

# ARHITEKTURA I ORGANIZACIJA RAČUNARA

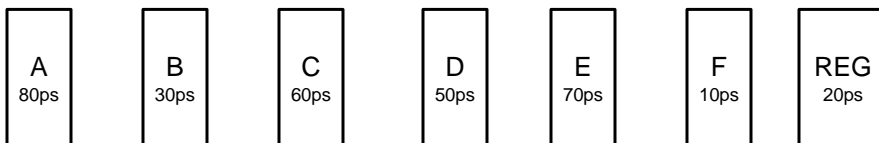
## 4. DEO

### KATEDRA ZA RAČUNARSTVO ELEKTRONSKI FAKULTET U NIŠU

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

#### ZADATAK 1

- Kombinaciona logika nekog sistema sastoji se od 6 blokova kombinacionih mreža A, B, C, D, E i F sa vremenima prostiranja signala kroz njih od 80ps, 30ps, 60ps, 50ps, 70ps i 10ps respektivno. Izlazni signal iz poslednjeg bloka F upisuje se u registar sa vremenom prostiranja 20ps. Možemo projektovati protočnu verziju ove mreže umetanjem protočnih registara sa vremenom prostiranja 20ps između parova ovih blokova, čime ovih 6 blokova delimo u stepene.
  - A. Između kojih blokova treba umetnuti jedan protočni registar da formiramo protočnu verziju mreže sa dva stepena koja će imati maksimalnu propusnost za toliki broj stepena? Kolika će biti latencija i propusnost takve mreže?
  - B. Između kojih blokova treba umetnuti dva protočna registra da formiramo protočnu verziju mreže sa tri stepena koja će imati maksimalnu propusnost za toliki broj stepena? Kolika će biti latencija i propusnost takve mreže?
  - C. Između kojih blokova treba umetnuti tri protočna registra da formiramo protočnu verziju mreže sa četiri stepena koja će imati maksimalnu propusnost za toliki broj stepena? Kolika će biti latencija i propusnost takve mreže?
  - D. Koliki je minimalni broj stepena koji će dati protočnu organizaciju sa maksimalnom dostižnom propusnošću? Prikazati tu organizaciju i izračunati njenu latenciju i propusnost.

**ZADATAK 1**

- Minimalno vreme prostiranja kroz jedan stepen jednako je najdužem vremenu prostiranja kroz pojedinačne blokove.
- Vremena prostiranja kroz grupe blokova unutar stepena trebalo bi da budu što ujednačenija.
- Protočno organizovana mreža taktuje se signalima čija je minimalna perioda određena zbirom najdužeg vremena prostiranja unutar stepena i vremena prostiranja kroz protočni registar iza stepena.

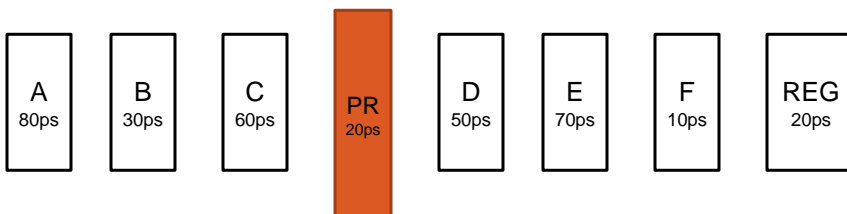
- Latencija – kašnjenje kroz celu mrežu

$$T_L = 80 + 30 + 60 + 50 + 70 + 10 + 20 = 320ps, \quad 1ps = 10^{-12}s$$

- $W$  – Propusnost – količina podataka koja može da se obradi u jedinici vremena

