

ARHITEKTURA I ORGANIZACIJA RAČUNARA 2

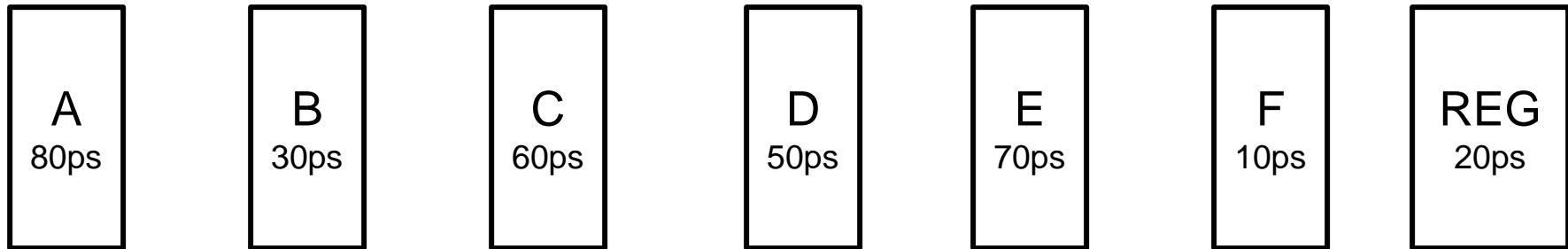
PROTOČNOST

**KATEDRA ZA RAČUNARSTVO
ELEKTRONSKI FAKULTET U NIŠU
UNIVERZITET U NIŠU**

ZADATAK 1

- Kombinatorna 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 registra 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 koji 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. Umećemo tri protočna registra
 - 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.

