

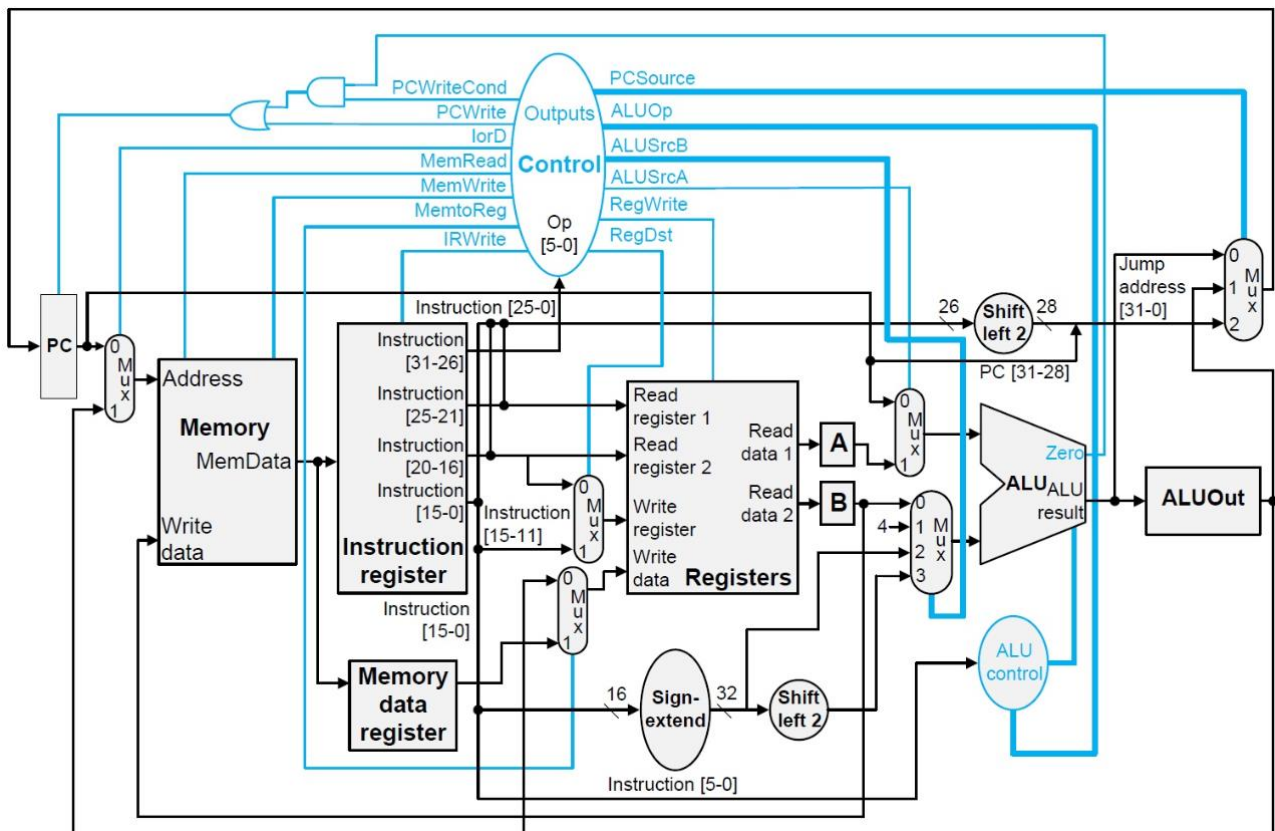
Ημερομηνία Ανακοίνωσης Άσκησης: **12.02.2025**Ημερομηνία Εξέτασης Άσκησης: **05.03.2025**

Εργαστηριακή Άσκηση 2

Υλοποίηση επεξεργαστή MIPS32 πολλαπλών κύκλων (multi-cycle)

Περιγραφή Εργαστηριακής Άσκησης 2:

Σκοπός της άσκησης αυτής είναι η υλοποίηση ενός επεξεργαστή τύπου RISC (MIPS32) σε γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου. Συγκεκριμένα, πρέπει να υλοποιήσετε έναν προσομοιωτή (simulator) του επεξεργαστή που θα μπορεί να εκτελεί ένα οποιοδήποτε πρόγραμμα γραμμένο σε γλώσσα assembly με ακρίβεια κύκλου (cycle-accurate). Ο επεξεργαστής πρέπει να υλοποιεί διάδρομο δεδομένων **πολλαπλών κύκλων (multi-cycle)**, ακριβώς όπως φαίνεται στο πιο κάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 1. Επεξεργαστής MIPS32 πολλαπλών κύκλων (multi-cycle)

