

ARHITEKTURA I ORGANIZACIJA RAČUNARA

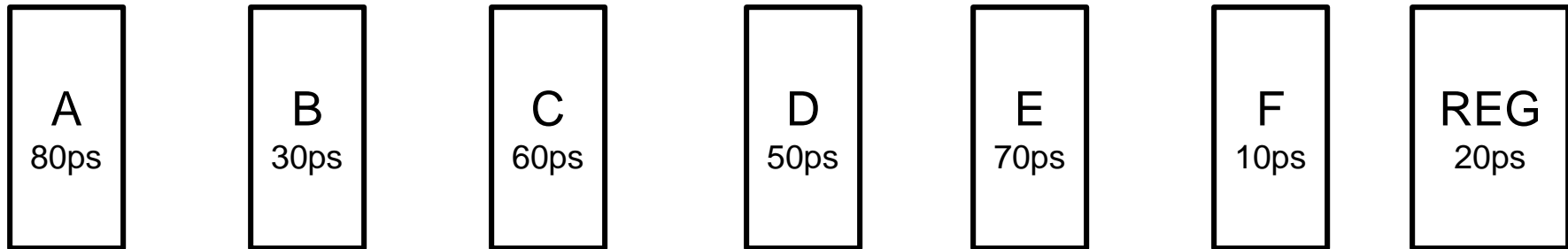
3. DEO

**KATEDRA ZA RAČUNARSTVO
ELEKTRONSKI FAKULTET 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 toliko 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 toliko 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.

