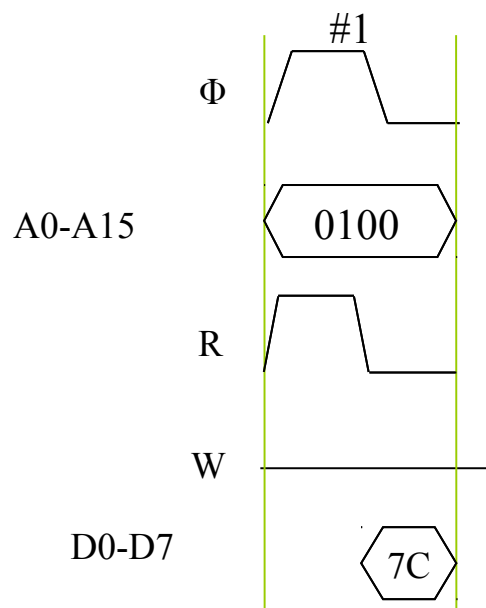
Stanje nakon povećanja operanda za jedan (faza IZVRŠI)



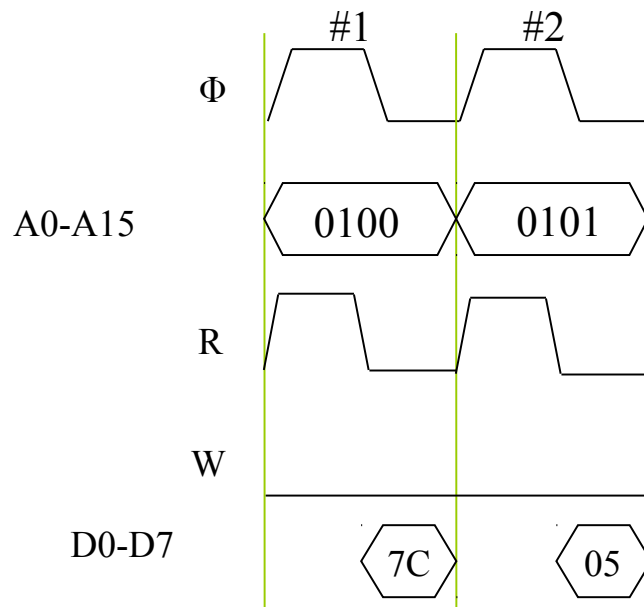
Stanje na vanjskim sabirnicama



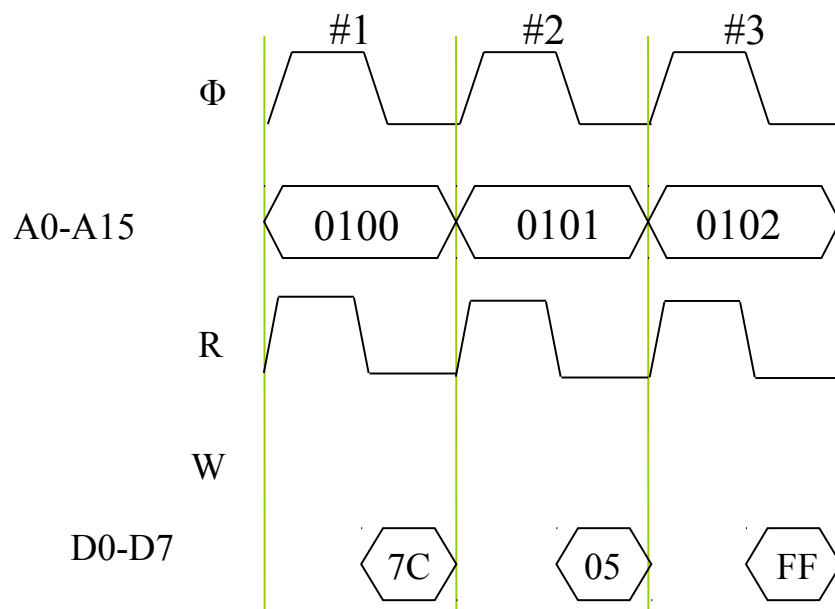
Prvi period signala vremenskog vođenja



