



## ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ & ΥΛΙΚΟΥ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΗΡΥ 312

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2022-2023**

### **Φάση 2 - Σχεδίαση Επεξεργαστή πολλαπλών Κύκλων**

#### **Σκοπός**

Σκοπός της άσκησης είναι η μετατροπή του επεξεργαστή ενός κύκλου που σχεδιάσατε στην φάση 1 σε επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων.

#### **Προαπαιτούμενα**

Να είναι λειτουργική η σχεδίαση του επεξεργαστή ενός κύκλου

#### **Διεξαγωγή**

##### **A) Μετατροπή του datapath του επεξεργαστή ενός κύκλου σε datapath πολλαπλών κύκλων**

Μελετήστε το datapath που υλοποιήσατε στην Φάση 1 και προσθέστε καταχωρητές μεταξύ των βαθμίδων όπου χρειάζεται, ώστε να κρατάτε τις τιμές για σήματα που παράγονται από μια βαθμίδα και πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε επόμενη. Επιπλέον δείτε τι αλλαγές κρίνετε απαραίτητες, σε επίπεδο σχεδίασης του datapath ή σε επίπεδο διεπαφής.

##### **B) Σχεδιασμός και υλοποίηση της μονάδας ελέγχου (control)**

Σχεδιάστε τη μονάδα ελέγχου, η οποία θα είναι μια Μηχανή Πεπερασμένων Καταστάσεων (FSM) που θα ελέγχει τη ροή εκτέλεσης της κάθε εντολής γεννώντας τα απαιτούμενα σήματα ελέγχου σε κάθε κύκλο ρολογιού. Η FSM έχει σαν είσοδο την εντολή (το opcode), πιθανώς flags όπως το Zero, κ.λ.π., και σαν εξόδους όλα τα σήματα ελέγχου του Datapath. Η FSM θα αντικαταστήσει τη μονάδα ελέγχου που είχατε φτιάξει για τον επεξεργαστή ενός κύκλου στη φάση 1.

## Γ) Ολοκλήρωση και έλεγχος ορθότητας

Συνδέστε το datapath με το control για να υλοποιήσετε την πλήρη λειτουργία ενός επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων. Δείξτε την ορθότητα της σχεδίασής σας με χρήση διαφορετικών εντολών.

## Φάση 3 - Σχεδίαση επεξεργαστή pipeline

### Σκοπός

Μετατροπή του επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων σε επεξεργαστή pipeline.

### Προαπαιτούμενα

Λειτουργική σχεδίαση επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων.

### Διεξαγωγή

#### Α) Αλλαγές στο datapath του επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων σε Pipeline datapath

Προσθέστε τους κατάλληλους καταχωρητές pipeline όπου κρίνετε ότι χρειάζεται ώστε για όλες τις βαθμίδες του datapath που υλοποιήσατε στην 2<sup>η</sup> φάση η έξοδος της κάθε βαθμίδας να γίνεται είσοδος στην επόμενη. Λάβετε επιπρόσθετα υπόψη ότι χρειάζεται προώθηση (forwarding) ή/και stalls για την αντιμετώπιση των κινδύνων δεδομένων (datahazards). Βάσει αυτού υλοποιήστε τις απαιτούμενες επεκτάσεις στη σχεδίαση σας.

#### Β) Σχεδιασμός και υλοποίηση της μονάδας ελέγχου (control)

Σχεδιάστε τη μονάδα ελέγχου ώστε να δημιουργεί τα απαιτούμενα σήματα ελέγχου για κάθε εντολή. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε είτε τη μονάδα ελέγχου του επεξεργαστή ενός κύκλου (Φάση 1) είτε τη μονάδα ελέγχου του επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων (2<sup>η</sup> φάση) ως σημείο εκκίνησης. Ανάλογα με τη σχεδίαση της μονάδας ελέγχου που θα χρησιμοποιήσετε ως σημείο εκκίνησης, θα χρειαστεί να κάνετε και τις απαιτούμενες αλλαγές. Ακολουθήστε τη θεωρία για να σχεδιάσετε το control για τον pipeline επεξεργαστή σύμφωνα και με τα παραδείγματα που παρουσιάστηκαν στις διαλέξεις. Λάβετε υπόψη ότι υπάρχουν και datahazards μεταξύ εντολών που μπορούν να αντιμετωπιστούν με forwarding ή/και με stalls, και πιθανό να χρειαστούν επιπλέον επεκτάσεις στο control (ανάλογα με τη συνολική σχεδίαση του επεξεργαστή σας). Προτείνεται να βασιστείτε στην μονάδα ελέγχου του επεξεργαστή ενός κύκλου ως σημείο εκκίνησης.

## Γ) Ολοκλήρωση και έλεγχος ορθότητας

Συνδέστε το datapath με το control ώστε να υλοποιήσετε την πλήρη λειτουργία ενός pipeline επεξεργαστή. Δείξτε την ορθότητα της σχεδίασής σας με ένα δικό σας πρόγραμμα αναφοράς το οποίο θα περιλαμβάνει μόνο τις εντολές li, lw, sw, add(πολλές φορές την καθεμιά) ώστε να φανεί η λειτουργία του pipeline και η αντιμετώπιση των κινδύνων δεδομένων.