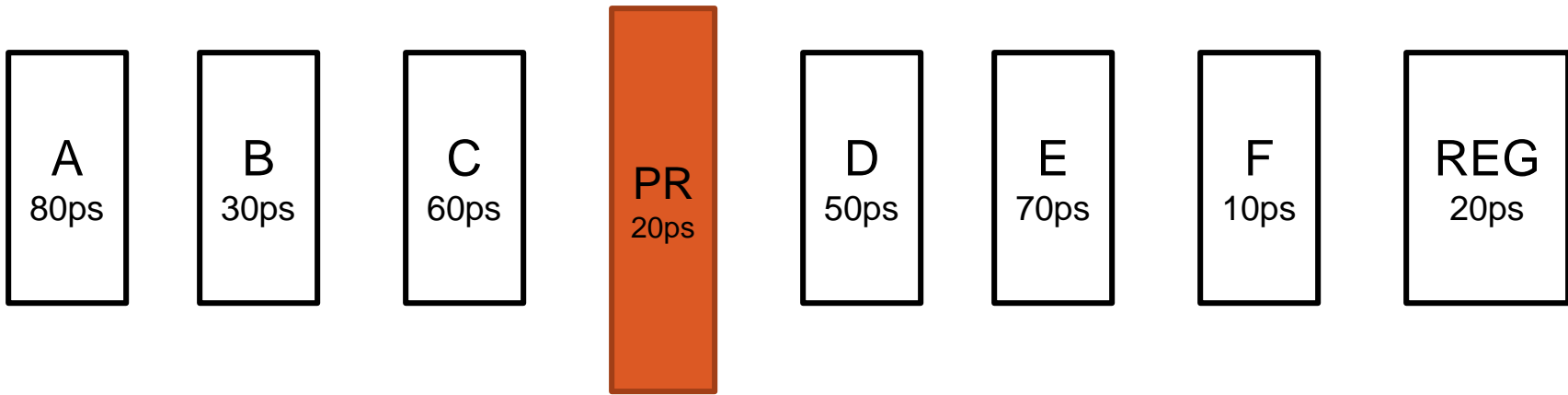
- Latencija – kašnjenje kroz celu mrežu

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

- 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

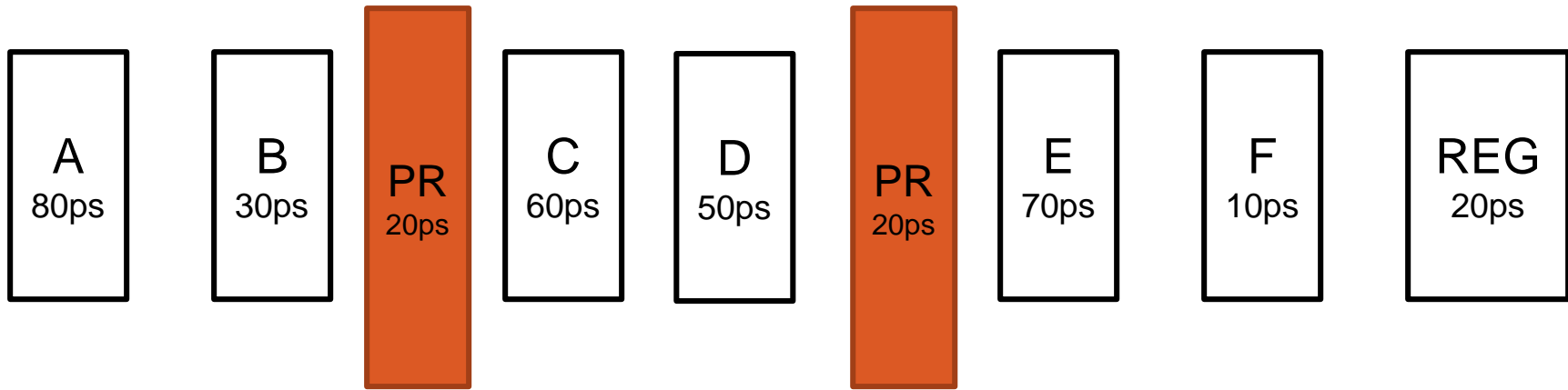


$$A - C = 80 + 30 + 60 = 170ps$$
$$D - F = 50 + 70 + 10 = 130ps$$

$$T_{CA} = 170 + 20 = 190ps$$
$$T_{LA} = 2 \cdot T_{CA} = 2 \cdot 190 = 380ps$$

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

ZADATAK 1 - B



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

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

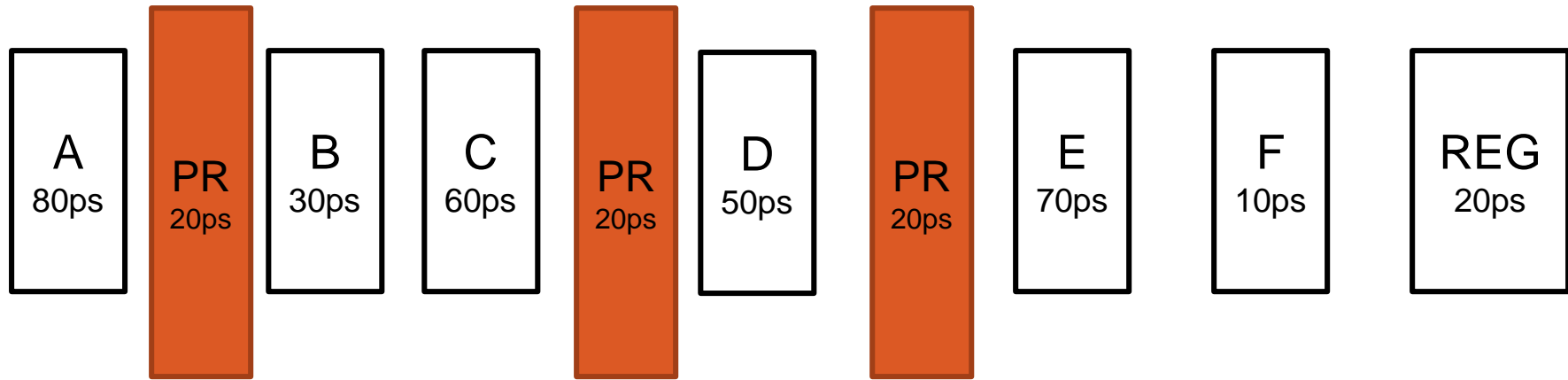
$$E - F = 70 + 10 = 80ps$$

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

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

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

ZADATAK 1 - C

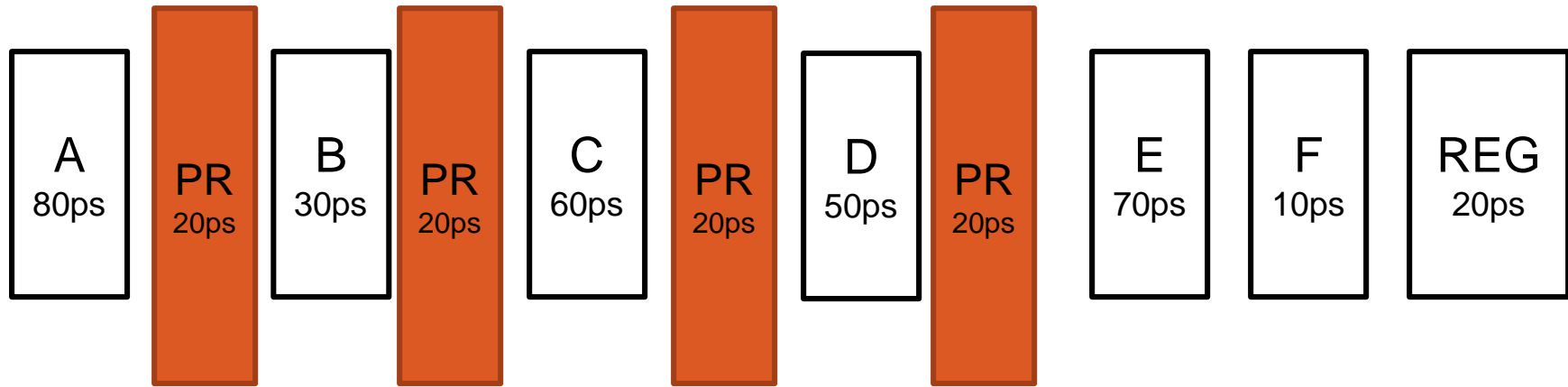


$$\begin{aligned}A &= 80ps \\ B - C &= 30 + 60 = 90ps \\ D &= 50ps \\ E - F &= 70 + 10 = 80ps\end{aligned}$$

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

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

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	*	<div>↓</div> 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)	↑



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													
					ID	*	*	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	*	*	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) ↑

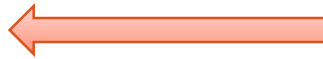


IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

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) ↑

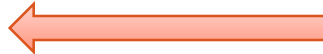


IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX	ME	WB											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

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											
				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									
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)	↑



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]

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

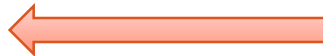
ADDI	R3, R5, #4	↑
LW	R2, 100(R3)	↑
SW	R2, 20(R8)	↑
SLL	R2, R2, #4	↑
SW	R2, 0(R6)	↑
SUBI	R6, R6, #8	↑
SUB	R7, R6, R9	
BNEZ	R7, pon	↑
SW	R9, 100(R7)	↑



ZADATAK 3 - 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) ↑



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)