Drugi period signala vremenskog vođenja

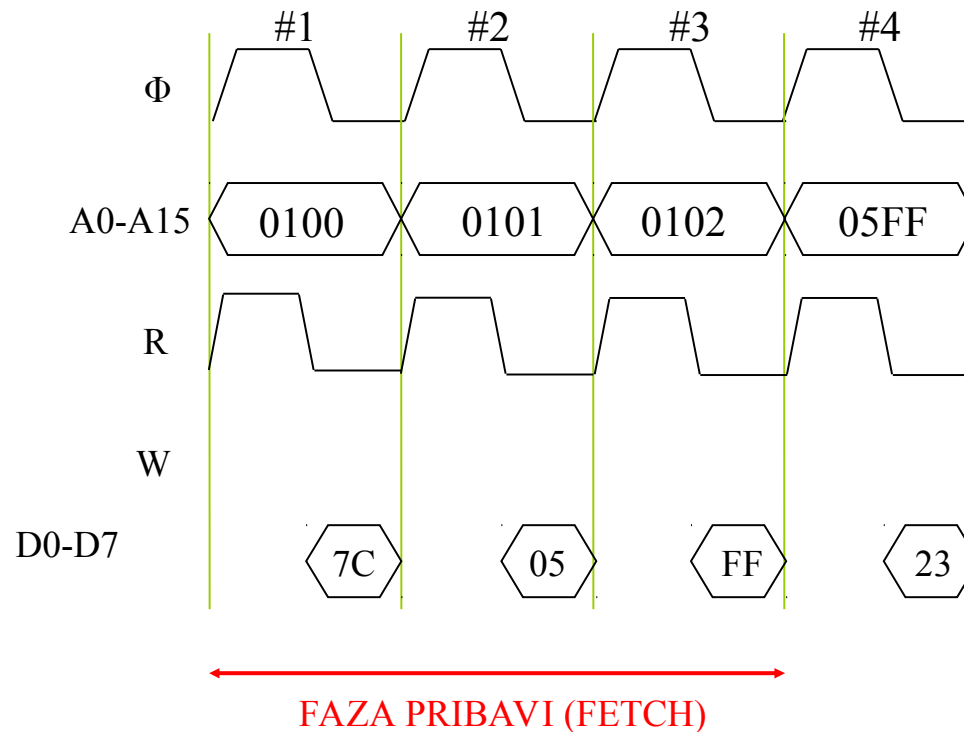


Treći period signala vremenskog vođenja



FAZA PRIBAVI (FETCH)

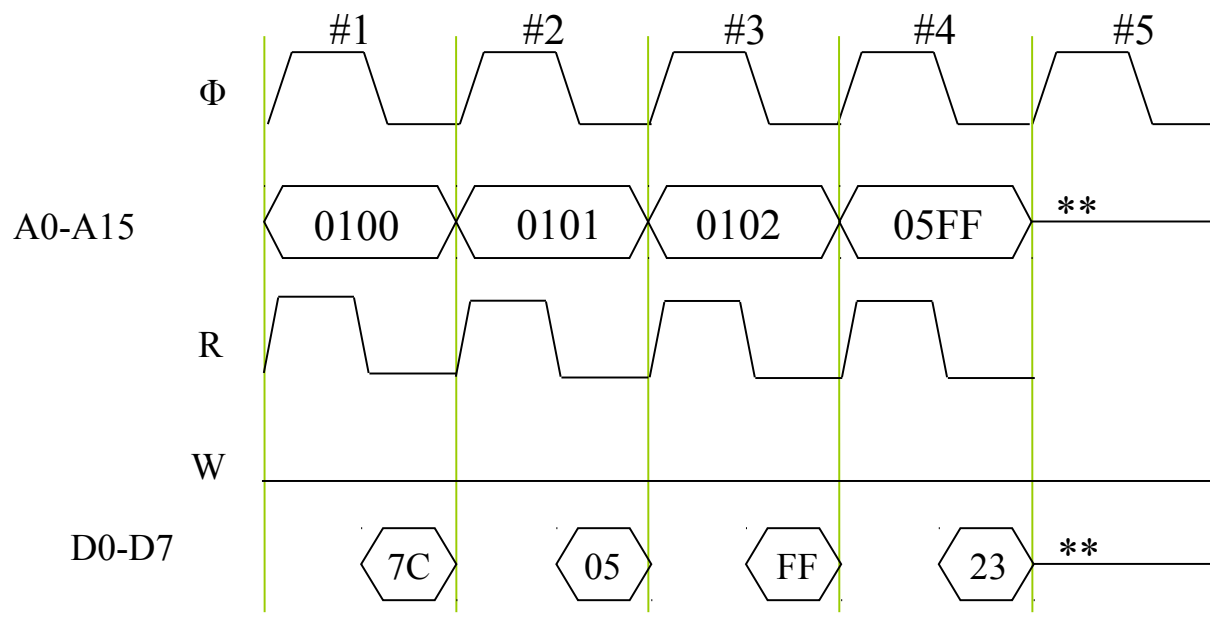
Četvrti period signala vremenskog vođenja