$$W = \frac{1}{T_L} = \frac{1}{320 \cdot 10^{-12}} = 3.125 \cdot 10^9 pod/s$$

3

**ZADATAK 1 - A**

$$A - C = 80 + 30 + 60 = 170ps$$

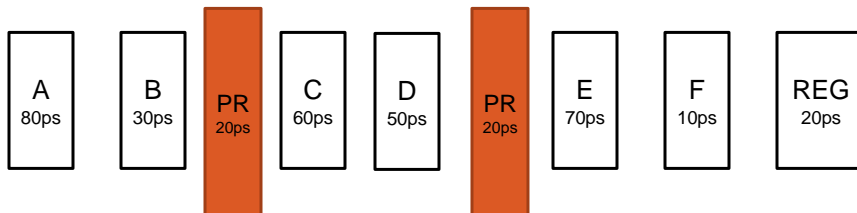
$$D - F = 50 + 70 + 10 = 130ps$$

$$T_{CA} = 170 + 20 = 190ps$$

$$T_{LA} = 2 \cdot T_{CA} = 2 \cdot 190 = 380ps$$

$$W_A = \frac{1}{T_{CA}} = \frac{1}{190 \cdot 10^{-12}} = 5.263 \cdot 10^9 pod/s$$

4

**ZADATAK 1 - B**

$$A - B = 80 + 30 = 110ps$$

$$C - D = 60 + 50 = 110ps$$

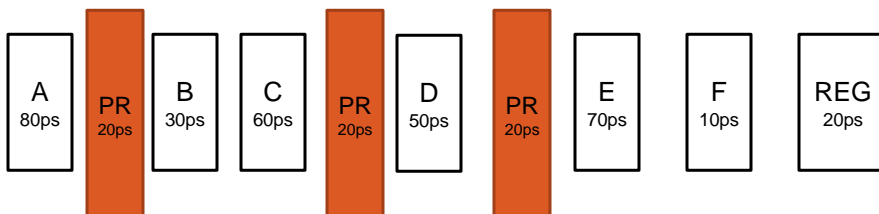
$$E - F = 70 + 10 = 80ps$$

$$T_{CB} = 110 + 20 = 130ps$$

$$T_{LB} = 3 \cdot T_{CB} = 3 \cdot 130 = 390ps$$

$$W_B = \frac{1}{T_{CB}} = \frac{1}{130 \cdot 10^{-12}} = 7.692 \cdot 10^9 pod/s$$

5

**ZADATAK 1 - C**

$$A = 80ps$$

$$B - C = 30 + 60 = 90ps$$

$$D = 50ps$$

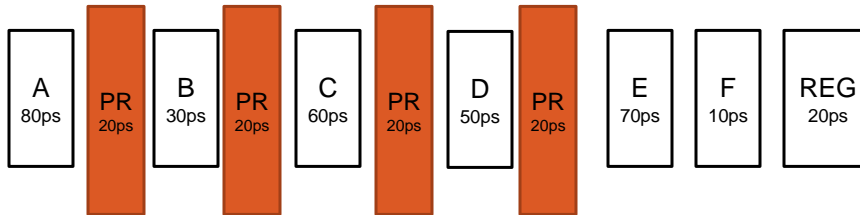
$$E - F = 70 + 10 = 80ps$$

$$T_{CC} = 90 + 20 = 110ps$$

$$T_{LC} = 4 \cdot T_{CC} = 4 \cdot 110 = 440ps$$

$$W_C = \frac{1}{T_{CC}} = \frac{1}{110 \cdot 10^{-12}} = 9.09 \cdot 10^9 pod/s$$

6

**ZADATAK 1 - D**

$$A = 80ps, B = 30ps, C = 60ps, D = 50ps, E - F = 70 + 10 = 80ps$$

$$T_{CD} = 80 + 20 = 100ps$$

$$T_{LD} = 5 \cdot T_{CD} = 5 \cdot 100 = 500ps$$

$$W_D = \frac{1}{T_{CD}} = \frac{1}{100 \cdot 10^{-12}} = 10 \cdot 10^9 = 10^{10} \text{ pod/s}$$

**ZADATAK 2**

- Dat je deo programa koji se izvršava na celobrojnom protočnom sistemu DLX. Pretpostaviti da su sva obraćanja memoriji pogoci keša. **Početni sadržaj registra R3 je R2 + 396.**
  - Prikazati vremenski dijagram izvršenja ovog niza instrukcija bez ikakvih premošćavanja ali **pretpostaviti da upis u registar prethodi čitanju istog registra u istom ciklusu kloka.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje petlje?
  - Prikazati vremenski dijagram izvršenja ovog niza instrukcija pri **postojanju hardvera za premošćavanje.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje petlje?

