

Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

5^ο Εξάμηνο 2019-2020

2^η Σειρά Ασκήσεων

Χρήστος Τσούφης – 03117176

Δόθηκε ο παρακάτω κώδικας και οι αρχικοί καταχωρητές: \$t9 = 0x2000 και \$t1 = 0x1000

```
1.LOOP: LW $t2, 0($t1)
2.      ADDI $t2, $t2, 4
3.      SW $t2, 0($t1)
4.      LW $t5, 0($t2)
5.      ADD $t3, $t4, $t5
6.      LW $t4, 0($t5)
7.      ADD $t5, $t4, $t3
8.      ADDI $t9, $t9, -4
9.      BNE $t9, $t1, LOOP
```

1^ο Ερώτημα

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM	WB					
Εντολή 2		IF	ID			EX	MEM	WB		
Εντολή 3			IF			ID			EX	MEM
Εντολή 4						IF			ID	EX
Εντολή 5									IF	ID
Εντολή 6										IF
Εντολή 7										
Εντολή 8										
Εντολή 9										
Εντολή 1										

Κύκλος	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Εντολή 1										
Εντολή 2										
Εντολή 3	WB									
Εντολή 4	MEM	WB								
Εντολή 5			EX	MEM	WB					
Εντολή 6			ID	EX	MEM	WB				
Εντολή 7			IF	ID			EX	MEM	WB	
Εντολή 8				IF			ID	EX	MEM	WB
Εντολή 9							IF	ID		
Εντολή 1										

Κύκλος	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Εντολή 1										
Εντολή 2										
Εντολή 3										
Εντολή 4										
Εντολή 5										
Εντολή 6										
Εντολή 7										
Εντολή 8										
Εντολή 9	EX	MEM	WB							
Εντολή 1		IF	ID	EX	MEM	WB				

- Οι πιθανοί κίνδυνοι είναι:
 - i. όταν η Εντολή 2 απαιτεί το \$t_2\$, χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η εκτέλεση της Εντολής 1, η οποία αλλάζει του περιεχόμενό του.
 - ii. όμοια, λόγω της εξάρτησης του καταχωρητή \$t_2\$ από τις Εντολές 2 και 3.
 - iii. όμοια, λόγω της εξάρτησης του καταχωρητή \$t_5\$ από τις Εντολές 4 και 5.
 - iv. όμοια, λόγω της εξάρτησης του καταχωρητή \$t_4\$ από τις Εντολές 6 και 7.
 - Ο μοναδικός τρόπος αντιμετώπισης των πιθανών κινδύνων είναι η καθυστέρηση του pipeline.
 - Οι κύκλοι που συνολικά απαιτούνται για να ολοκληρωθεί ο παραπάνω βρόχος είναι οι εξής:

Σε κάθε επανάληψη το \$t1\$ μειώνεται κατά 4, έως ότου γίνει ίσο με το \$t1\$.

$$\Delta\eta\lambda\alpha\delta\eta: \frac{0x2000-0x1000}{4} = \frac{16^3}{4} = 1024 \text{ επαναλήψεις}$$

Επομένως, για τις πρώτες 1023 επαναλήψεις: $1023 \cdot 21 \text{ cc} = 21.483 \text{ cc}$, ενώ για την τελευταία θα είναι 23 cc. Οπότε συνολικά θα είναι: 21.506 cc.

2^ο Ερώτημα

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM/	WB					
Εντολή 2		IF	ID		/EX/	MEM/	WB			
Εντολή 3			IF		ID	/EX	MEM	WB		
Εντολή 4					IF	ID	/EX	MEM/	WB	
Εντολή 5						IF	ID		/EX	MEM
Εντολή 6							IF		ID	EX
Εντολή 7									IF	ID
Εντολή 8										IF
Εντολή 9										
Εντολή 1										

Κύκλος	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Εντολή 1										
Εντολή 2										
Εντολή 3										
Εντολή 4										
Εντολή 5	WB									
Εντολή 6	MEM/	WB								
Εντολή 7		EX	MEM	WB						
Εντολή 8		ID	EX	MEM	WB					
Εντολή 9		IF	ID	EX	MEM	WB				
Εντολή 1					IF	ID	EX	MEM	WB	

- Οι πιθανοί κίνδυνοι είναι οι ίδιοι με πριν.
- Ο τρόπος αντιμετώπισης των πιθανών κινδύνων είναι διαφορετικός. Το pipeline έχει σταματήσει στα μαυρισμένα κελιά ώστε να υπολογιστεί κάποια τιμή από τη μνήμη. Επιπλέον, στις περιπτώσεις που έγινε προώθηση, χρησιμοποιήθηκε η εξής σύμβαση για το '/': Στην αριστερή μεριά όταν χρησιμοποιείται σε αυτό το βήμα κάποια τιμή που προωθήθηκε από άλλο επίπεδο, στη δεξιά όταν προωθείται κάποια τιμή σε άλλο επίπεδο.
- Οι κύκλοι που συνολικά απαιτούνται για να ολοκληρωθεί ο παραπάνω βρόχος είναι οι εξής:
Για τις πρώτες 1023 επαναλήψεις: $1023 \cdot 14 \text{ cc} = 14.322 \text{ cc}$, ενώ για την τελευταία θα είναι 16 cc.
Οπότε συνολικά θα είναι: 14.338 cc.

3^ο Ερώτημα

Ακολουθεί ο παραλλαγμένος κώδικας. Οι όποιες έγιναν με στόχο την αντιμετώπιση των κινδύνων στους οποίους σταμάτησε το pipeline και δεν επηρεάζουν τη λειτουργία του.

```

1.LOOP: LW $t2, 0($t1)
2.      ADDI $t9, $t9, -4
3.      ADDI $t2, $t2, 4
4.      LW $t5, 0($t2)
5.      SW $t2, 0($t1)
6.      ADD $t3, $t4, $t5
7.      LW $t4, 0($t5)
8.      ADD $t5, $t4, $t3
9.      BNE $t9, $t1, LOOP

```

Οι αλλαγές που έγιναν είναι η ανταλλαγή των Εντολών 3, 4 και η προσθήκη της Εντολής 9 ανάμεσα στις 1, 2.

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM/	WB					
Εντολή 2		IF	ID	EX	MEM	WB				
Εντολή 3			IF	ID	/EX/	MEM/	WB			
Εντολή 4				IF	ID	/EX	MEM/	WB		
Εντολή 5					IF	ID	/EX	MEM	WB	
Εντολή 6						IF	ID	/EX	MEM	WB
Εντολή 7							IF	ID	EX	MEM/
Εντολή 8								IF	ID	
Εντολή 9									IF	
Εντολή 1										

Κύκλος	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Εντολή 1										
Εντολή 2										
Εντολή 3										
Εντολή 4										
Εντολή 5										
Εντολή 6										
Εντολή 7	WB									
Εντολή 8	/EX	MEM	WB							
Εντολή 9	ID	EX	MEM	WB						
Εντολή 1			IF	ID	EX	MEM	WB			

- Οι κύκλοι που συνολικά απαιτούνται για να ολοκληρωθεί ο παραπάνω βρόχος είναι οι εξής:
 Για τις πρώτες 1023 επαναλήψεις: $1023 \cdot 12 \text{ cc} = 12.276 \text{ cc}$, ενώ για την τελευταία θα είναι 14 cc.
 Οπότε συνολικά θα είναι: 12.290 cc.