Peti period signala vremenskog vođenja

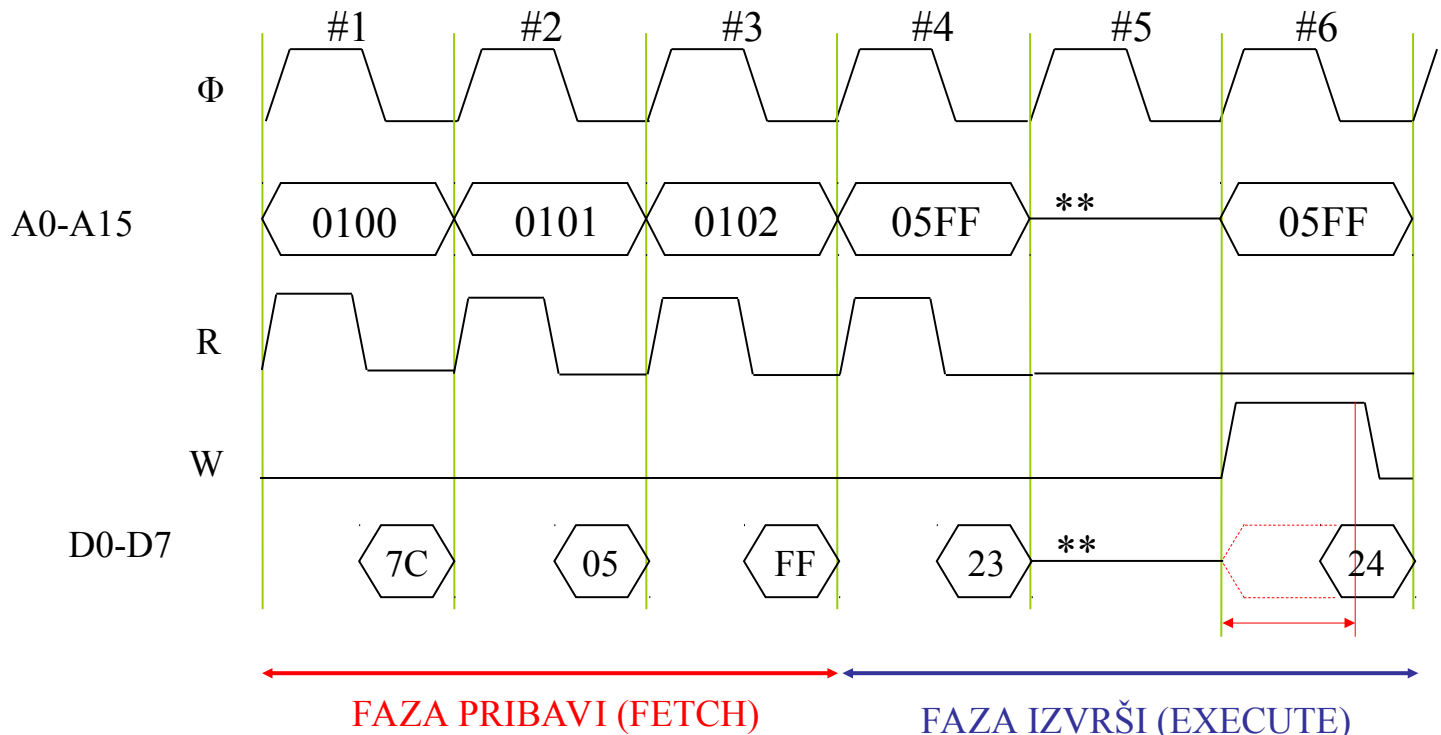
Pozor:

** - Označava stanje visoke impedancije /treće stanje/



FAZA PRIBAVI (FETCH)

Šesti period vremenskog vođenja



Motorola MC 6800

(izravni prošireni način adresiranja)

	OP	~	#
INC	7c	6	3

Zahtijeva 6 perioda signala vremenskog vođenja!

