17/4/2018

# 4ή Εργαστηριακή Άσκηση

**ΥΛΟΠΟΊΗΣΉ ΣΎΝΘΕΤΩΝ ΕΝΤΟΛΏΝ ΣΕ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΉ ΠΟΛΛΑΠΛΏΝ ΚΎΚΛΩΝ**

Ομάδα LAB31235515

|  |
| --- |
| *ΧΡΗΣΤΟΣ ΖΗΣΚΑΣ 2014030191* |
| *ΑΝΤΩΝΗΣ ΑΝΤΩΝΑΚΑΚΗΣ 2014030160* |

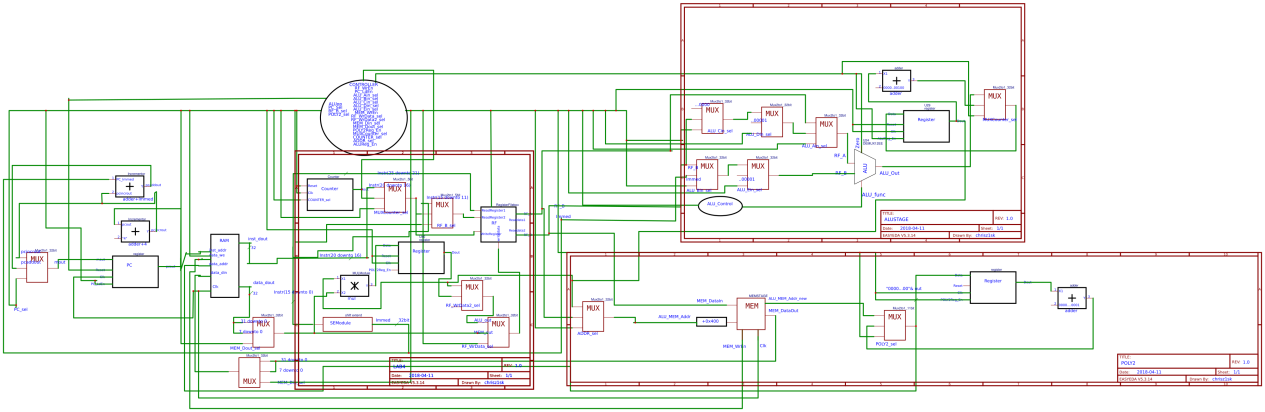
## Σκοπός εργαστηριακής άσκησης

Η επέκταση της λειτουργικότητας του επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων η οποία τελειοποιεί τον επεξεργαστή προσδίδοντας του περαιτέρω δυναμική. Εμπλουτίζεται εκ νέου η αρχιτεκτονική εντολών, το οποίο συνεπάγεται με επιπρόσθετη διαχείριση του control για τον σκοπό αυτό . Παράλληλα,η ενίσχυση της σχεδίασης για την υλοποίηση των νέων εντολών καθώς και για τη διατήρηση της λειτουργικότητας του επεξεργαστή όσον αφορά την εκτέλεση της ήδη υπάρχουσας αρχιτεκτονικής.