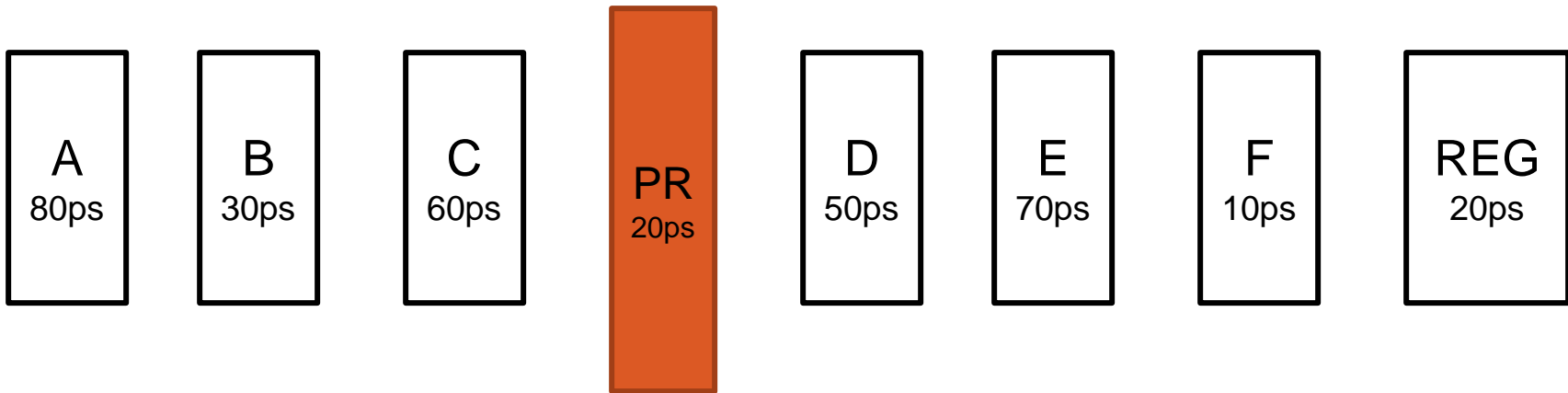
- Latencija – kašnjenje kroz celu mrežu

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

- W – Propusnost – broj podataka koji mogu da se obrade u jedinici vremena

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

ZADATAK 1 - A



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

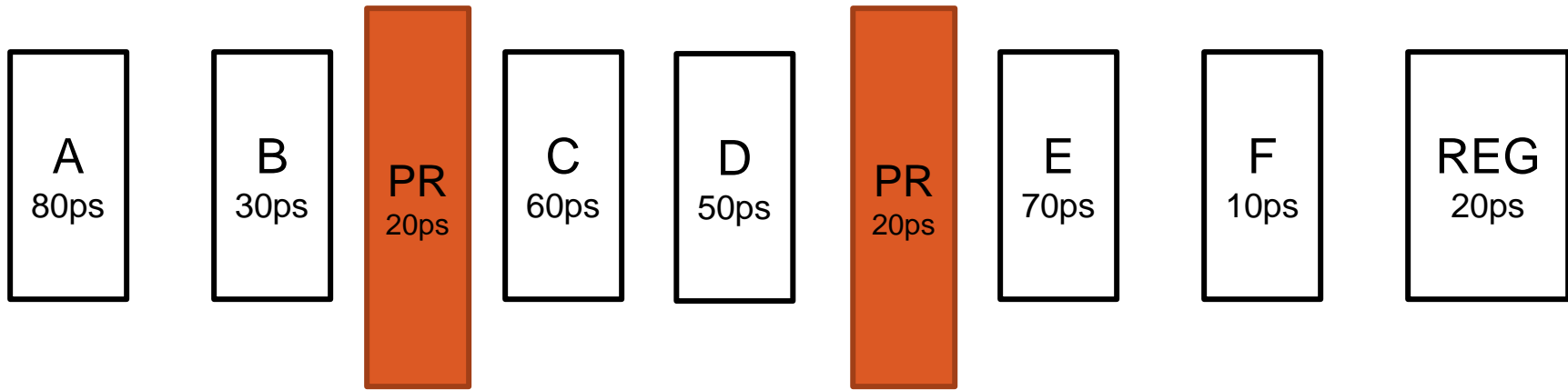
$$D - F = 50 + 70 + 10 = 130ps$$

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

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

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

ZADATAK 1 - B



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

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

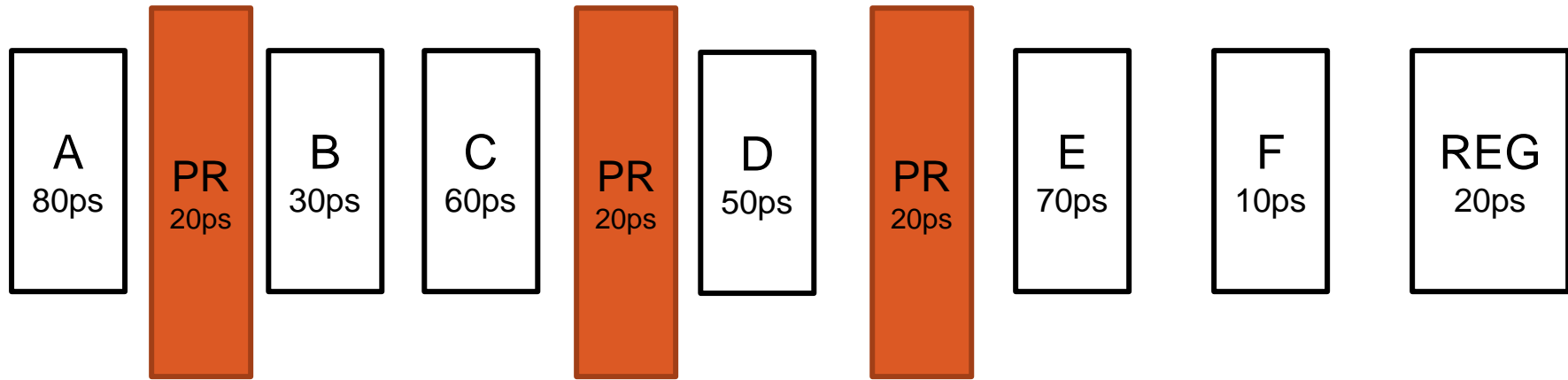
$$E - F = 70 + 10 = 80ps$$

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

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

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

ZADATAK 1 - C

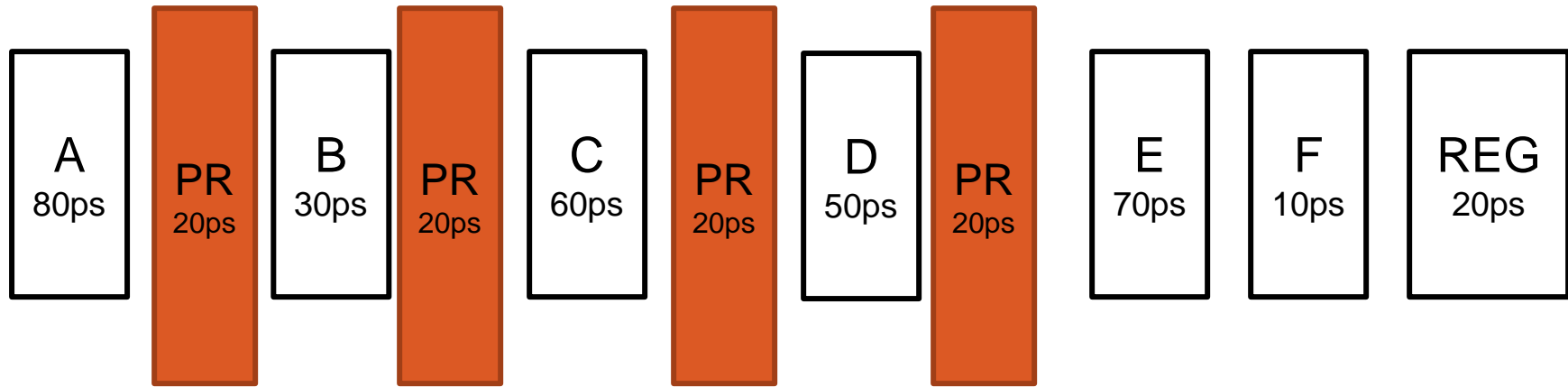


$$\begin{aligned}A &= 80ps \\ B - C &= 30 + 60 = 90ps \\ D &= 50ps \\ E - F &= 70 + 10 = 80ps\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{CC} &= 90 + 20 = 110ps \\ T_{LC} &= 4 \cdot T_{CC} = 4 \cdot 110 = 440ps\end{aligned}$$

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

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 $R2 + 396$.**
 - 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 petlje?
 - B. 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
  
```

$R3 = R2 + 396$

$R4 = R3 - R2$, $R2$ se u svakom koraku povećava za 4

Pogram se vraća na početak dok $R2$ ne postane $R3$

(posle 99 prolaska = $396 / 4 = 99$)

ZADATAK 2

- **IF** – pribavljanje instrukcije
- **ID** – dekodiranje instrukcije, pribavljanje operanada iz registra
- **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 izvorišnih operanada zavisnim instrukcijama pre nego što ih instrukcije proizvođači rezultata upišu u odredišne registre.

ZADATAK 2 - A

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

ZADATAK 2 - A

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

ZADATAK 2 - A

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

ZADATAK 2 - A

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

ZADATAK 2 - A

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

ZADATAK 2 - A

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

ZADATAK 2 - A

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 – 1 prolaz

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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	

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ZADATAK 2 - B

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		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ZADATAK 2 - B

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

ZADATAK 2 - B

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

10 ciklusa – 1 prolaz

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

ZADATAK 3

- Dat je deo programa koji se izvršava na celobrojnom 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 je podatak dostavljen. **Pretpostaviti da se grananjima rukuje predviđanjem da će biti obavljena.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje ovo 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)
  
```


ZADATAK 3

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

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	18	19	20	21	22	23	24

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	18	19	20	21	22	23	24

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	18	19	20	21	22	23	24

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	18	19	20	21	22	23	24

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									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ZADATAK 3 - A

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								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ZADATAK 3 - A

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					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

ZADATAK 3 - A

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		
																			EX	ME	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

ZADATAK 3 - A

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	18	19	20	21	22	23	24

ZADATAK 3 - A

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		
	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	*	*	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	19	20	21	22	23	24

21 ciklus – 1 prolaz

12 prolaska

Ukupno: $21 \cdot 12 + 2 = 254$ ciklusa, 2 se dodaje zbog poslednje ME i WB.