pon:

```

LW      R1, 0(R2)
ADDI    R1, R1, #1
SW      R1, 0(R2)
ADDI    R2, R2, #4
SUB     R4, R3, R2
BNEZ    R4, pon

```

**ZADATAK 2**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

Rešenje:

pon:

```
LW      R1, 0(R2)
ADDI    R1, R1, #1
SW      R1, 0(R2)
ADDI    R2, R2, #4
SUB     R4, R3, R2
BNEZ    R4, pon
```

Na početku je  $R3 = R2 + 396$  (po uslovu zadatka)

U svakom koraku se  $R2$  poveća za 4, a u  $R4$  se upiše  $R3 - R2$   
Pogram vrtil petlju sve dok  $R4$  ne postane 0, odnosno dok  $R2$  ne postane jednako  $R3$

$396/4 = 99$ , što znači da imamo 99 prolaska kroz petlju

Nakon 1. prolaska  $R4$  će imati vrednost  $396-4$

Nakon 2. prolaska  $R4$  će imati vrednost  $396-2 \cdot 4$

...

Nakon  $n$ . prolaska  $R4$  će imati vrednost  $396-n \cdot 4$

Iz  $R4=0$  dobijamo da je  $n = 396/4 = 99$

9

**ZADATAK 2**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

- **IF** – pribavljanje instrukcije
- **ID** – dekodiranje instrukcije i pribavljanje operandata
- **EX** – izvršenje instrukcije
- **ME** – obraćanje memoriji
- **WB** – upis rezultata u odredišni registar

Za obavljanje svake od faza instrukcije CPU ima odgovarajući stepen.

Ovih 5 stepena obrazuju linearni niz stepena kroz koji prolazi svaka instrukcija.

**Hazardi**

- Strukturni
- Hazardi podataka
  - Čitanje nakon upisa (prava zavisnost)
  - Upis nakon upisa (izlazna zavisnost)
  - Upis nakon čitanja (anti zavisnost)
- Hazardi upravljanja

**Izbegavanje hazarda premošćavanjem**

- Sastoji se u dostavljanju izvorišnog operandata zavisnoj instrukciji pre nego što ga instrukcija koja proizvodi rezultat upiše u odredišni registar (posebnim putevima podataka).

10

**ZADATAK 2 - A**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW      R1, 0(R2) ←  
ADDI    R1, R1, #1  
SW      R1, 0(R2)  
ADDI    R2, R2, #4  
SUB      R4, R3, R2  
BNEZ    R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

11

**ZADATAK 2 - A**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW      R1, 0(R2) ←  
ADDI    R1, R1, #1  
SW      R1, 0(R2)  
ADDI    R2, R2, #4  
SUB      R4, R3, R2  
BNEZ    R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	*	*	EX	ME	WB										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

12

**ZADATAK 2 - A**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
 ADDI R1, R1, #1  
 SW R1, 0(R2)  
 ADDI R2, R2, #4  
 SUB R4, R3, R2  
 BNEZ R4, pon



IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	*	*	EX	ME	WB										
		IF	*	*	ID	*	*	EX	ME	WB							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

13

**ZADATAK 2 - A**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
 ADDI R1, R1, #1  
 SW R1, 0(R2)  
 ADDI R2, R2, #4  
 SUB R4, R3, R2  
 BNEZ R4, pon



IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	*	*	EX	ME	WB										
		IF	*	*	ID	*	*	EX	ME	WB							
					IF	*	*	ID	EX	ME	WB						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

14

**ZADATAK 2 - A**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW        R1, 0(R2)  
ADDI     R1, R1, #1  
SW        R1, 0(R2)  
ADDI     R2, R2, #4  
SUB       R4, R3, R2  
BNEZ     R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	*	*	EX	ME	WB										
		IF	*	*	ID	*	*	EX	ME	WB							
					IF	*	*	ID	EX	ME	WB						
								IF	ID	*	*	EX	ME	WB			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

15

**ZADATAK 2 - A**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW        R1, 0(R2)  
ADDI     R1, R1, #1  
SW        R1, 0(R2)  
ADDI     R2, R2, #4  
SUB       R4, R3, R2  
BNEZ     R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	*	*	EX	ME	WB										
		IF	*	*	ID	*	*	EX	ME	WB							
					IF	*	*	ID	EX	ME	WB						
								IF	ID	*	*	EX	ME	WB			
									IF	*	*	ID	*	*	EX	ME	WB
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

