



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**  
 ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
 ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
 www.cslab.ece.ntua.gr

**2η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**  
**Ακ. έτος 2011-2012, 5ο Εξάμηνο Σχολή ΗΜ&ΜΥ**

Δίνεται ο παρακάτω κώδικας :

```

Loop:      lw      $1, 0($2)
           addi   $1, $1, 1
           lw      $5, 4($2)
           add    $1, $1, $5
           sw      $1, 0($2)
           addi   $2, $2, 4
           sub    $4, $3, $2
           bne   $4, $0, Loop
  
```

Exit:

Με βάση τη συνθήκη ελέγχου, το Loop θα εκτελεστεί  $220/4 = 55$  φορές.

A) Στο loop αυτό έχουμε τις εξής εξαρτήσεις δεδομένων:

1. RAW : 2-1(\$1), 4-2(\$1), 4-3(\$5), 5-4(\$1), 7-6(\$2), 8-7(\$4)
2. WAR : 6-5(\$2)
3. WAW: 2-1(\$1)

	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
lw \$1,0(\$2)	F	D	X	M	W																					
addi \$1,\$1,1		F	D	-	-	X	M	W																		
lw \$5, 4(\$2)			F	-	-	D	X	M	W																	
add \$1,\$1,\$5						F	D	-	-	X	M	W														
sw \$1,0(\$2)							F	-	-	D	-	-	X	M	W											
addi \$2,\$2, 4										F	-	-	D	X	M	W										
sub \$4,\$3, \$2												F	D	-	-	X	M	W								
bne \$4,\$0,Loop														F	-	-	D	-	-	X	M	W				
lw \$1,0(\$2)																						F	D	X	M	W

Συνολικά, για την εκτέλεση του βρόχου απαιτούνται  $54*21+22 = 1156$  κύκλοι.

**B)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
lw \$1,0(\$2)	F	D	X	M	W													
addi \$1,\$1,1		F	D	-	X	M	W											
lw \$5,4(\$2)			F	-	D	X	M	W										
add \$1,\$1,\$5					F	D	-	X	M	W								
sw \$1,0(\$2)						F	-	D	X	M	W							
addi \$2,\$2,4								F	D	X	M	W						
sub \$4,\$3,\$2									F	D	X	M	W					
bne \$4,\$0,Loop										F	D	X	M	W				
lw \$1,0(\$2)														F	D	X	M	W

Συνολικά, για την εκτέλεση του βρόχου απαιτούνται  $54 \cdot 13 + 14 = 716$  κύκλοι.

**Γ)** Η χρήση της προώθησης αντιμετώπισε σχεδόν όλες τις καθυστερήσεις με εξαίρεση τα stalls που χρειάζονται μετά τα loads της 1<sup>ης</sup> και της 3<sup>ης</sup> εντολής. Το πρόβλημα αυτό θα μπορούσε να επιλυθεί με κατάλληλη αναδιάταξη του κώδικα.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
lw \$1,0(\$2)	F	D	X	M	W											
lw \$5,4(\$2)		F	D	X	M	W										
addi \$1,\$1,1			F	D	X	M	W									
add \$1,\$1,\$5				F	D	X	M	W								
sw \$1,0(\$2)					F	D	X	M	W							
addi \$2,\$2,4						F	D	X	M	W						
sub \$4,\$3,\$2							F	D	X	M	W					
bne \$4,\$0,Loop								F	D	X	M	W				
lw \$1,0(\$2)												F	D	X	M	W

Συνολικά, για την εκτέλεση του βρόχου απαιτούνται  $54 \cdot 11 + 12 = 606$  κύκλοι.