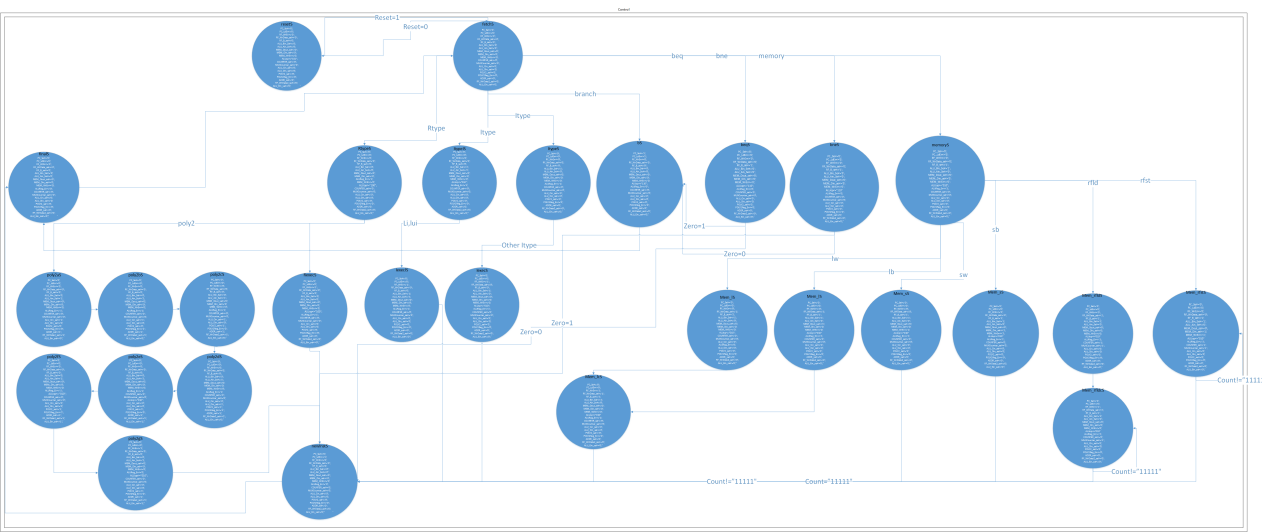
## Προεργασία

Για την συμπλήρωση της σχεδίασης του επεξεργαστή πολλών κύκλων αναγκαία είναι η διόρθωση και εξέλιξη του control ώστε να διευθετούνται το νέο σύνολο εντολών καθώς ζητούνται νέα σήματα ελέγχου ώστε να κατευθύνουν το datapath. Φυσικά για το νέο control χρειάζεται και νεότερη εκδοχή της διαδρομής δεδομένων που συνάδει με διευθέτηση των νέων εντολών.Επιπλέον ,υπάρχει μια μικρή τροποποίηση στην εσωτερική μονάδα ελέγχου ώστε να προστεθούν οι νέοι υπολογισμοί που προωθούνται από την alu . Το νέο datapath εντολών αφορά την είσοδο πολυπλεκτών είτε για την εισροή των δεδομένων στις κατάλληλες διευθύνσεις είτε ως ορθό εξαγόμενο καθώς και την είσοδο counter που συνεισφέρουν στην εκτέλεση της εντολής rfst,rfld. Χωρίς να εισάγεται δεύτερη μονάδα alu δημιουργήθηκε μονάδα πολλαπλασιασμού -MULModule που συντρέχει στην εκτέλεση της εντολής poly2. Οι επιπλέον προσθήκες συνοδεύονται από την παρουσία καταχωρητών .Η σχεδίαση της διαδρομής εντολών καθώς της fsm συστήνονται παρακάτω:

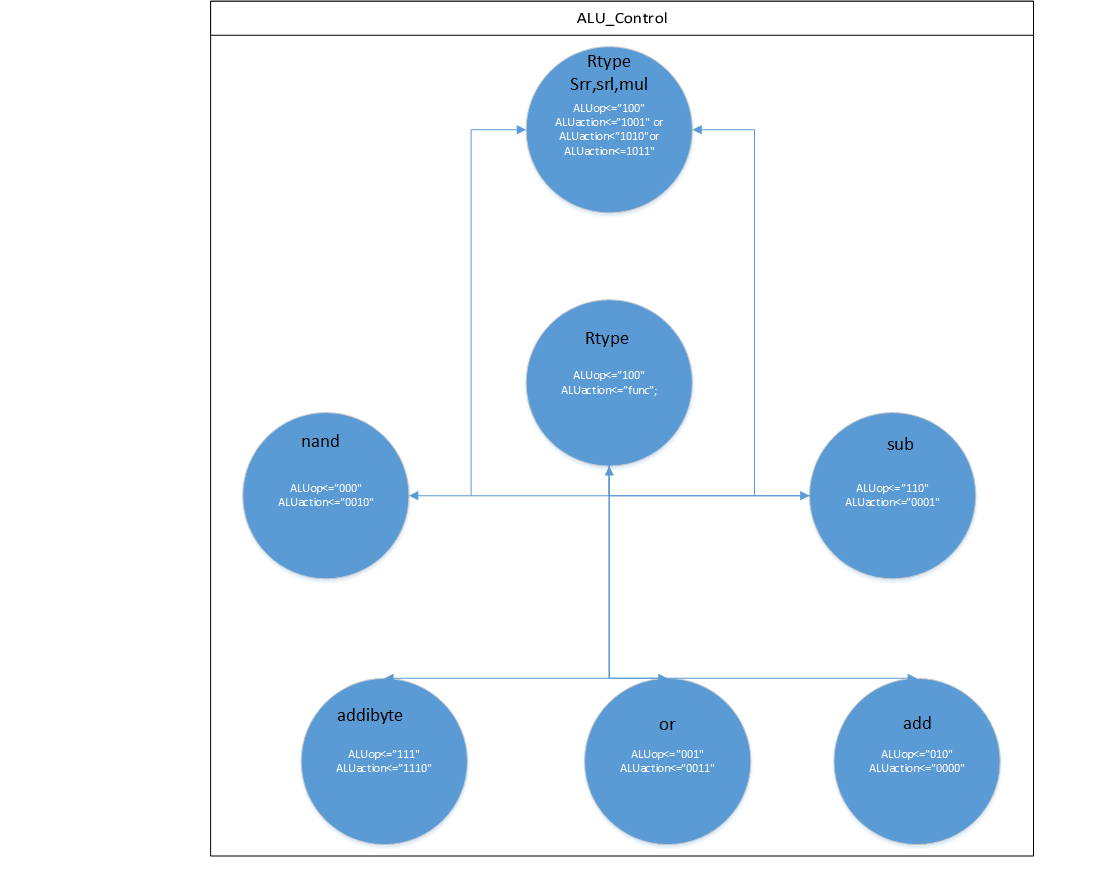
Βαθμίδα Datapath



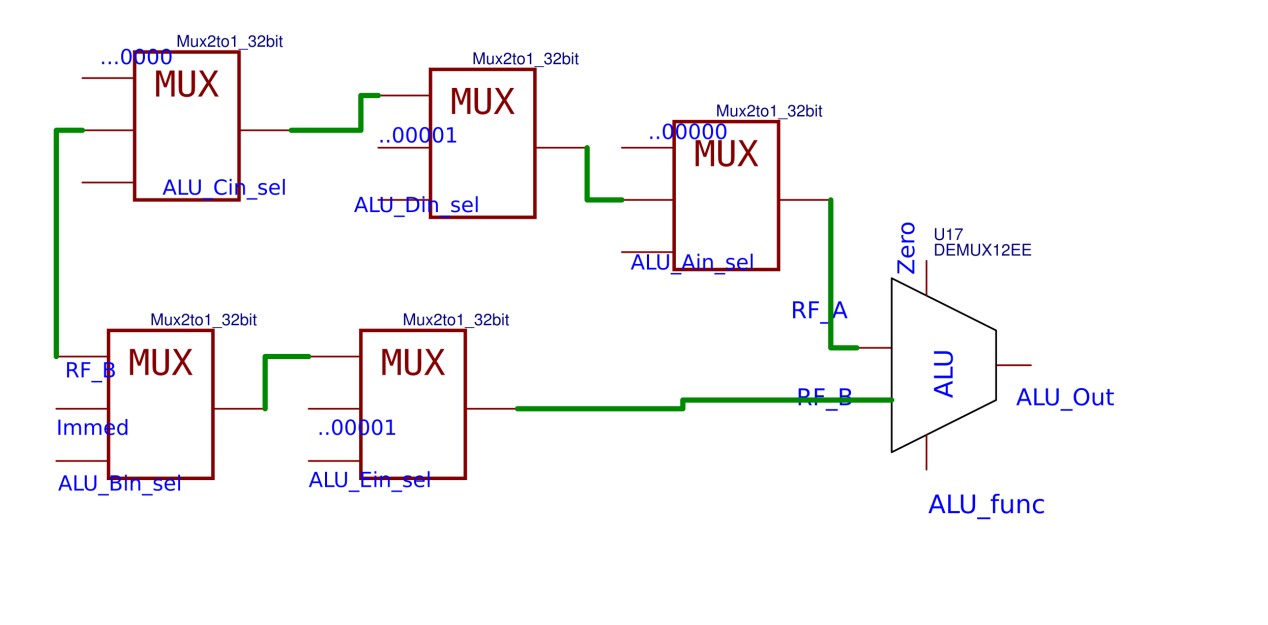
Μονάδα Ελέγχου (Control)



