



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

3η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Ακ. έτος 2016-2017, 5ο Εξάμηνο, Σχολή ΗΜΜΥ

(τμήμα Μ – Ω)

Ημερομηνία Παράδοσης: 8/1/2017

Απορίες στο: ca2016-2017-tmima2@cslab.ece.ntua.gr

Δίνεται το παρακάτω κομμάτι κώδικα σε MIPS assembly:

```
1.      add $s4, $zero, $zero
2.  LOOP:  addi $t0, $s4, 4
3.      sll $t0, $t0, 2
4.      add $t1, $t0, $s2
5.      lw $t2, 0($t1)
6.      sll $t2, $t2, 1
7.      sll $t0, $s4, 2
8.      add $t1, $t0, $s3
9.      sw $t2, 0($t1)
10.     addi $s4, $s4, 1
11.     slti $t0, $s4, 100
12.     bne $t0, $zero, LOOP
```

Υποθέστε ότι ο κώδικας εκτελείται σε επεξεργαστή MIPS που διαθέτει την κλασική σωλήνωση (pipeline) 5 σταδίων (**IF, ID, EX, MEM, WB**) όπου η εγγραφή σε έναν καταχωρητή γίνεται στο πρώτο μισό του κύκλου, ενώ η ανάγνωση από αυτόν στο δεύτερο μισό του ίδιου κύκλου. Υποθέστε, επίσης, ότι όλες οι αναφορές στη μνήμη ικανοποιούνται στον ίδιο κύκλο, ενώ κατά τον εντοπισμό μιας εντολής άλματος κατά συνθήκη, ο επεξεργαστής κάνει stall τη σωλήνωση μέχρι την επίλυση, η οποία πραγματοποιείται στο στάδιο **EX**.

A. Αν δεν υπάρχουν σχήματα προώθησης, εκτελέστε την 1^η επανάληψη του βρόχου (μέχρι και την πρώτη εντολή της 2^{ης} επανάληψης). Δείξτε σε ένα διάγραμμα χρονισμού (όπως αυτό που παρουσιάζεται στη συνέχεια) τα διάφορα στάδια της σωλήνωσης από τα οποία διέρχονται οι παραπάνω εντολές. Υποδείξτε και εξηγήστε τους πιθανούς κινδύνους (*hazards*) που μπορούν να προκύψουν κατά την εκτέλεση, καθώς και

τον τρόπο με τον οποίο αντιμετωπίζονται. Πόσοι κύκλοι απαιτούνται για την εκτέλεση ολόκληρου του βρόχου;

Instructions	1	2	3	4	5	6	...
instruction1	IF	ID	EX	MEM	WB		
instruction2		IF	ID	EX	MEM	WB	
...		

Β. Για την ίδια ακολουθία εντολών δείξτε και πάλι το χρονισμό της σωλήνωσης, θεωρώντας όμως τώρα ότι υπάρχουν όλα τα δυνατά σχήματα προώθησης που είδαμε στο μάθημα. Πόσοι κύκλοι απαιτούνται τώρα για να ολοκληρωθεί η εκτέλεση του βρόχου;

Γ. Θεωρώντας την ίδια σωλήνωση με το ερώτημα Β, μπορείτε να επιτύχετε ακόμα καλύτερη επίδοση τροποποιώντας τον κώδικα (χωρίς βέβαια να αλλάξει η σημασιολογία του προγράμματος); Αν ναι, δείξτε όπως και πριν το διάγραμμα χρονισμού για την 1^η επανάληψη του βρόχου, υποδεικνύοντας τις προωθήσεις που γίνονται. Πόσοι κύκλοι απαιτούνται τώρα για την εκτέλεση του βρόχου;

* * *

Παραδοτέο της άσκησης θα είναι ηλεκτρονικό κείμενο (pdf, doc/docx ή odt) που θα περιέχει τις απαντήσεις των τριών μερών. Το έγγραφο πρέπει να φέρει τα στοιχεία σας (όνομα, επώνυμο και αριθμό μητρώου).