Naš model obavlja ovu instrukciju također za 6 perioda!

Zadatak

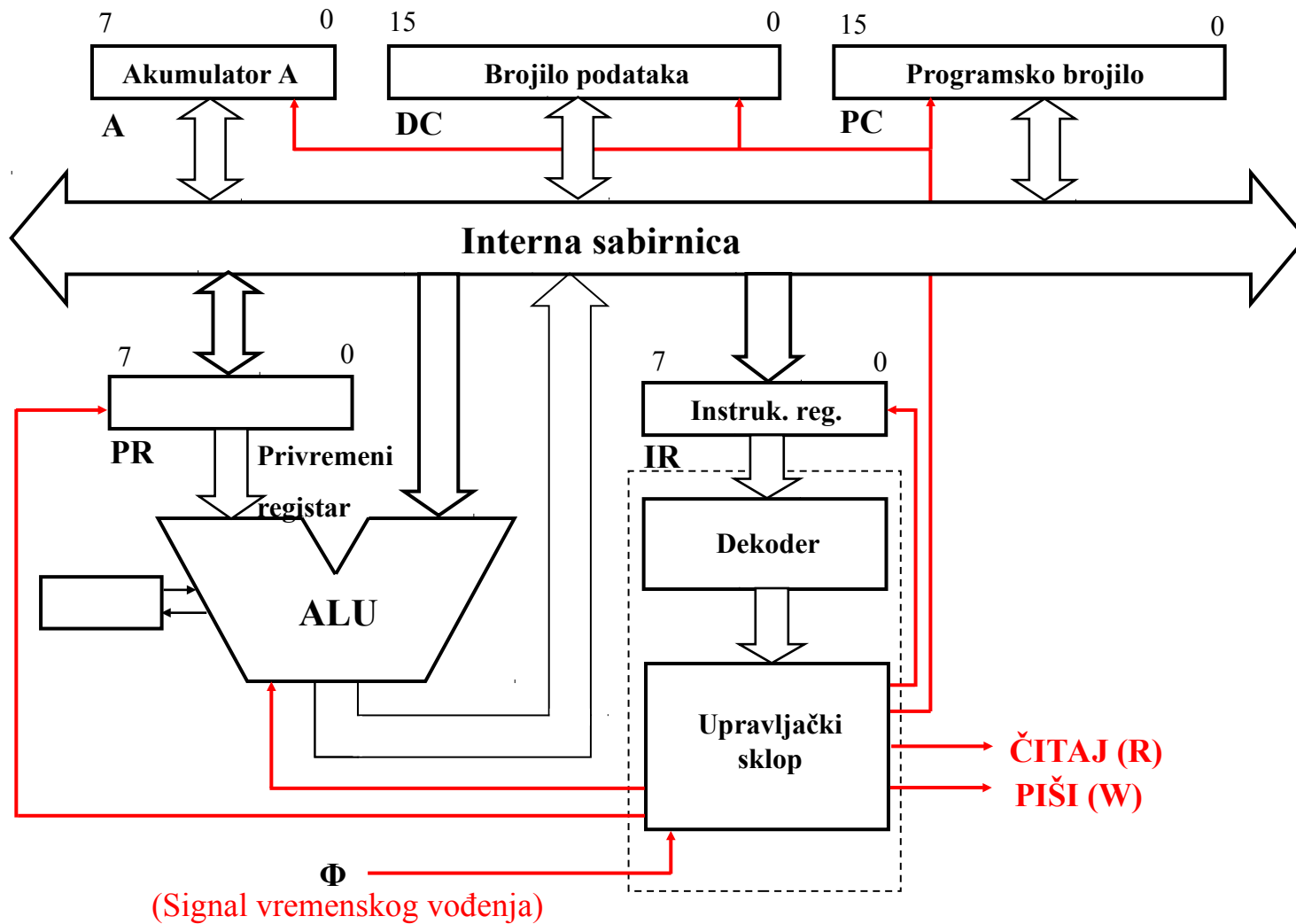
Za računalo temeljeno na pojednostavljenom modelu procesora nacrtati stanje na sabirnicama za instrukciju:

STA \$07

(pohrani sadržaj akumulatora A na memorijsku lokaciju 0007 – izravni kratki način adresiranja; adresiranje nulte stranice).