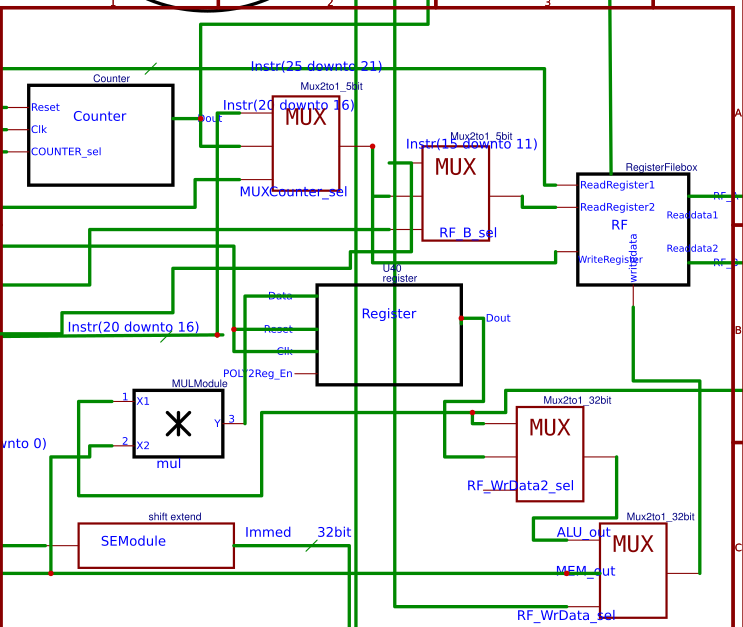
Μονάδα Ελέγχου ALU (ALU\_Control)



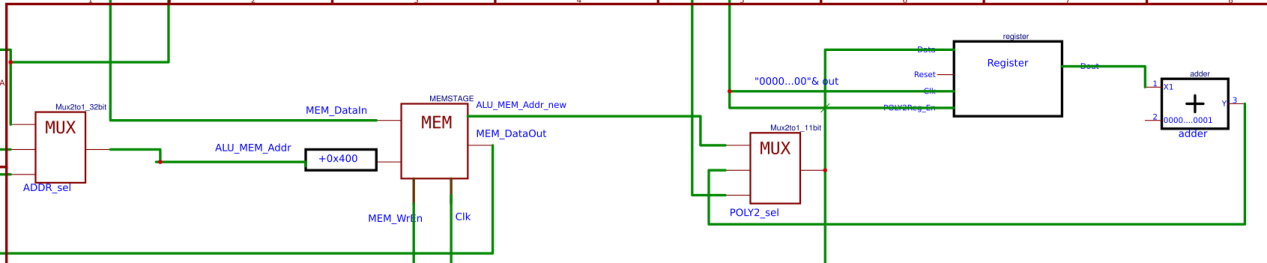
Μονάδα Υπολογισμού (ALUstage)

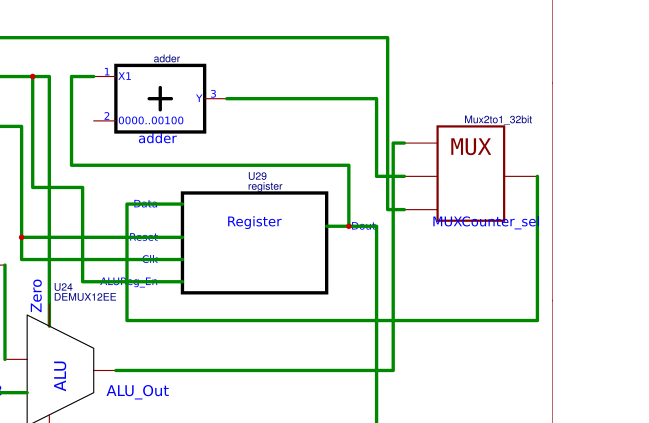


Μονάδα Αποκωδικοποίησης (DECstage)



Τροποποιήσεις





## Περιγραφή

Η λειτουργικότητα του datapath και του control σχετικά με παλαιότερη αρχιτεκτονική δεν διαφέρει στην νέα έκδοση. Υπάρχουν μετατροπές εξαιτίας των νέων στοιχείων που εκτελούνται από τον επεξεργαστή.