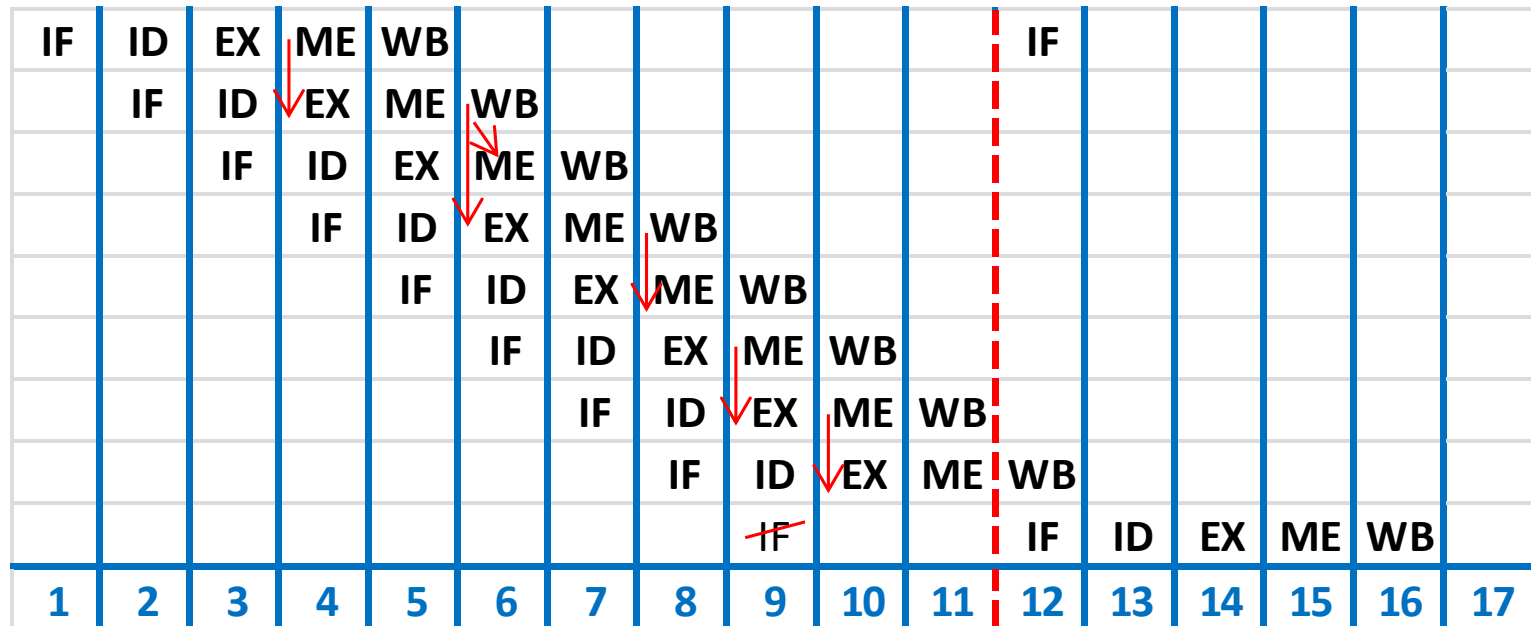


IF	ID	EX	ME	WB												
	IF	ID	EX	ME	WB											
		IF	ID	EX	ME	WB										
			IF	ID	EX	ME	WB									
				IF	ID	EX	ME	WB								
					IF	ID	EX	ME	WB							
						IF	ID	EX	ME	WB						
							IF	ID	EX	ME	WB					
								IF	ID	EX	ME	WB				
									IF	ID	EX	ME	WB			
										IF	ID	EX	ME	WB		
1	2	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:

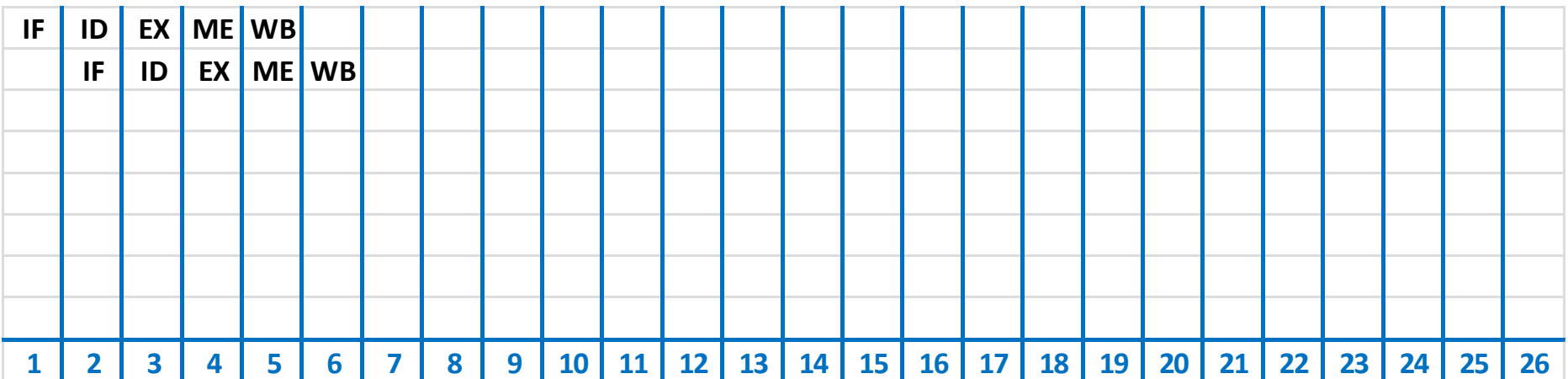
Množenje traje **7 ciklusa** (nema ME)