16



**ZADATAK 2 - A**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB														IF
	IF	ID	*	*	EX	ME	WB											
		IF	*	*	ID	*	*	EX	ME	WB								
					IF	*	*	ID	EX	ME	WB							
								IF	ID	*	*	EX	ME	WB				
									IF	*	*	ID	*	*	EX	ME	WB	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

17 ciklusa traje 1 prolaz kroz petlju

99 puta se prolazi kroz petlju, što je ukupno:  $99 \cdot 17 + 1 = 1684$  ciklusa. 1 se dodaje zbog poslednje WB.

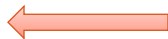
17

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon



IF	ID	EX	ME	WB							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

18

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon



	IF	ID	EX	ME	WB						
		IF	ID	*							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

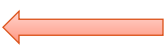
19

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon



	IF	ID	EX	ME	WB						
		IF	ID	*	↓ EX						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

20

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
 ADDI R1, R1, #1  
 SW R1, 0(R2)  
 ADDI R2, R2, #4  
 SUB R4, R3, R2  
 BNEZ R4, pon



IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

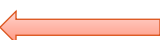
21

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
 ADDI R1, R1, #1  
 SW R1, 0(R2)  
 ADDI R2, R2, #4  
 SUB R4, R3, R2  
 BNEZ R4, pon



IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

22

ZADATAK 2 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon



	IF	ID	EX	ME	WB						
		IF	ID	*	EX	ME	WB				
			IF	*	ID	EX	ME				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

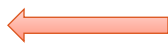
23

ZADATAK 2 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon



	IF	ID	EX	ME	WB						
		IF	ID	*	EX	ME	WB				
			IF	*	ID	EX	ME	WB			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

24

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW      R1, 0(R2)  
ADDI    R1, R1, #1  
SW      R1, 0(R2)  
ADDI    R2, R2, #4  
SUB      R4, R3, R2  
BNEZ    R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

25

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW      R1, 0(R2)  
ADDI    R1, R1, #1  
SW      R1, 0(R2)  
ADDI    R2, R2, #4  
SUB      R4, R3, R2  
BNEZ    R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
					IF	ID					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

26

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW      R1, 0(R2)  
ADDI    R1, R1, #1  
SW      R1, 0(R2)  
ADDI    R2, R2, #4  
SUB     R4, R3, R2  
BNEZ    R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
					IF	ID	EX				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

27

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW      R1, 0(R2)  
ADDI    R1, R1, #1  
SW      R1, 0(R2)  
ADDI    R2, R2, #4  
SUB     R4, R3, R2  
BNEZ    R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
					IF	ID	EX	ME	WB		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

28

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
 ADDI R1, R1, #1  
 SW R1, 0(R2)  
 ADDI R2, R2, #4  
 SUB R4, R3, R2  
 BNEZ R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
					IF	ID	EX	ME	WB		
						IF	ID	EX	ME	WB	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

29

**ZADATAK 2 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
 ADDI R1, R1, #1  
 SW R1, 0(R2)  
 ADDI R2, R2, #4  
 SUB R4, R3, R2  
 BNEZ R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
					IF	ID	EX	ME	WB		
						IF	ID	EX	ME	WB	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

30

## ZADATAK 2 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
					IF	ID	EX	ME	WB		
						IF	ID	EX	ME	WB	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

31

## ZADATAK 2 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LW R1, 0(R2)  
ADDI R1, R1, #1  
SW R1, 0(R2)  
ADDI R2, R2, #4  
SUB R4, R3, R2  
BNEZ R4, pon

IF	ID	EX	ME	WB							IF
	IF	ID	*	EX	ME	WB					
		IF	*	ID	EX	ME	WB				
				IF	ID	EX	ME	WB			
					IF	ID	EX	ME	WB		
						IF	ID	EX	ME	WB	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

10 ciklusa traje 1 prolaz kroz petlju

99 puta se prolazi kroz petlju, ukupno:  $99 \cdot 10 + 1 = 991$  ciklusa, 1 se dodaje zbog poslednje WB.