Η βαθμίδα αποκωδικοποίησης (decstage) αναβαθμίζεται με την εισαγωγή ενός counter καθώς και επιπρόσθετων πολυπλεκτών που συνεισφέρουν στην εκτέλεση των εντολών rfld,rfst.Ο μετρητής δείχνει σε ποία θέση γίνεται επεξεργασία στο αρχείο καταχωρητών . Όσο δεν έχουν λάβει τιμή από την εντολή όλες οι θέσεις του rf ο counter αυξάνεται μέχρι να φτάσει στην τελική θέση. Στη θύρα εγγραφής συνδέεται πολυπλέκτης ,ο οποίος δέχεται στην είσοδο του τον counter, ώστε κατά την εκτέλεση rfld να δέχονται επεξεργασία καθεμία από τις θέσεις στο αρχείο καταχωρητών. Σε άλλη περίπτωση ο πολυπλέκτης εξάγει την διεύθυνση ανάγνωση που αφορά το destination[rd]. Η έξοδος του πολυπλέκτη οδηγείται στον πολυπλέκτη που δρομολογεί την δεύτερη θύρα ανάγνωση . To load του rf επεκτείνεται σε δυο κύκλους καθώς ακολουθείται όμοια λογική όπως και με την εντολή lb,lw-απαιτείται διάρκεια για να γίνει αναζήτηση στο ζητούμενο address. Στο δεύτερο κύκλο απενεργοποιείται το enable του μετρητή ώστε να μην γίνει υπέρβαση των αναμενόμενων θέσεων. Το στοιχείο επέκτασης εξελίσσεται με περισσότερη λειτουργικότητα εξαιτίας της εισαγωγής των νέων εντολών.

Η βαθμίδα υπολογισμών (alustage) δέχεται μετατροπές που συνδράμουν στην εκτέλεση της εντολής poly2. Τοποθετούνται πολυπλέκτες ώστε να εισέρχονται στην alu τα κατάλληλα δεδομένα . Σε πρώτη φάση πρέπει να βρεθεί το μονώνυμο δευτέρου βαθμού και ακολουθούν τα υπόλοιπα. Οπότε και οι πολυπλέκτες χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό. Για το  αρκεί η τοποθέτηση στην είσοδο της alu πολυπλέκτες που να δέχονται ως είσοδο την δεύτερη τιμή εξόδου του rf ενώ θα έχουν ως δεύτερη είσοδο είτε 0 είτε 1 εφόσον είναι αναγκαίο το μονώνυμο πρώτης ή μηδενικής τάξης. Για το μονώνυμο μηδενικής τάξης τοποθετείται και πολυπλέκτης στην δεύτερη είσοδο της alu. Προσθέτοντας η μονάδα alu συνθέτει και την λειτουργία του πολλαπλασιασμού για τις απαιτήσεις της σχεδίασης. Αναμένεται λοιπόν ρύθμιση και στην alu μονάδα ελέγχου για το σκοπό αυτό.

Το datapath με τη σειρά του , έχει δεχθεί διαφοροποιήσεις . Στην έξοδο της alu έχουν τοποθετηθεί στα στοιχεία ενός καταχωρητή που κρατάει το εξαγόμενο της, έναν αθροιστή ώστε να καταλήγουν σε επεξεργασία οι επιθυμητές διευθύνσεις κατά την εκτέλεση rfld,rfst. O αθροιστής παίρνει το αποτέλεσμα του καταχωρητή και το αυξάνει κατά 4- αποτελεί και διεύθυνση και ως εκ τούτου γίνεται πρόοδος στο επόμενο στοιχείο. Σε οποιαδήποτε άλλη εντολή το αποτέλεσμα περνάει απευθείας στον πολυπλέκτη και συνεχίζει τη διαδρομή του.

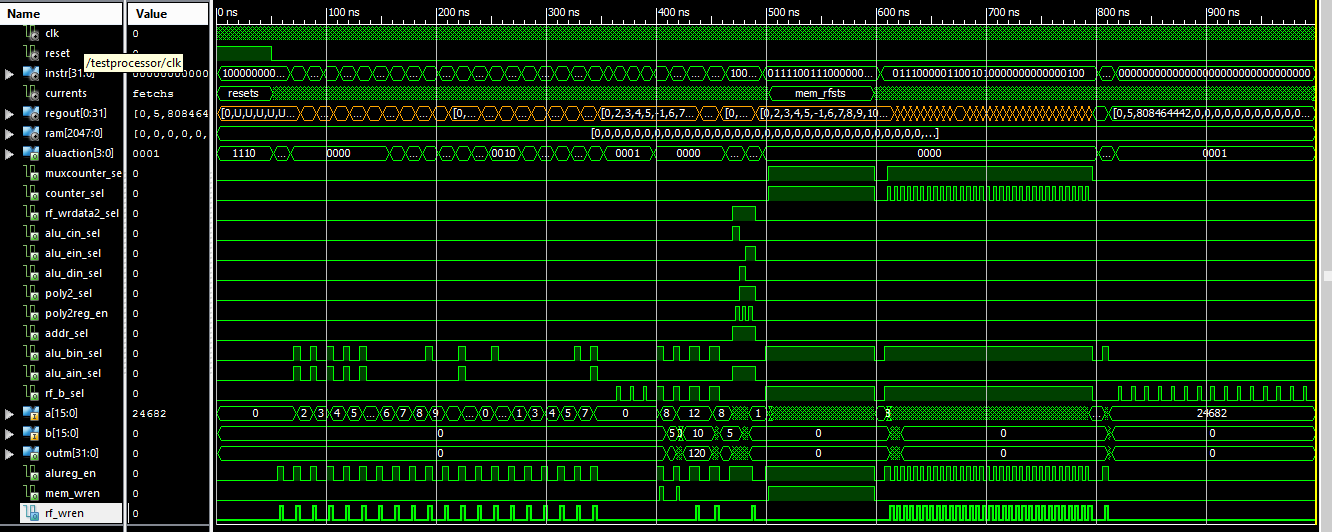
Όσον αφορά την διεύθυνση για τη μνήμη , έχει τοποθετηθεί πολυπλέκτης που έχει ως είσοδο την πρώτη τιμή εξαγωγής από το αρχείο καταχωρητών ώστε να γίνει εισροή στην μνήμη στην σωστή θέση MEM[RF[rs]] -αφορά την εντολή poly2-. Ομοίως τοποθετούνται ένας αθροιστής ,καταχωρητής και πολυπλέκτης ώστε να υπάρχει μετάβαση στο επόμενο στοιχείο στη μνήμη από το δεδομένο rs . Με την εκσκαφή των αποτελεσμάτων από την μνήμη μεταχειρίζονται ένας πολλαπλασιαστής και ένας καταχωρητής. Πραγματοποιείται ο πολλαπλασιασμός του στοιχείο που αφορά το αρχείο καταχωρητών με το αποτέλεσμα που έχει αποκαλυφθεί από τη μνήμη . Το αποτέλεσμα παραμένει σε καταχωρητή . Με την νέα εισαγωγή δεδομένων ο καταχωρητής διατηρώντας την τιμή του ανανεώνεται προσθέτοντας την νέα τιμή προς καταχώρηση.Για αυτό το λόγο το enable του καταχωρητή παραμένει ενεργό μόνο για την στιγμή που καταχώρησης αλλιώς θα υπήρχε αλλοίωση στα δεδομένα. Οπότε εδώ παραμένουν τα αθροίσματα των μονωνύμων και το τελικό αποτέλεσμα αποθηκεύεται στο αρχείο καταχωρητών. Σε αυτό το σημείο ο καταχωρητής συνδέεται με πολυπλέκτη και η έξοδος του συνδέεται με τον πολυπλέκτη εγγραφής της rf.