Operacijski kod instrukcije je 97 (heksadekadski) a instrukcija je pohranjena u memoriji na lokacijama 0103 i 0104 (heksadekadski).

Odrediti potreban broj perioda signala vremenskog vođenja i usporediti ga s onim koji se zahtijeva za MC 6800 (4 perioda).



Motorola MC 6800

(izravni način adresiranja)

	OP	~	#
STA A	97	4	2

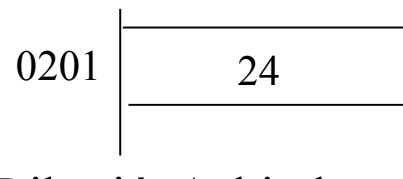
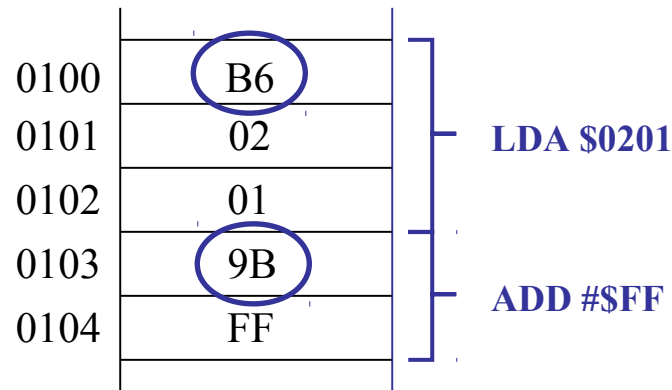
Zahtijeva 4 perioda signala vremenskog vođenja!

Naš model obavlja ovu instrukciju tijekom 3 perioda.

Razlozi?

Zadatak

Nacrtati stanje na sabirnicama za programski odsječak prikazan na slici. Odrediti stanja registara na početku, tijekom i nakon izvođenja programskog odsječka.



Zadatak

Riješiti prethodni zadatak pod pretpostavkom da procesor koristi obrnuti poredak bajtova u memorijskoj riječi (little endian, x86).

Zadatak

Strojnu instrukciju `inc $A0B0` nadomjestiti programskim odsječkom (tri instrukcije) za registarski orijentiran procesor koji operand prvo smješta u registar opće namjene, zatim sadržaj registra povećava za jedan te, napokon, tako uvećan sadržaj registra pohranjuje natrag u memoriju.

Za tako napisani programski odsječak odredite broj potrebnih perioda signala vremenskog vođenja i usporedite ga s onim koji je potreban za instrukciju `inc $A0B0`.

(Potrebne podatke operacijske kodove instrukcija, početnu adresu programskog odsječka te vrijednost operanda izaberite sami.)

Zadatak

Prikazati stanje na sabirnicama tijekom izvođenja programa:

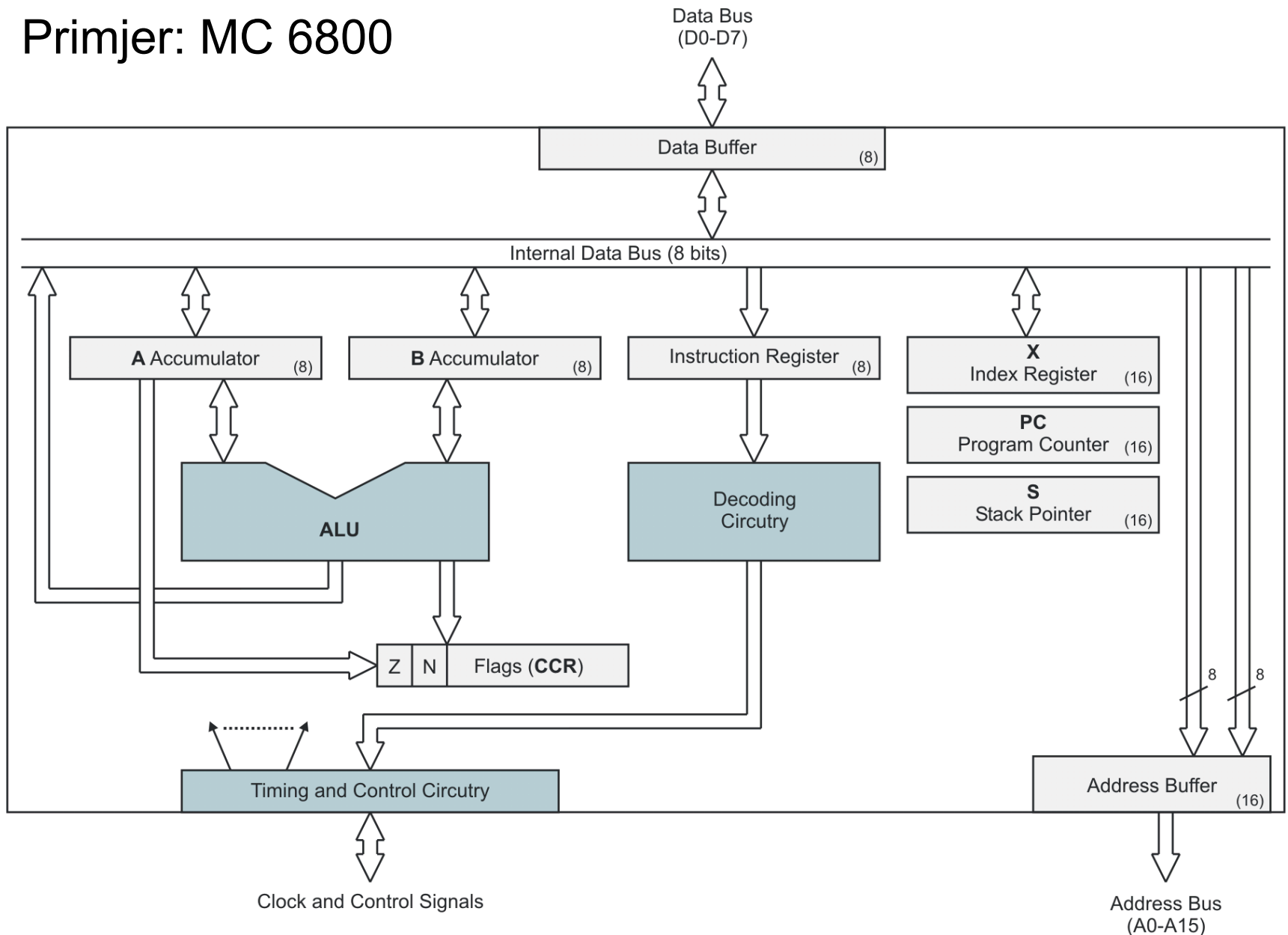
```
$0010: inc $13  
$0012: lda $80
```

Sadržaj radne memorije je zadan kako slijedi:

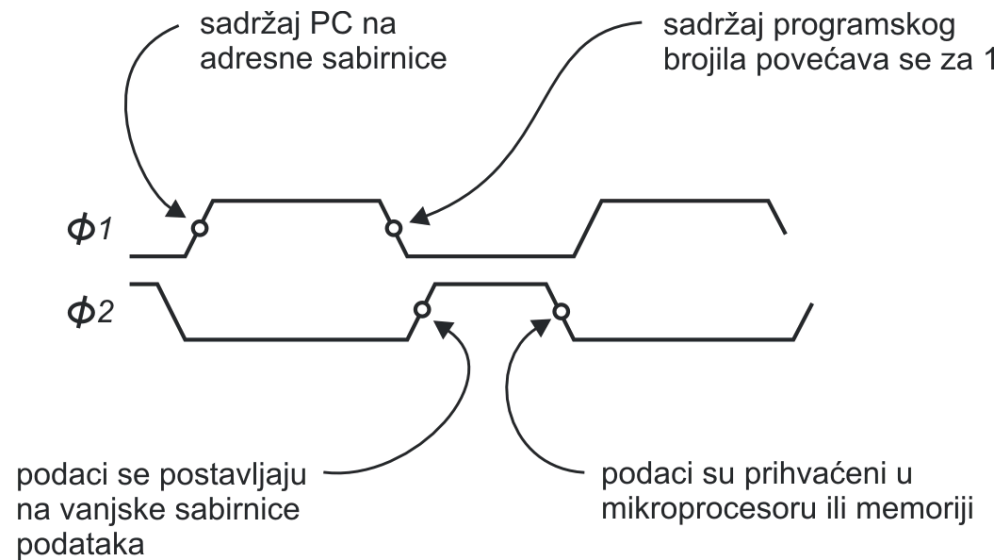
```
$007f: $00  
$0080: $50  
$0081: $a0
```

Operacijski kôdovi instrukcija `inc` i `lda` s izravnim adresiranjem nulte stranice su `$23` i `$18`.