32



### ZADATAK 3

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

- Dat je deo programa koji se izvršava na celobrojnem protočnom sistemu DLX. Pretpostaviti da su sva obraćanja memoriji pogoci keša. **Početni sadržaj registra R6 je R9 + 96.**
  - A. Prikazati vremenski dijagram izvršenja ovog niza instrukcija bez ikakvih premošćavanja ali **pretpostaviti da upis u registar prethodi čitanju istog registra u istom ciklusu kloka. Pretpostaviti da se grananjima rukuje predviđanjem da neće biti obavljena.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje ovog dela programa?
  - B. Prikazati vremenski dijagram izvršenja ovog niza instrukcija pri **postojanju hardvera za premošćavanje**. Za svako premošćavanje ukazati na ciklus kloka u kome se ono vrši, kao i na protočni stepen iz koga se podatak za premošćavanje uzima i protočni stepen kome se podatak dostavlja. **Pretpostaviti da se grananjima rukuje predviđanjem da će biti obavljena.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje ovog dela programa?

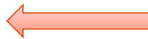
```
pon: ADDI    R3, R5, #4
      LW     R2, 100(R3)
      SW     R2, 20(R8)
      SLL    R2, R2, #4
      SW     R2, 0(R6)
      SUBI   R6, R6, #8
      SUB    R7, R6, R9
      BNEZ   R7, pon
      SW     R9, 100(R7)
```

33

### ZADATAK 3

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon: ADDI    R3, R5, #4 ↑
      LW     R2, 100(R3) ↑
      SW     R2, 20(R8) ↑
      SLL    R2, R2, #4 ↑
      SW     R2, 0(R6) ↑
      SUBI   R6, R6, #8 ↑
      SUB    R7, R6, R9 ↑
      BNEZ   R7, pon ↑
      SW     R9, 100(R7) ↑
```



Razlika se smanjuje za 8  
pa ima  $96 / 8 = 12$  prolaska  
kroz petlju

34

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

18

### ZADATAK 3 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

37

### ZADATAK 3 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

83

### ZADATAK 3 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

33

### ZADATAK 3 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

40

### ZADATAK 3 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

41

### ZADATAK 3 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

[illegible]

42



ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI R3, R5, #4
LW   R2, 100(R3)
SW   R2, 20(R8)
SLL  R2, R2, #4
SW   R2, 0(R6)
SUBI R6, R6, #8
SUB  R7, R6, R9
BNEZ R7, pon
SW   R9, 100(R7)
```

IF	ID	EX	ME	WB													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

45

ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI R3, R5, #4
LW   R2, 100(R3)
SW   R2, 20(R8)
SLL  R2, R2, #4
SW   R2, 0(R6)
SUBI R6, R6, #8
SUB  R7, R6, R9
BNEZ R7, pon
SW   R9, 100(R7)
```

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	EX														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

46

ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI R3, R5, #4 ↑
LW   R2, 100(R3) ↑
SW   R2, 20(R8) ↑
SLL  R2, R2, #4 ↑
SW   R2, 0(R6) ↑
SUBI R6, R6, #8 ↑
SUB  R7, R6, R9 ↑
BNEZ R7, pon ↑
SW   R9, 100(R7) ↑
```

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	EX	ME	WB												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

47

ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI R3, R5, #4 ↑
LW   R2, 100(R3) ↑
SW   R2, 20(R8) ↑
SLL  R2, R2, #4 ↑
SW   R2, 0(R6) ↑
SUBI R6, R6, #8 ↑
SUB  R7, R6, R9 ↑
BNEZ R7, pon ↑
SW   R9, 100(R7) ↑
```

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	EX	ME	WB												
		IF	ID	EX	ME												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

48



ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI  R3, R5, #4 ↑
LW    R2, 100(R3) ↑
SW    R2, 20(R8) ↑
SLL   R2, R2, #4 ↑
SW    R2, 0(R6) ↑
SUBI  R6, R6, #8 ↑
SUB   R7, R6, R9 ↑
BNEZ  R7, pon ↑
SW    R9, 100(R7) ↑
```

IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX	ME	WB											
		IF	ID	EX	ME	WB										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