Το control εμπλουτίζεται με περισσότερες καταστάσεις ώστε να ανταποκριθούν τα σήματα στις εντολές του συστήματος. Η εντολή MMX\_addi\_byte επηρεάζεται μόνο από το αντικείμενο επέκτασης καθώς δεν υπήρχαν διαφοροποιήσεις λόγω αυτής της εντολής στο datapath. Το poly2 εκτελείται σε 3 φάσεις των 2 κύκλων οπότε συνολικά 6 κύκλους για την αναζήτηση και την καταχώρηση των ορθών αποτελεσμάτων και στον 7 κύκλο εκπληρώνεται η εγγραφή.Το rfst εκτελείται όσον η τιμή του μετρητή δεν έχει φτάσει στο 11111. Οπότε 31 επαναλήψεις . Σε κάθε επανάληψη γράφεται ένα νέο εξαγόμενο στη ram.Το rfld εκτελείται με την ίδια λογική μόνο που χρειάζεται και ένας κύκλος ώστε να αναζητηθούν τα στοιχεία από την μνήμη και με κατάλληλη προσπέλαση να βρεθούν οι 31 διαδοχικές θέσεις . Σε εκείνο το κύκλο ο counter απενεργοποιείται και η ενέργεια τίθεται προς καταχώρηση στην rf.

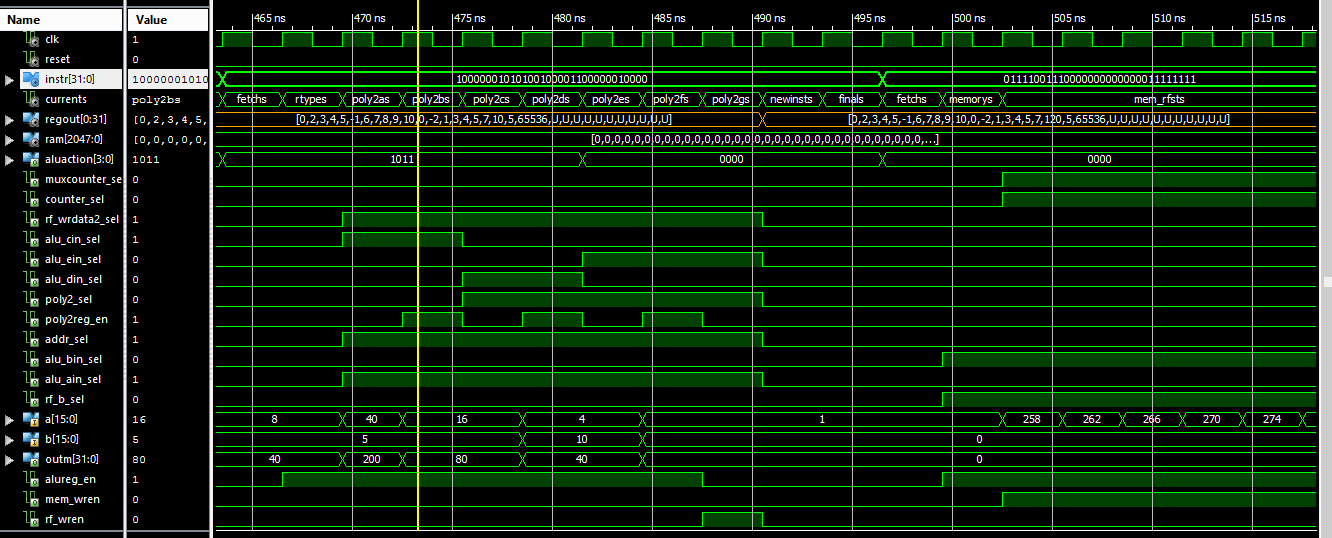
Ουσιαστικά τα νέα σήματα που συμμετέχουν στη σχεδίαση πράττουν μια και μόνο λειτουργία για την επιτυχία του κυκλώματος αλλά αποτελούν το ίδιο σημαντικά με τα υπόλοιπα.

## Κυματομορφές-Προσομοίωση

Παρουσιάζονται οι κυματομορφές του επεξεργαστή σύνθετων εντολών πολλών κύκλων.



Αναλύοντας τη θέση του επεξεργαστή κατά την παράσταση των εντολών -προσθέτοντας τις νέες εντολές στο ήδη υπάρχον αρχείο rom- εξετάζονται τα ενεργά σήματα σε κάθε κατάσταση.