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

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								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

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							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

ZADATAK 3 - B

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			
										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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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

ZADATAK 3 - B

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) ↑

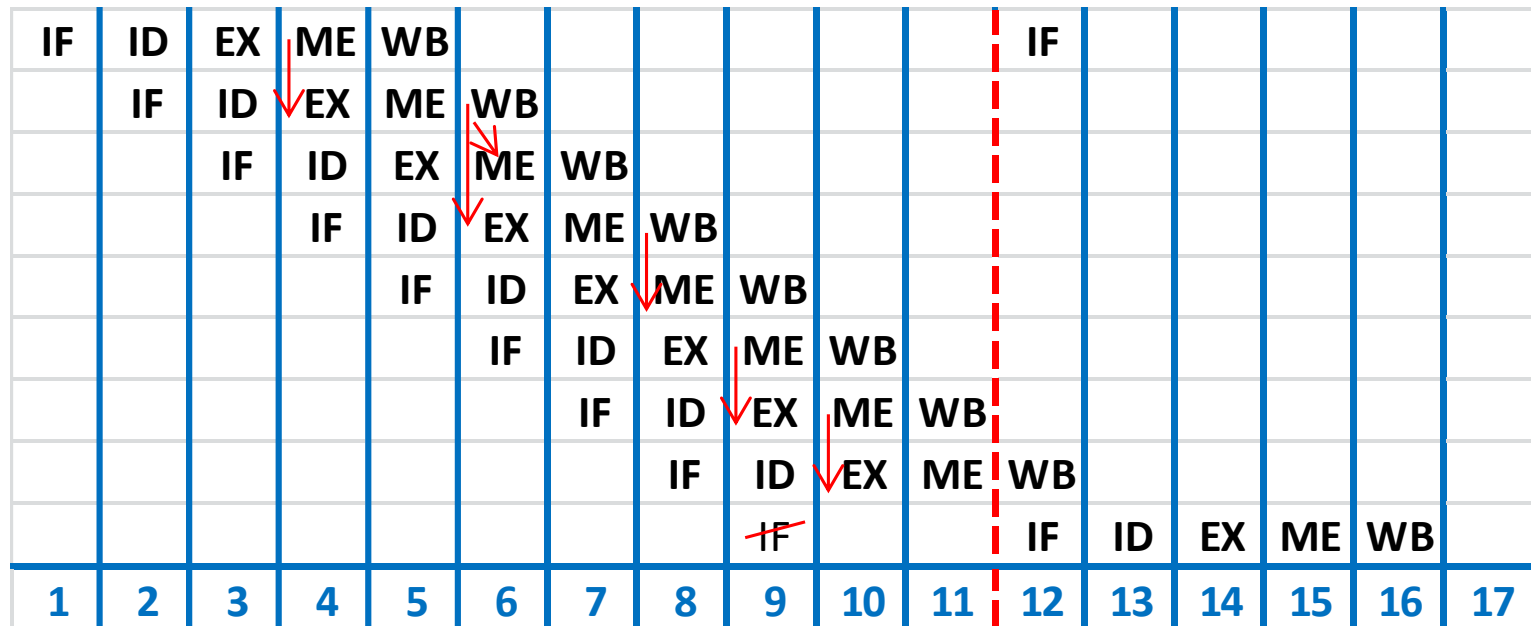


IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX	ME	WB											
		IF	ID	EX	ME	WB										
			IF	ID	EX	ME	WB									
				IF	ID	EX	ME	WB								
					IF	ID	EX	ME	WB							
						IF	ID	EX	ME	WB						
							IF	ID	EX	ME	WB					
								IF	ID	EX	ME	WB				
									IF	ID	EX	ME	WB			
										IF	ID	EX	ME	WB		
1	2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

ZADATAK 3 - B

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) ↑



12 ciklusa – 1 prolaz

11 prolaska

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

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 pogoci keša. **Početni sadržaj registra R4 je R2 + 792.**
 - 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.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje ovo 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

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 pogoci keša. **Početni sadržaj registra R4 je R2 + 792.**
 - 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.** Koliko ciklusa zahteva izvršenje ovo 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: $782 / 8 = 99$ puta

FP:

Množenje traje **7 ciklusa** (nema ME)

Sabiranje traje **4 ciklusa** (nema ME)

ZADATAK 4 - A

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



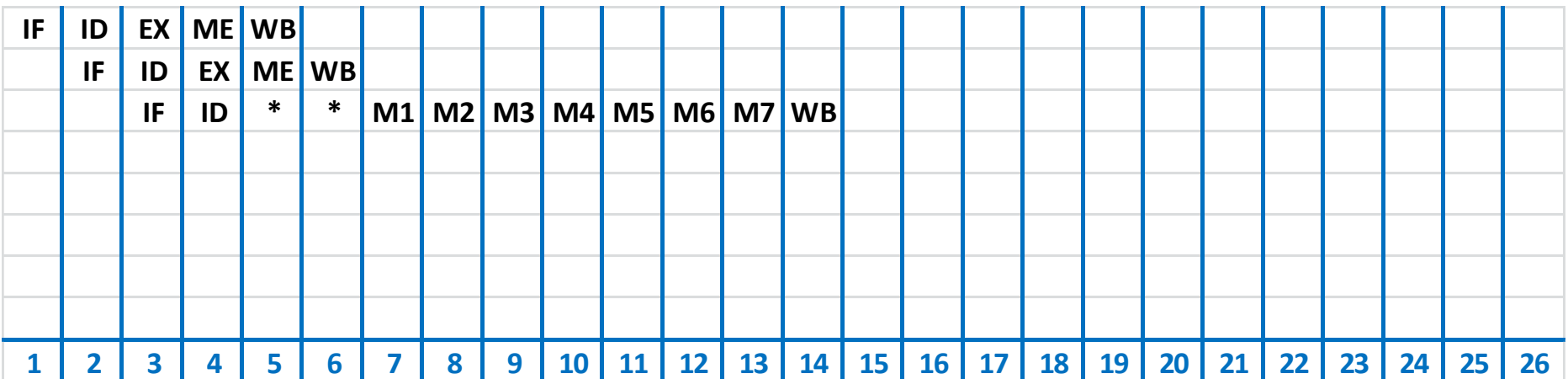
IF	ID	EX	ME	WB																									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				

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																				
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

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

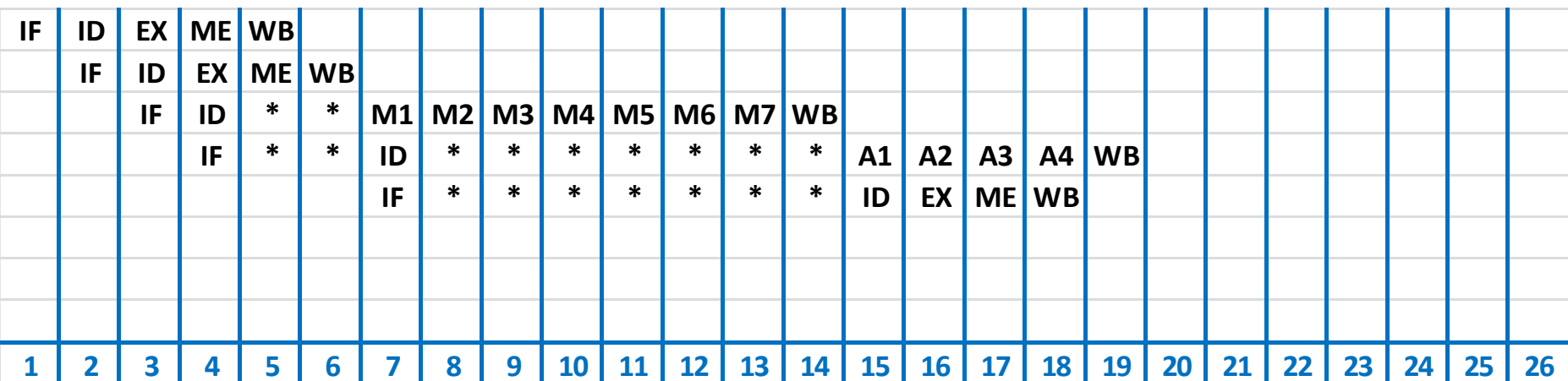


LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADDD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, pon