49

ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI  R3, R5, #4 ↑
LW    R2, 100(R3) ↑
SW    R2, 20(R8) ↑
SLL   R2, R2, #4 ↑
SW    R2, 0(R6) ↑
SUBI  R6, R6, #8 ↑
SUB   R7, R6, R9 ↑
BNEZ  R7, pon ↑
SW    R9, 100(R7) ↑
```

IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX	ME	WB											
		IF	ID	EX	ME	WB										
			IF	ID	EX											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

50

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

	IF	ID	EX	ME	WB													
		IF	ID	↓ EX	ME	↓ WB												
			IF	ID	EX	↓ ME	WB											
				IF	ID	↓ EX	ME	WB										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		

51

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	EX	ME	WB												
		IF	ID	EX	ME	WB											
			IF	ID	EX	ME	WB										
				IF	ID	EX	ME										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

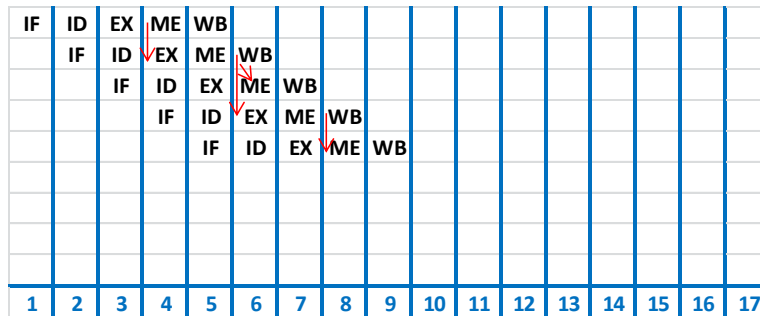
52

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑



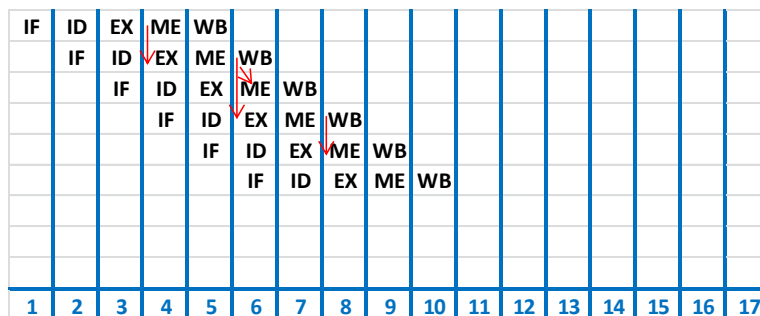
53

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑



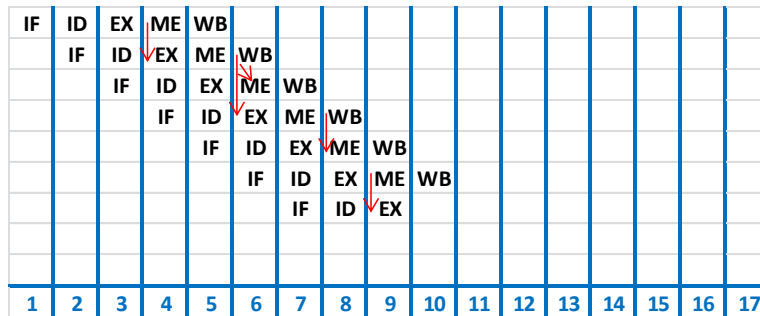
54

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑



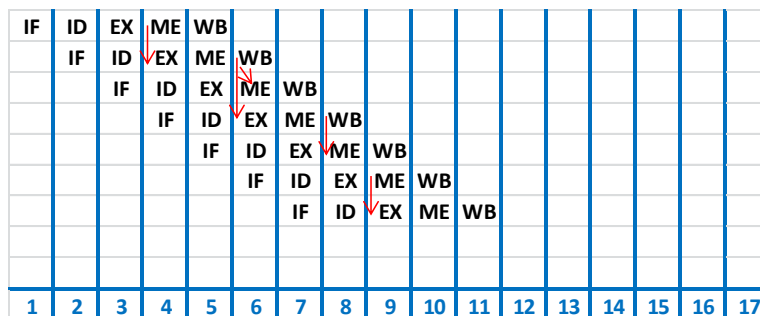
55

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑



56

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	EX	ME	WB												
		IF	ID	EX	ME	WB											
			IF	ID	EX	ME	WB										
				IF	ID	EX	ME	WB									
					IF	ID	EX	ME	WB								
						IF	ID	EX	ME	WB							
							IF	ID	EX	ME	WB						
								IF	ID	EX	ME	WB					
									IF	ID	EX	ME	WB				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

57

### ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	↑
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑

IF	ID	EX	ME	WB													
	IF	ID	EX	ME	WB												
		IF	ID	EX	ME	WB											
			IF	ID	EX	ME	WB										
				IF	ID	EX	ME	WB									
					IF	ID	EX	ME	WB								
						IF	ID	EX	ME	WB							
							IF	ID	EX	ME	WB						
								IF	ID	EX	ME	WB					
									IF	ID	EX	ME	WB				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

58

ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI R3, R5, #4
LW R2, 100(R3)
SW R2, 20(R8)
SLL R2, R2, #4
SW R2, 0(R6)
SUBI R6, R6, #8
SUB R7, R6, R9
BNEZ R7, pon
SW R9, 100(R7)
```

IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX	ME	WB											
		IF	ID	EX	ME	WB										
			IF	ID	EX	ME	WB									
				IF	ID	EX	ME	WB								
					IF	ID	EX	ME	WB							
						IF	ID	EX	ME	WB						
							IF	ID	EX	ME	WB					
								IF	ID	EX	ME	WB				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

59

ZADATAK 3 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

```
pon:
ADDI R3, R5, #4
LW R2, 100(R3)
SW R2, 20(R8)
SLL R2, R2, #4
SW R2, 0(R6)
SUBI R6, R6, #8
SUB R7, R6, R9
BNEZ R7, pon
SW R9, 100(R7)
```

IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX	ME	WB											
		IF	ID	EX	ME	WB										
			IF	ID	EX	ME	WB									
				IF	ID	EX	ME	WB								
					IF	ID	EX	ME	WB							
						IF	ID	EX	ME	WB						
							IF	ID	EX	ME	WB					
								IF	ID	EX	ME	WB				
									IF	ID	EX	ME	WB			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

60

pon:

IF	ID	EX	ME	WB							IF					
	IF	ID	EX	ME	WB											
		IF	ID	EX	ME	WB										
			IF	ID	EX	ME	WB									
				IF	ID	EX	ME	WB								
					IF	ID	EX	ME	WB							
						IF	ID	EX	ME	WB						
							IF	ID	EX	ME	WB					
								IF	ID	EX	ME	WB				
									IF	ID	EX	ME	WB			
										IF	ID	EX	ME	WB		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

**Ukupno:**  $12 \cdot 11 + 5 = 137$  ciklusa, **5** se dodaje zbog poslednje IF, ID, EX, ME, WB.

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

- pon :

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB      R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

## ZADATAK 4

- Dat je deo programa koji se izvršava na protočnom sistemu DLX uz korišćenje standardnog FP protočnog sistema. Pretpostaviti da su sva obraćanja memoriji pogodi keša. **Početni sadržaj registra R4 je R2 + 792.** Grananja se razrešavaju u EX fazi.
  - A. Prikazati vremenski dijagram izvršenja ovog niza instrukcija bez ikakvih premošćavanja ali **pretpostaviti da upis u registar prethodi čitanju istog registra u istom ciklusu kloka.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje ovog dela programa?
  - B. Prikazati vremenski dijagram izvršenja ovog niza instrukcija pri **postojanju hardvera za premošćavanje.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje ovog dela programa?

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB      R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

Petlja se izvršava:  $792 / 8 = 99$  puta

MULD - EX traje 5 ciklusa, ne postoji ME

ADDD - EX traje 3 ciklusa, ne postoji ME

ADD, ADDI, SUB isto nemaju ME fazu

Branch nema ME fazu, odredište grananja se upisuje u PC u EX fazi grananja

63

## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB     R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

[illegible]

64



## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD     F2, F0, F2
ADDI     R2, R2, #8
ADDI     R3, R3, #8
SUB      R5, R4, R2
BNEZ     R5, pon
```

[illegible]

65

## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB      R5, R4, R2
BNEZ    R5, gon
```

	IF	ID	EX ID IF	ME EX ID	WB ME *	WB *	M1	M2	M3	M4	M5	WB																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				

99

## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB     R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