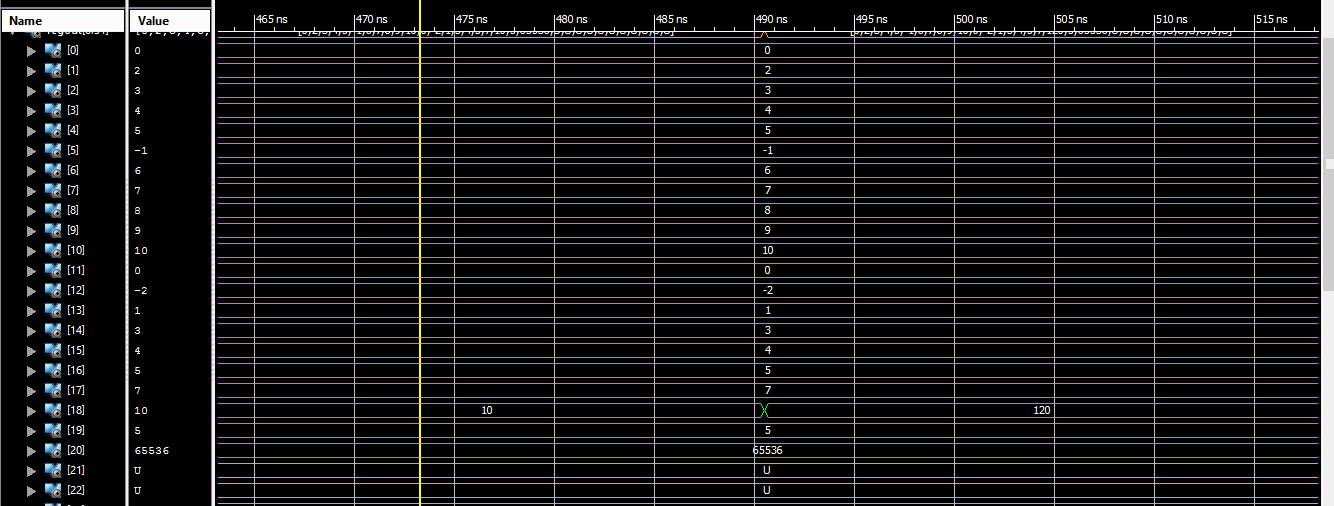


Εντολή poly2 -- 10000001010100100001100000010000

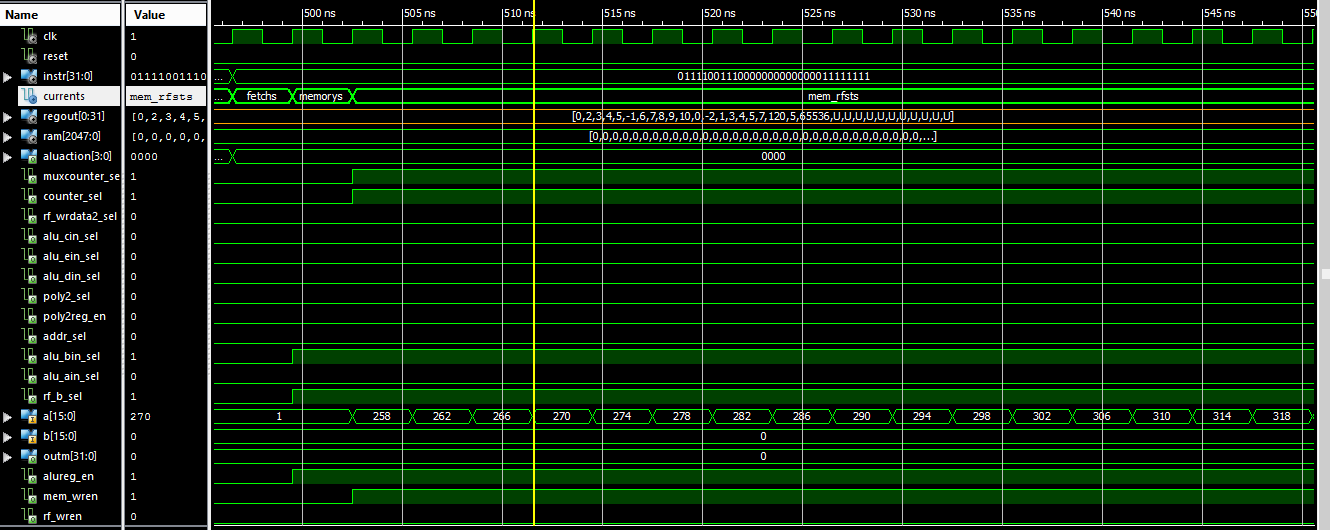
Για τον υπολογισμό  ενεργοποιείται το alu\_cin\_sel & alu\_ain\_sel ώστε η έξοδος δεύτερη έξοδος της rf να περάσει στην πρώτη και την δεύτερη είσοδο στην alu. Έπειτα εκτελείται ο πολλαπλασιασμός τους και αποθηκεύεται στον καταχωρητή . Αφού βρεθεί η σωστή διεύθυνση της ram γίνεται ο πολλαπλασιασμός και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται σε νέο καταχωρητή-σηκώνεται το σήμα poly2regen. Για να βρεθεί η θέση RF[rs] στη ram εγκαθίσταται πολυπλέκτης με εισόδους την πρώτη έξοδο της rf και την έξοδο του καταχωρητή στην έξοδο της alu. Σε δεύτερο στάδιο η εντολή πρέπει να εκτελέσει  οπότε σηκώνεται το alu\_din\_sel & alu\_ain\_sel και έπειτα προχωρώντας στην επόμενη θέση στη  γίνεται η πράξη  και ακολούθως αποθηκεύεται στο καταχωρητή. Στο τρίτο στάδιο διαφοροποιείται η συνάρτηση της alu σε πρόσθεση οπότε οι είσοδοι της alu γίνονται μηδέν και ένα αντίστοιχα-ενεργοποιείται το alu\_ein\_sel. Ο πολλαπλασιασμός με το  αποθηκεύεται στο καταχωρητή . Στον επόμενο κύκλο συνθέτει καταχώρηση στην rf.