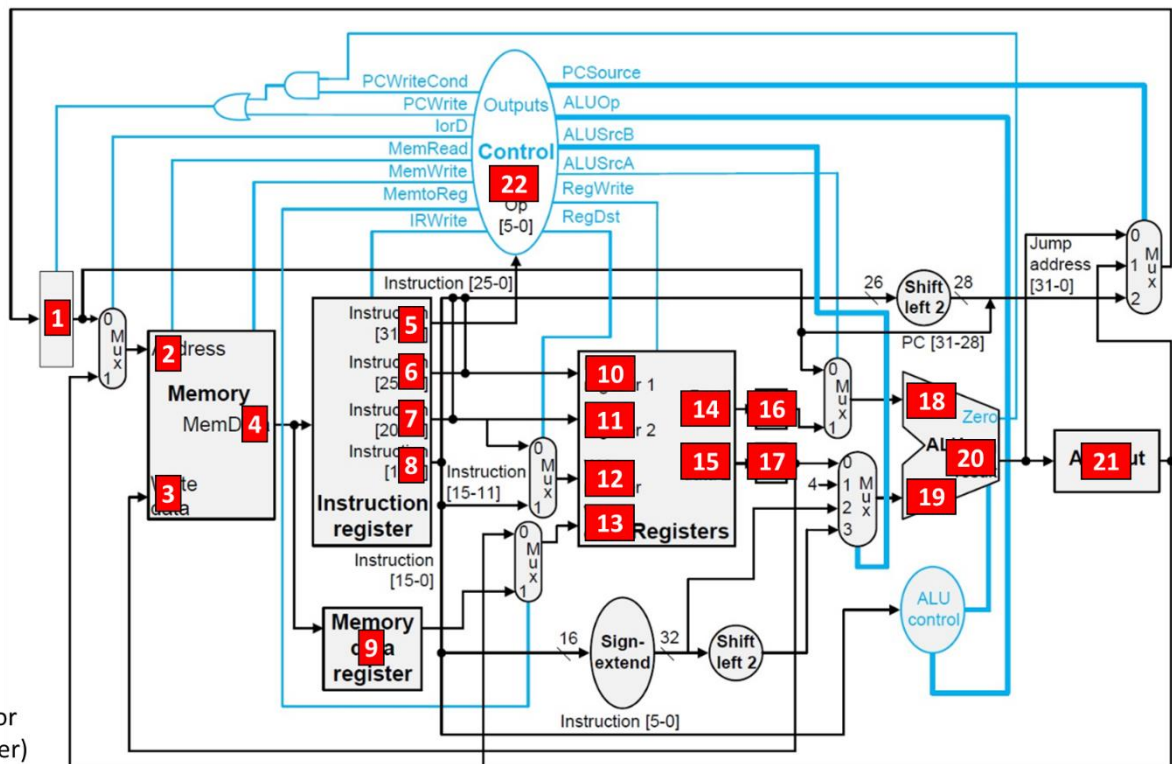
Ο επεξεργαστής που πρέπει να υλοποιήσετε θα εκτελεί μόνο ένα υποσύνολο των εντολών της Αρχιτεκτονικής Συνόλου Εντολών (ISA) MIPS32. Ο επεξεργαστής πρέπει να μπορεί να εκτελεί τις ακόλουθες **25 εντολές**:

Add	add
Add Immediate	addi
Add Imm. Unsigned	addiu
Add Unsigned	addu
And	and
And Immediate	andi
Branch On Equal	beq
Branch On Not Equal	bne
Jump	j
Jump And Link	jal
Jump Register	jr
Load Upper Imm.	lui
Load Word	lw
Nor	nor
Or	or
Or Immediate	ori
Set Less Than	slt
Set Less Than Imm.	slti
Set Less Than Imm. Unsigned	sltiu
Set Less Than Unsig.	sltu
Shift Left Logical	sll
Shift Right Logical	srl
Store Word	sw
Subtract	sub
Subtract Unsigned	subu

Λειτουργία προσομοιωτή, είσοδοι (inputs), και έξοδοι (outputs):

Ο προσομοιωτής του επεξεργαστή πρέπει να έχει την εξής λειτουργικότητα:

- (1) Να δέχεται σαν είσοδο (input) ένα αρχείο που θα περιέχει κώδικα assembly, ακριβώς όπως τα αρχεία που χρησιμοποιούσατε σαν input στον προσομοιωτή QtSpim στο μάθημα HMY 213.
- (2) Ο προσομοιωτής πρέπει να εκτελεί διαδοχικά όλες τις εντολές που εμπεριέχονται στο αρχείο εισόδου (βλέπε σημείο (1) πιο πάνω), τη μια μετά την άλλη, κύκλο προς κύκλο.
- (3) Στο τέλος του κάθε κύκλου, πρέπει να ενημερώνονται (α) το αρχείο καταχωρητών, και (β) η κύρια μνήμη.
- (4) Σε κάθε κύκλο, ο προσομοιωτής πρέπει να είναι σε θέση να εκτυπώνει σε αρχείο εξόδου (output) τις τιμές των συγκεκριμένων σημάτων «**monitor (observer)**» (δηλαδή, σήματα παρατήρησης) που φαίνονται στο πιο κάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 2. Τα σήματα παρατήρησης (monitors/observers) που πρέπει να εκτυπώνονται σαν έξοδος (output) σε κάθε κύκλο εκτέλεσης ενός προγράμματος assembly.

(5) Στα πλαίσια της εργαστηριακής αυτής άσκησης, θα σας δοθεί ένα πρόγραμμα assembly ως αρχείο εισόδου (input). Ο προσομοιωτής σας θα πρέπει να εκτελέσει ολόκληρο το πρόγραμμα, και στο τέλος της εκτέλεσης του προγράμματος, ο προσομοιωτής θα δημιουργήσει ένα αρχείο εξόδου (output) που θα περιέχει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- I. Τα περιεχόμενα (τιμές) του αρχείου καταχωρητών, της κύριας μνήμης, και των σημάτων παρατήρησης (βλέπε το σημείο (4) πιο πάνω) **σε συγκεκριμένους κύκλους ρολογιού** (π.χ., στους κύκλους εκτέλεσης 10, 50, 100, κλπ.). Οι συγκεκριμένοι κύκλοι θα σας ανακοινωθούν την ημέρα της εξέτασης του εργαστηρίου.
- II. Τα **τελικά περιεχόμενα του αρχείου καταχωρητών και της κύριας μνήμης** μετά το τέλος ολόκληρης της εκτέλεσης του προγράμματος assembly
- III. Το αρχείο εξόδου πρέπει να περιλαμβάνει και το **συνολικό χρόνο εκτέλεσης** του προσομοιωτή σε **nanoseconds**

(6) Το αρχείο εξόδου που θα παραχθεί από τον προσομοιωτή σας (βλέπε το σημείο (5) πιο πάνω) θα παραδοθεί στον BlackBoard στο τέλος της εξέτασης του εργαστηρίου για να χρησιμοποιηθεί στη βαθμολόγηση της εργαστηριακής άσκησης. Σημειώνεται ότι **η βαθμολογία θα βασιστεί στο περιεχόμενο του αρχείου εξόδου και του πηγαίου κώδικα του προσομοιωτή σας.**

Σημειώσεις:

(α) Ο παρατηρητής (monitor/observer) 22 στο Διάγραμμα 2 πιο πάνω παρατηρεί όλα τα σήματα εξόδου της μονάδας ελέγχου (control unit) του επεξεργαστή. Δηλαδή, **για τον παρατηρητή 22, ο προσομοιωτής σας πρέπει να καταγράφει τις τιμές όλων των εξόδων την μονάδας ελέγχου** (δηλ.,

τις τιμές όλων των σημάτων ελέγχου) σε κάθε κύκλο εκτέλεσης ενός προγράμματος. Όλοι οι έξοδοι της μονάδας ελέγχου απεικονίζονται με χρώμα γαλάζιο στο Διάγραμμα 2.

(β) Ο καταχωρητής \$gp (R28) πρέπει να αρχικοποιηθεί στην τιμή 0x10008000 και ο καταχωρητής \$sp (R29) στην τιμή 0x7ffffffc

(γ) Οι λεπτομέρειες της λειτουργίας του διαδρόμου δεδομένων και της μονάδας ελέγχου του επεξεργαστή MIPS32 πολλαπλών κύκλων (multi-cycle) περιγράφονται στις σημειώσεις (διαφάνειες) του μαθήματος, καθώς και στο βιβλίο (για περισσότερες λεπτομέρειες):

- D. A. Patterson and J. L. Hennessy, *Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface*, Morgan Kaufmann, 5th Edition, 2013, ISBN-13: 978-0124077263.

Συνιστάται οι φοιτητές/τριες όπως ανατρέξουν στα προαναφερθέντα για να φρεσκάρουν τις γνώσεις τους γύρω από τη λειτουργία ενός MIPS επεξεργαστή. Για υπενθύμιση, η διδάσκουσα θα επαναλάβει εν συντομία τις λεπτομέρειες λειτουργίας ενός επεξεργαστή σε διάλεξη που θα πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του εργαστηρίου του HMY 314.