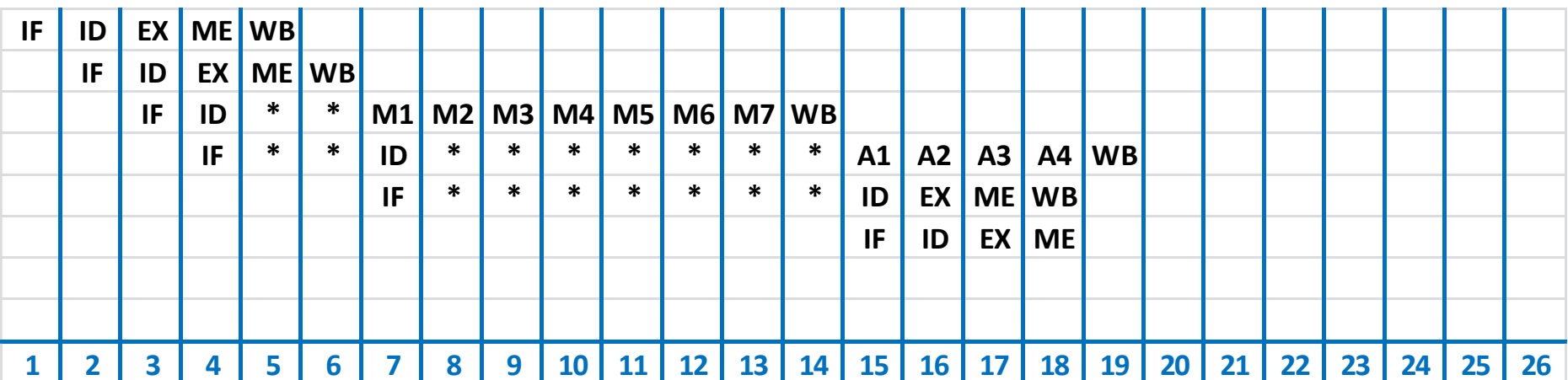


IF	ID	EX	ME	WB																					
	IF	ID	EX	ME	WB																				
		IF	ID	*	*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	WB												
			IF	*	*	ID	*	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	WB							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

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



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



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

99

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



20

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	M6	M7	WB												
			IF	*	*	ID	*	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	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	19	20	21	22	23	24	25	26

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	
	IF	ID	EX	ME	WB																				
		IF	ID	*	*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	WB												
			IF	*	*	ID	*	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	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	19	20	21	22	23	24	25	26

24 ciklusa – 1 prolaz

99 prolaska

Ukupno: $24 \cdot 99 + 1 = 2377$ ciklusa, **1** se dodaje zbog poslednje **WB**.

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																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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

52

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	M6	M7	WB								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	WB				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	WB				
					IF	*	*	*	*	*	*	ID	EX	ME	WB					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	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	19	20	21

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	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	WB				
					IF	*	*	*	*	*	*	ID	EX	ME	WB					
												IF	ID	EX	ME	*	WB			
														ID	EX					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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

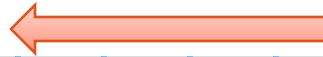


IF	ID	EX	ME	WB																
	IF	ID	EX	ME	WB															
		IF	ID	*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	WB				
					IF	*	*	*	*	*	*	ID	EX	ME	WB					
												IF	ID	EX	ME	*	WB			
													IF	ID	EX	*	ME	WB		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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

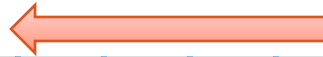


IF	ID	EX	ME	WB																
	IF	ID	EX	ME	WB															
		IF	ID	*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	WB				
					IF	*	*	*	*	*	*	ID	EX	ME	WB					
												IF	ID	EX	ME	*	WB			
													IF	ID	EX	*	ME	WB		
														IF	ID	*	EX			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

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	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	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	19	20	21

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	
	IF	ID	EX	ME	WB															
		IF	ID	*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	WB								
			IF	*	ID	*	*	*	*	*	*	A1	A2	A3	A4	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	19	20	21

19 ciklusa – 1 prolaz

99 prolaska

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