Το αποτέλεσμα:



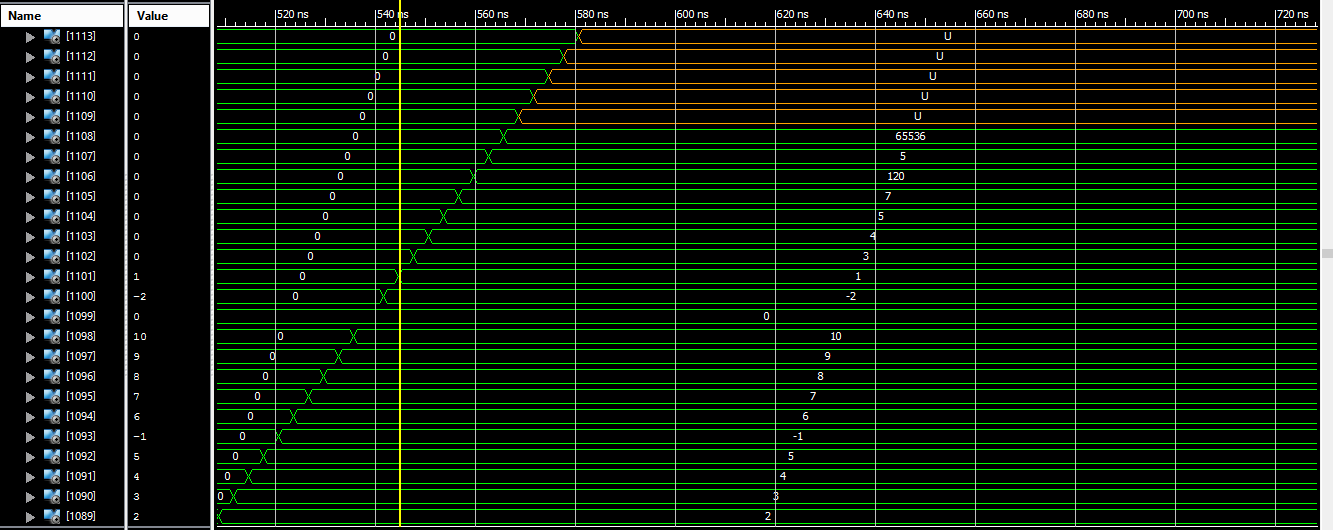
Εξετάζοντας το στοιχείο πολλαπλασιασμού -θέσεις 1026 με καταχώρηση 5 και 1027 με 10 αποθηκεύεται το στοιχείο 120 στη θέση 18.



Εντολή rfst -- 01111001110000000000000011111111

Για την εκχώρηση τιμών στη ram από το αρχείο καταχωρητών απαιτείται ένας κύκλος. Ο μετρητής ενεργοποιείται καθώς και ο πολυπλέκτης που οδηγεί την τιμή του στη θύρα ανάγνωσης. Εγγραφές γίνονται μέχρι να επεξεργασθούν και να αποθηκευτούν και οι 32 τιμές των καταχωρητών στις διαδοχικές θέσεις στη ram. Αποθηκεύεται η διεύθυνση προς αποθήκευση στον καταχωρητή της alu και σε κάθε αύξηση του μετρητή ,αυξάνεται και η διεύθυνση για την ram- πρόσθεση κατά 1. Για την ολοκλήρωση της διαδικασίας απαιτούνται 32 επαναλήψεις 1 κύκλου. Οι ενδείξεις καταλήγουν σε ακριβή αποτελέσματα.

