



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ & ΥΛΙΚΟΥ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ:  
Οργάνωση Υπολογιστών  
HPY 302  
<http://www.mhl.tuc.gr>  
ΕΑΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2024

## Εργαστηριακή Άσκηση 1

Αριθμός Ομάδας: 56

Ονοματεπώνυμο 1: Χαϊντούτη Μαρία

Ονοματεπώνυμο 2: Χειλαδάκης Νικόλαος

**Σκοπός της άσκησης:** Ο σκοπός της εργαστηριακής άσκησης 1 είναι η σχεδίαση και η υλοποίηση ενός επεξεργαστή με χρήση της γλώσσας περιγραφής υλικού (VHDL) και των εργαλείων της Xilinx. Κατά την διάρκεια της άσκησης, καλούμαστε να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε διάφορα τμήματα ενός επεξεργαστή, όπως η μονάδα αριθμητικών και λογικών πράξεων (ALU), ενός αρχείου καταχωρητών (RF), της μονάδας ανάκλησης, αποκωδικοποίησης και εκτέλεσης εντολών και την μονάδα πρόσβασης μνήμης (IF, DEC, EXEC, MEM). Στη συνέχεια, απαιτείται η ένωση των παραπάνω τμημάτων (Datapath) και ο σχεδιασμός μιας μονάδας ελέγχου (Control Unit), η οποία θα διαχειρίζεται τα σήματα ελέγχου για κάθε εντολή που εκτελείται.

**Περιγραφή της Σχεδίασης:** Η υλοποίηση του συστήματος αποτελείται από τρείς φάσεις και έγινε ακολουθώντας, ως επί το πλείστον, τα σχήματα και τις οδηγίες της άσκησης.

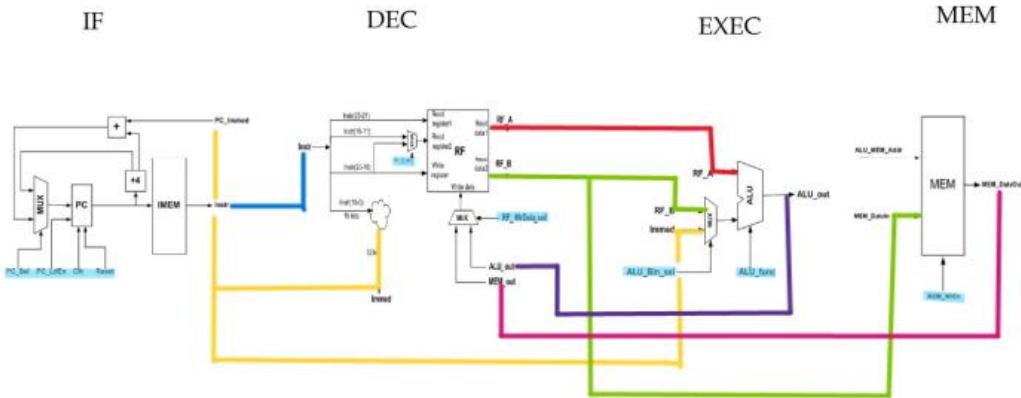
Η πρώτη φάση είναι η σχεδίαση της μονάδας Αριθμητικών και Λογικών Πράξεων (ALU) και του αρχείου καταχωρητών (RF). Η ALU εκτελεί τις αριθμητικές και λογικές λειτουργίες του συστήματος και το αρχείο καταχωρητών διαχειρίζεται το σύνολο των γενικών καταχωρητών. Επιτρέπει την εγγραφή (όταν RF\_WrEn = ‘1’) και ανάγνωση (μέσω του ‘mux2\_5bits’). Η επιλογή των καταχωρητών που θα διαβαστούν γίνεται με βάση τις εντολές.

Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την σχεδίαση βασικών βαθμίδων του Datapath ενός απλού επεξεργαστή. Οι βαθμίδες είναι ακόλουθες: IF, DEC, EXEC, MEM. Η μονάδα ανάκλησης εντολών (Instruction Fetch) αναλαμβάνει να ανακτήσει την επόμενη εντολή που πρόκειται να εκτελεστεί, χρησιμοποιώντας τον καταχωρητή PC\_Register, για να αποθηκεύσει την επόμενη διεύθυνση εντολής, η οποία αυξάνεται κατά 4 σε κάθε κύκλο του ρολογιού. Η μονάδα αποκωδικοποίησης εντολών (Decode) είναι υπεύθυνη για την αποκωδικοποίηση της εντολής που ανακτήθηκε στο προηγούμενο στάδιο. Τα δεδομένα της εντολής και οι εντολές εγγραφής, ωστόσο, ανακτώνται από τον Register File. Περιλαμβάνει ακόμα έναν μετατροπέα (converter), οποίος

μετατρέπει μια είσοδο 16 bit σε έξοδο με 32 bit εκτελώντας λειτουργίες επέκτασης ή μετατόπισης των bits εισόδου ανάλογα με τις τιμές ελέγχων (immed\_sel). Στη συνέχεια, η μονάδα εκτέλεσης εντολών (Execution Unit) περιλαμβάνει την ALU, η είσοδοι της οποίας περνούν μέσω ενός πολυπλέκτη προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη. Η έξοδος της ALU μεταβιβάζεται στο τελικό στάδιο, το στάδιο της πρόσβασης μνήμης (Memory). Σε αυτό, εκτελούνται λειτουργίες εγγραφής και ανάγνωσης, των οποίων τα δεδομένα ανταλλάσσονται με την RAM(χρησιμοποιείται για αποθήκευση και ανάγνωση των δεδομένων από την μνήμη).