[illegible]

29

## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB     R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

[illegible]

89

## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB      R5, R4, R2
BNEZ    R5, gon
```

[illegible]

69

## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu


pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, <b>pon</b>

	IF	ID	EX	ME	WB																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
--	----	----	----	----	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

02

pon:

[illegible]

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:



	IF	ID	EX	ME	WB																									
		IF	ID	EX	ME	WB																								
			IF	ID	*	*	M1	M2	M3	M4	M5	WB																		
				IF	*	*	ID	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	WB														
							ID	*	*	*	*	*	ID	EX	WB															
													IF	ID	EX	*	WB													
														IF	ID	IF	*	EX	WB											
																	ID	*		EX	WB									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26					

36

## ZADATAK 4 - A

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB     R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

	IF	ID	EX ID IF	ME EX ID IF	WB ME * WB *																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
--	----	----	----------------	----------------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

19 ciklusa traje 1 prolaz kroz petlju

99 prolazaka

**Ukupno:**  $99 \cdot 19 + 1 = 1882$  ciklusa, 1 se dodaje zbog poslednje WB.

73

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB     R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

[illegible]

74

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

```
LD      F0, 0(R2)
LD      F4, 0(R3)
MULD    F0, F0, F4
ADDD    F2, F0, F2
ADDI    R2, R2, #8
ADDI    R3, R3, #8
SUB     R5, R4, R2
BNEZ    R5, pon
```

[illegible]

75

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADDD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, pon

[illegible]

97

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADDD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, pon

[illegible]

22

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, pon

[illegible]

87

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADDD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, pon

[illegible]

62

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, <b>pon</b>

[illegible]

80



**ZADATAK 4 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD F0, 0(R2)  
LD F4, 0(R3)  
MULD F0, F0, F4  
ADDD F2, F0, F2  
ADDI R2, R2, #8  
ADDI R3, R3, #8  
SUB R5, R4, R2  
BNEZ R5, pon



IF	ID	EX	ME	WB																
	IF	ID	EX	ME	WB															
		IF	ID	*	M1	M2	M3	M4	M5	WB										
			IF	*	ID	*	*	*	*	A1	A2	A3	WB							
					IF	*	*	*	*	ID	EX	WB								
										IF	ID	EX	*	WB						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

81

**ZADATAK 4 - B**

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD F0, 0(R2)  
LD F4, 0(R3)  
MULD F0, F0, F4  
ADDD F2, F0, F2  
ADDI R2, R2, #8  
ADDI R3, R3, #8  
SUB R5, R4, R2  
BNEZ R5, pon



IF	ID	EX	ME	WB																
	IF	ID	EX	ME	WB															
			IF	ID	*	M1	M2	M3	M4	M5	WB									
				IF	*	ID	*	*	*	*	A1	A2	A3	WB						
						IF	*	*	*	*	ID	EX	WB							
											IF	ID	EX	*	WB					
												IF	ID	*	EX	WB				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

82

## ZADATAK 4 - B

pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADDD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, pon

	IF	ID	EX	ME	WB															
		IF	ID	EX	ME	WB														
			IF	ID	*	M1	M2	M3	M4	M5	WB									
				IF	*	ID	*	*	*	*	A1	A2	A3	WB						
						IF	*	*	*	*	ID	EX	WB							
											IF	ID	EX	*	WB					
												IF	ID	*	EX	WB				
													IF	*	ID	EX	WB			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

38

## ZADATAK 4 - B

Arhitektura i organizacija računara  
Katedra za računarstvo, Elektronski fakultet u Nišu

pon:

LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, <b>pon</b>

	IF	ID	EX	ME	WB															
	IF	ID	EX	ME	WB															
		IF	ID	*	M1	M2	M3	M4	M5	WB										
			ID	*	ID	*	*	*	*	A1	A2	A3	WB							
					ID	*	*	*	*	ID	EX	WB								
										IF	ID	EX	*	WB						
											IF	ID	*	EX	WB					
												IF	*	ID	EX	WB				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

16 ciklusa traje 1 prolaz kroz petlju

99 prolazaka

**Ukupno:**  $99 \cdot 16 + 1 = 1585$  ciklusa, **1** se dodaje zbog poslednje WB.

84