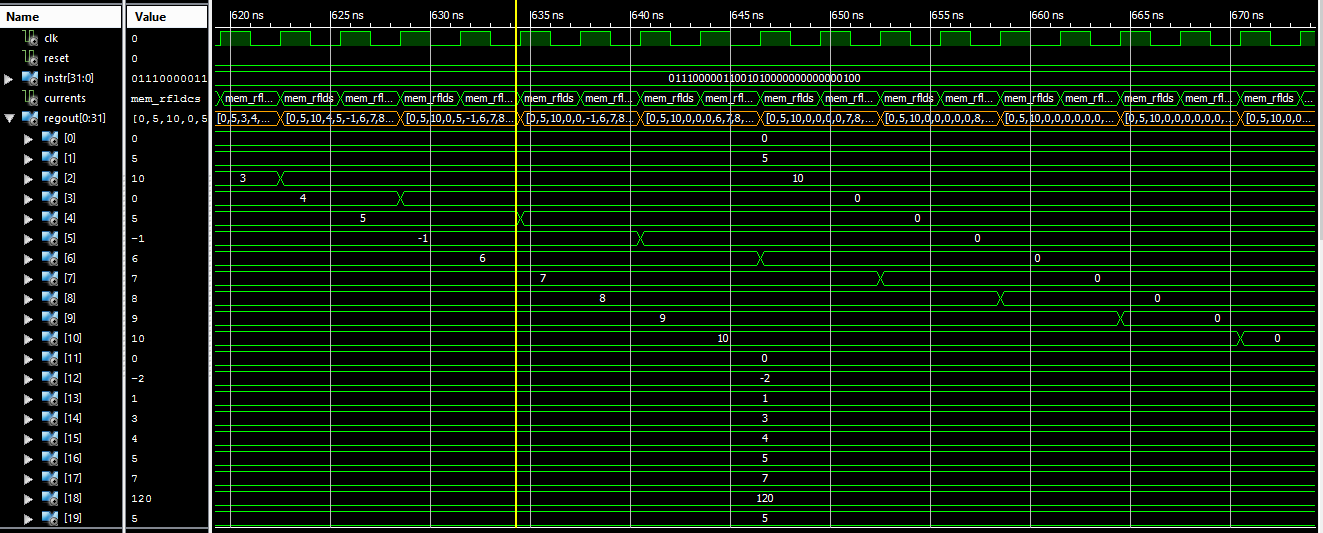
 



Εντολή rfld -- 01110000011001010000000000000100

Για την εκχώρηση τιμών στην rf από το αρχείο μνήμη ram απαιτούνται δυο κύκλοι. Ο μετρητής ενεργοποιείται καθώς και ο πολυπλέκτης που οδηγεί την τιμή του στη θύρα εγγραφής. Εγγραφές γίνονται μέχρι να επεξεργασθούν και να αποθηκευτούν 32 διαδοχικές τιμές της ram σε όλες τις θέσεις στην rf. Αποθηκεύεται η διεύθυνση προς ανάληψη των τιμών από τη ram στο πρώτο κύκλο ενώ στο δεύτερο αποθηκεύεται το αποτέλεσμα εκείνης της θέσης στο αρχείο.



Το αρχείο καταχωρητών δέχεται τις τιμές που συσσωρεύονται στις θέσεις τις ram

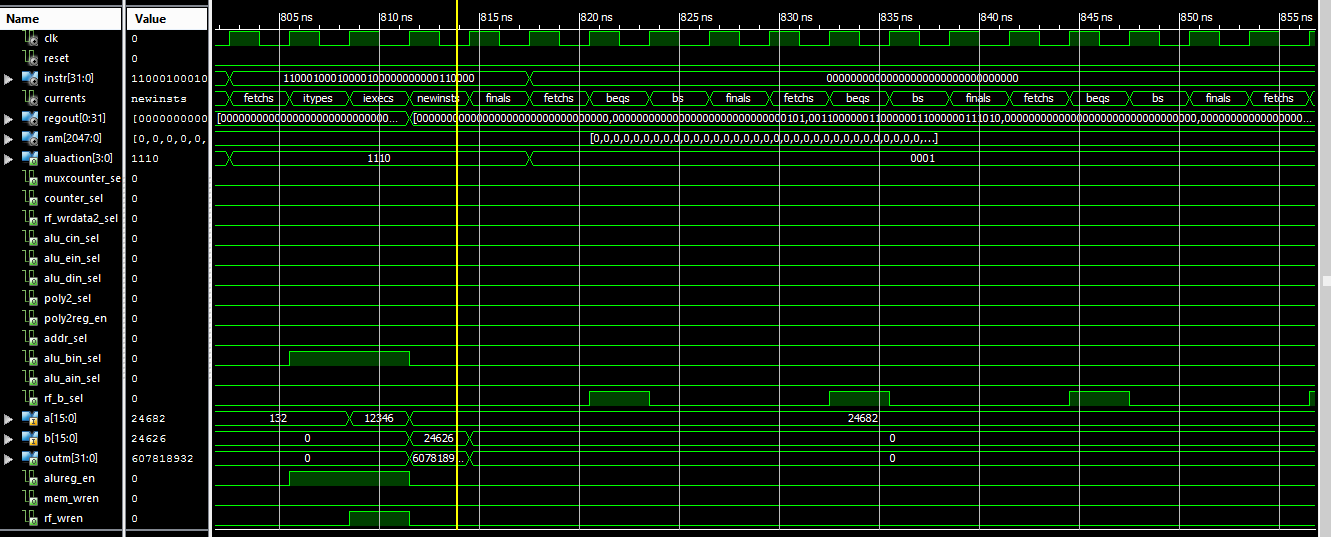
 

Εντολή mmx\_addi\_byte -- 11000100010000100000000000110000

Η εντολή δεν διαφέρει από τις εντολές Immidiate . Η τροποποίηση της σχεδίασης για την εντολή αυτή καλύπτεται από τη μονάδα επέκτασης και το αποτέλεσμα τίθεται προς αποθήκευση. Στο αντικείμενο επέκτασης εξάγεται τμηματικά το τελευταίο byte του immidiate σε κάθε από τα τέσσερα bytes . Διαφέρει από τις εντολές li,lui - είναι ενεργοποιημένο το alu\_bin\_sel. Η alu καταφέρνει με ξεχωριστό κωδικό να αποσπάσει το εξαγόμενο πρόσθεσης των εκάστοτε byte μεταξύ του immidiate και της RF[rs]. Η εγγραφή γίνεται στον θέση 2 της RF και προς ανάγνωση τίθεται η ίδια θέση.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | RF[rs] | Immidiate | Result |
| 7 downto 0 | 00001010 | 00110000 | 00111010 |
| 15 downto 8 | 00000000 | 00110000 | 00110000 |
| 23 downto 16 | 00000000 | 00110000 | 00110000 |
| 31 downto 24 | 00000000 | 00110000 | 00110000 |

Οπότε : 00110000001100000011000000111010 που είναι και το επιθυμητό



## Συμπεράσματα/Προβλήματα

Η εργαστηριακή άσκηση καταλήγει σε σπουδαία συμπεράσματα αφού ενοποιείται η σχεδίαση ενός πολύπλοκου επεξεργαστή πολλαπλών κύκλων με περίτεχνη λειτουργία. Το συμπέρασμα πάνω σε αυτού του είδους τη σχεδίαση συνοψίζεται στην πολυπλοκότητα των λειτουργιών που μπορεί να καταφέρει ένας επεξεργαστής και επομένως να τεθούν σε ισχύ σύμφωνα με νέες εντολές ,νέες λειτουργίες μέσα από την υπάρχουσα λογική .