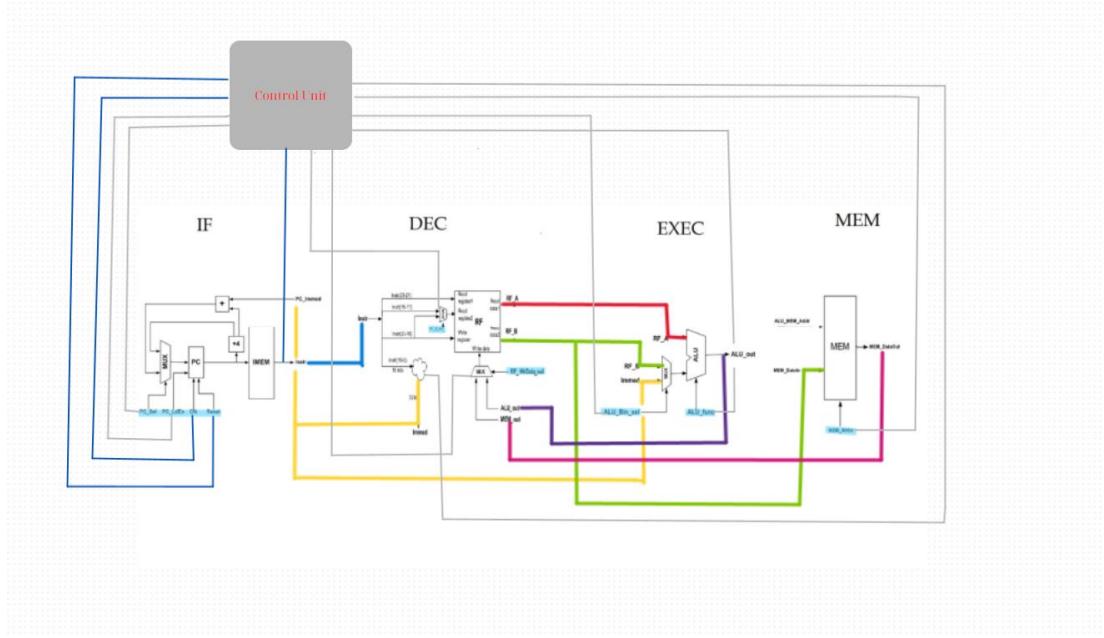
Η τρίτη φάση είναι η ολοκλήρωση ενός επεξεργαστή ενός κύκλου σχεδιάζοντας το Datapath και την μονάδα ελέγχου (Control Unit). Στο Datapath, το οποίο αποτελείται από τις παραπάνω βαθμίδες, γίνονται οι συνδέσεις προκειμένου το σύστημα να γίνει ενιαίο. Επομένως, είναι υπεύθυνο τόσο για την εκτέλεση των υπολογισμών, όσο και την διαχείριση των δεδομένων.

Ακολουθεί το block diagram για το Datapath, στο οποίο φαίνονται καθαρά οι συνδέσεις μεταξύ των επιμέρους τμημάτων, καθώς και οι είσοδοι του, οι οποίες είναι υπογραμμισμένες με γαλάζιο χρώμα, εκ των οποίων, όμως λείπει από το διάγραμμα το σήμα για την ενεργοποίηση εγγραφής ενός καταχωρητή (RF\_WrEn):



Ακολούθως, υλοποιείται η μονάδα ελέγχου, η οποία διαχειρίζεται την ροή των εντολών και ελέγχει τις διάφορες λειτουργίες ενός επεξεργαστή, που έχει σύνολο εντολών σε κωδική μορφή. Περιλαμβάνει αναγνώριση εντολών μέσω του opcode, για να πάρει τον τύπο (R / I type) και τις παραμέτρους της (rs, rd, rt, func, immediate). Αποφασίζει την επόμενη εντολή που θα εκτελεστεί βάσει των συνθηκών και εντολών ελέγχου.

Ακολουθεί το block diagram για το Control Unit σε σύνδεση με το Datapath. Τα σκούρο μπλε σήματα είναι οι είσοδοι της μονάδας ελέγχου και τα γκρί είναι οι έξοδοι της:



Τέλος, δημιουργείται ένα συνολικό σύστημα (System), στο οποίο συνδέεται το Datapath με το Control Unit. Τα δύο υποσυστήματα συνδέονται μέσω των εσωτερικών σημάτων που ορίζονται στο System. Τα σήματα ελέγχου και οι εισόδοι/εξόδοι που διαχειρίζονται από το Control μεταφέρονται στο Datapath για την εκτέλεση των αντίστοιχων ενεργειών.

### Παρατηρήσεις:

- Το αρχείο **.coe** περιέχει τις εντολές που εκτελούνται και εισέρχονται στη ROM (Read-Only Memory) του IF (Instruction Fetch) STAGE. Περιγράφει τις διευθύνσεις μνήμης και τις αντίστοιχες εντολές που αποθηκεύονται σε αυτές τις διευθύνσεις. Αυτό το αρχείο χρησιμοποιείται για να την αρχικοποίηση της μνήμης με τις αρχικές τιμές που θα φορτωθούν στο σύστημα. Το `memory_initialization_radix` που ισούται με 2 σημαίνει ότι οι εντολές αναπαρίστανται σε δυαδική μορφή και το `memory_initialization_vector` περιέχει τις δυαδικές αναπαραστάσεις των εντολών που εκτελούνται. Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μια διεύθυνση μνήμης και την εντολή που πρέπει να εκτελεστεί από αυτή τη διεύθυνση.