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

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

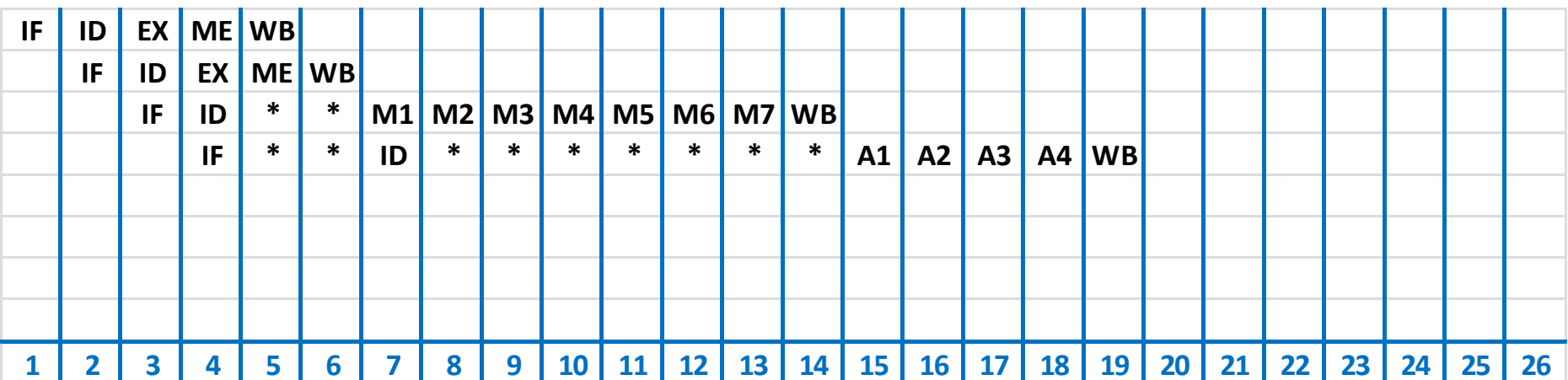


LD	F0, 0(R2)
LD	F4, 0(R3)
MULD	F0, F0, F4
ADDD	F2, F0, F2
ADDI	R2, R2, #8
ADDI	R3, R3, #8
SUB	R5, R4, R2
BNEZ	R5, pon

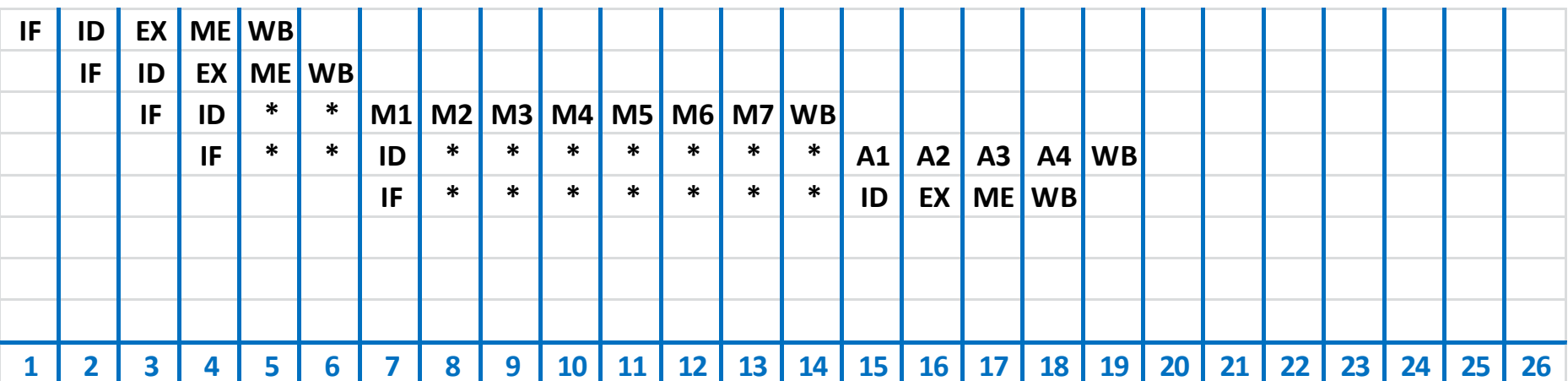


IF	ID	EX	ME	WB																					
	IF	ID	EX	ME	WB																				
		IF	ID	*	*	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	WB												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

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



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

66

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



70

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

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

24 ciklusa – 1 prolaz

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.