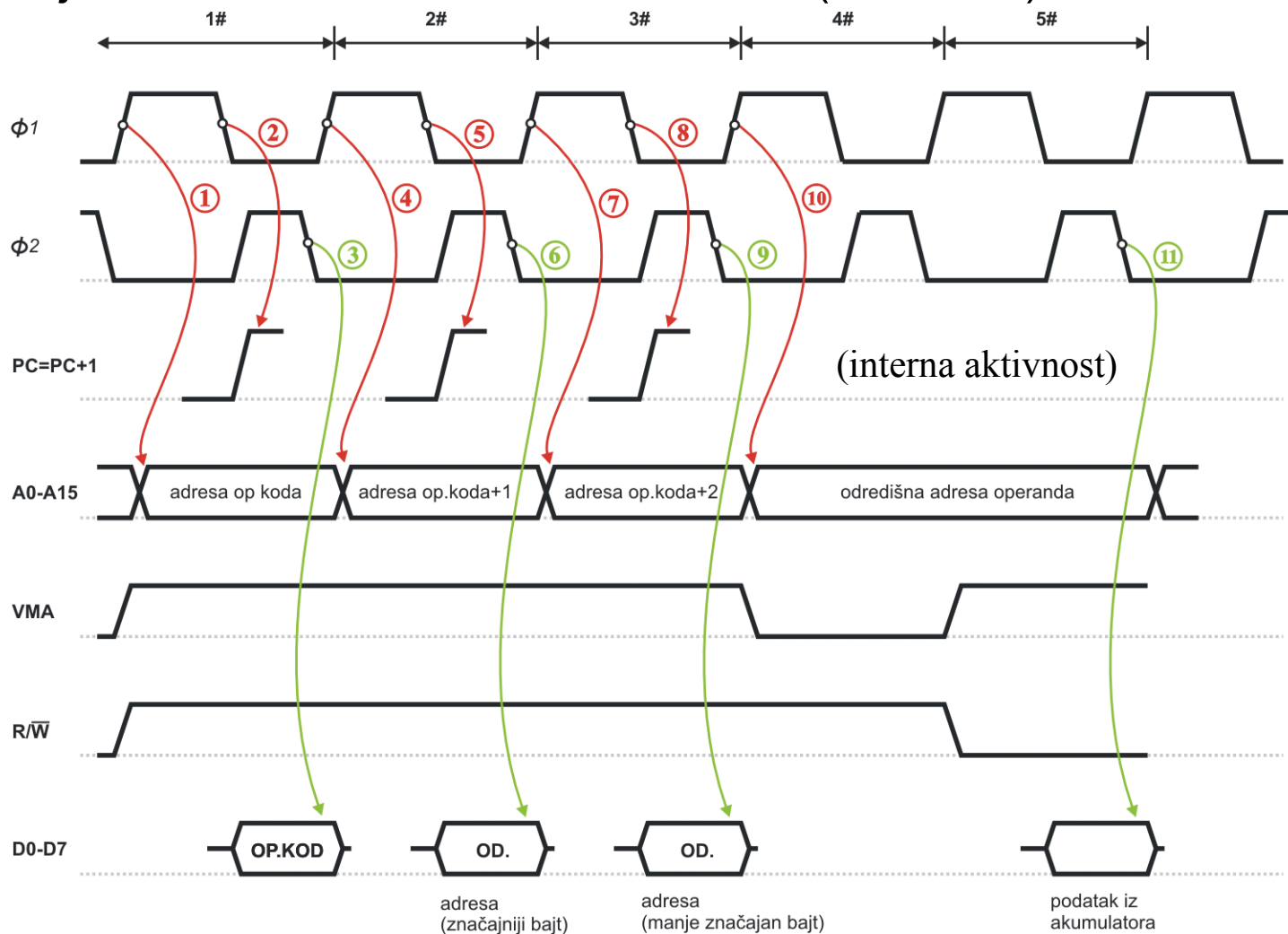
Primjer: MC 6800



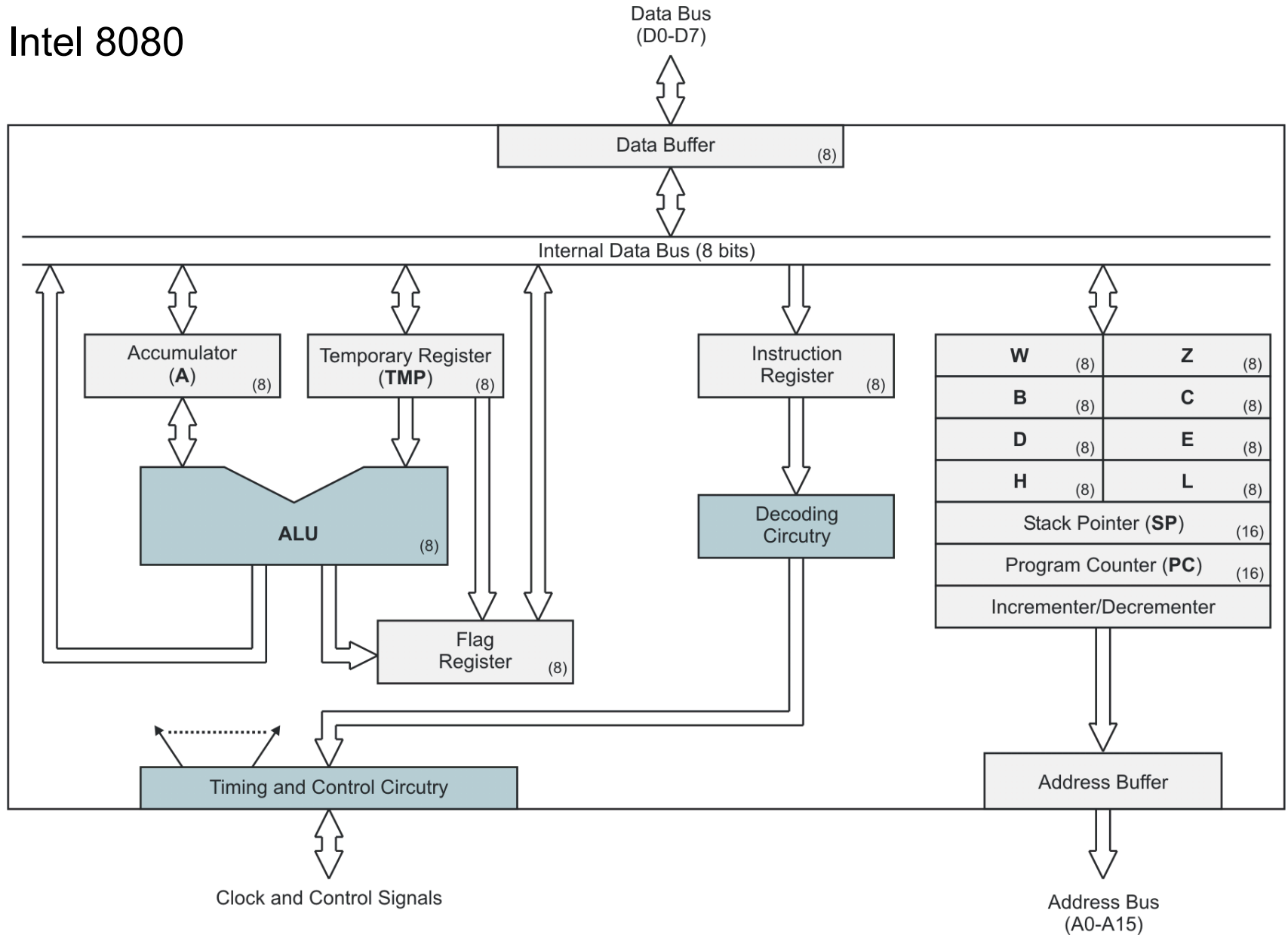
Signali vremenskog vođenja $\Phi 1$ i $\Phi 2$



Stanje na sabirnicama za STA A \$010F (MC 6800)



Intel 8080



i386 (1986-2007),
 $3 \cdot 10^6$ tranzistora,
 132 izvoda

