



Technical  
University  
of Crete

# Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

HPY 415

Αναφορά Εργαστηρίου 1α : Σχεδίαση διεπαφών  
για τον αλγόριθμο Tomasulo

Ομάδα Εργασίας
Μπελλώνιας Παναγιώτης - 2014030058
Σπυριδάκης Χρήστος - 2014030022

Στα σχεδιαγράμματα που ακολουθούν ισχύει ο παρακάτω χρωματικός κώδικας για τα σήματα:

**Κόκκινο** - Ελέγχου

**Μπλε** - Δεδομένα

**Πορτοκαλί** - Βοηθητικά / Πληροφορίας

**Πράσινο** - Tag

## Διεπαφές Μονάδων

### Register File ( RF )

Σήμα	Μέγεθος (bits)	Είσοδος / Έξοδος	Περιγραφή
Ri	5	In	Καταχωρητής Εγγραφής
Rj	5	In	Καταχωρητής Ανάγνωσης
Rk	5	In	Καταχωρητής Ανάγνωσης
Tag_WE	1	In	Write - Enable για τον Ri καταχωρητή
Tag_Accepted	5	In	Το Tag εγγραφής στον Ri
CDB_V	32	In	Είσοδος CDB_V
CDB_Q	5	In	Είσοδος CDB_Q
Qj	5	Out	Tag Καταχωρητή Rj
Vj	32	Out	Δεδομένα Καταχωρητή Rj
Qk	5	Out	Tag Καταχωρητή Rk
Vk	32	Out	Δεδομένα Καταχωρητή Rk
CLK	1	In	Ρολόι
RST	1	In	Επαναφορά

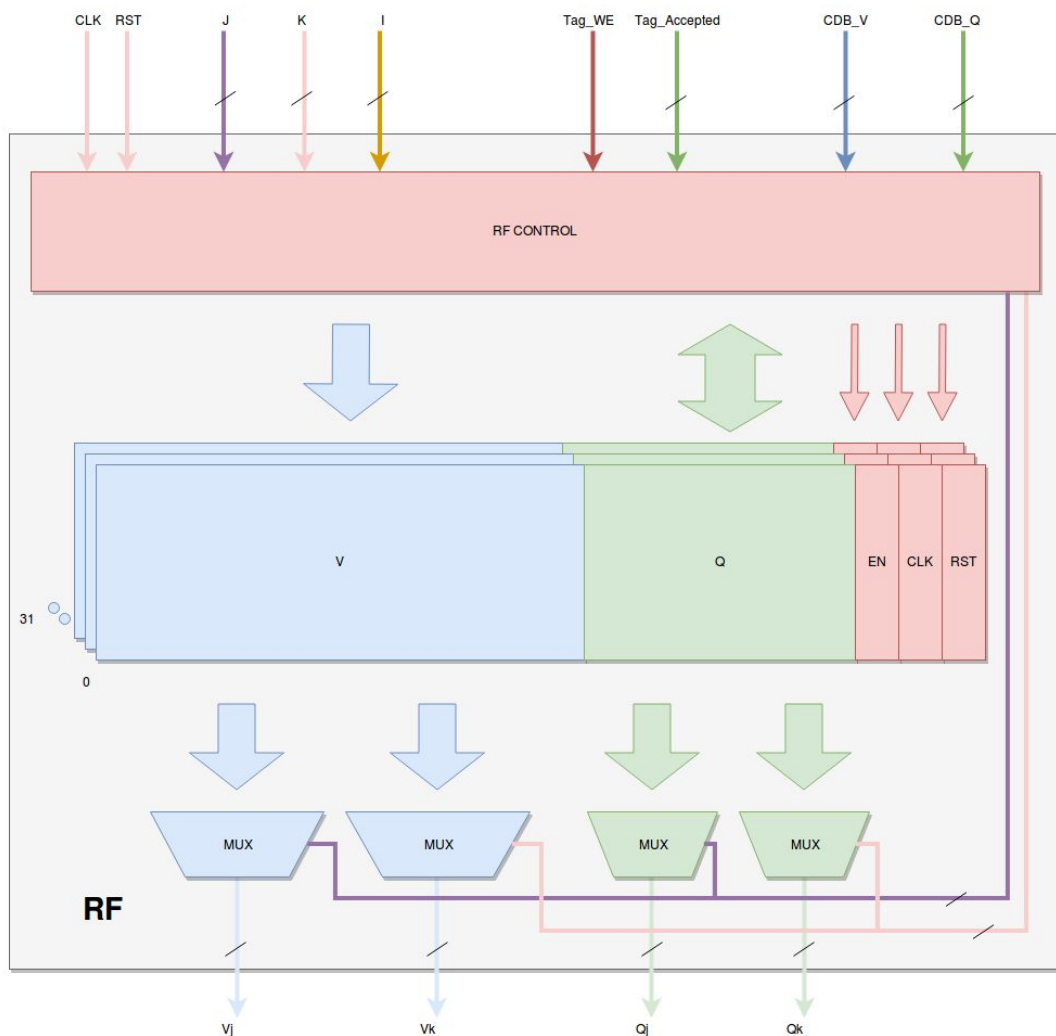
Πίνακας 1.1 - Διεπαφή Register File.

### Λειτουργικότητα:

Η Register File είναι μία τυπική διεπαφή με το χαρακτηριστικό ότι εγγραφή σε αυτή μπορεί να γίνει μόνο μέσω του Common Data Bus ( CDB ), στην περίπτωση που το Tag του ταιριάζει με κάποιο από αυτά των καταχωρητών της. Αποτελείται από 64 καταχωρητές, 32 των 32 bits για τα δεδομένα και 32 των 5 bits για τα Tags. Η RF δέχεται σαν είσοδο τρεις καταχωρητές από το Issue και μέσω του σήματος Tag\_WE γνωρίζει οποιαδήποτε χρονική στιγμή αν κάποια εντολή εκδίδεται. Στην περίπτωση που το παραπάνω σήμα είναι ενεργό,

πραγματοποιείται εγγραφή στο Tag του καταχωρητή Ri, το Tag\_Accepted που λαμβάνει από τη λειτουργική μονάδα που δέχεται την εντολή.

Επιπλέον, η RF δέχεται σαν είσοδο, της εξόδους CDB.V/Q του Common Data Bus, μέσω της πύλης εγγραφής της RF. Όταν υπάρξει έτοιμη τιμή του Q, τότε πραγματοποιείται έλεγχος των Tags των καταχωρητών της και αν βρεθεί η συγκεκριμένη τιμή, του σήματος CDB.V εγγράφεται στον αντίστοιχο καταχωρητή. Κάθε φορά που πραγματοποιείται η παραπάνω διαδικασία το Tag του καταχωρητή παίρνει την τιμή 00000 ώστε να φαίνεται πως περιέχει έγκυρα δεδομένα. Στην αντίθετη περίπτωση, το CDB.V αγνοείται.



Σχηματικό Διάγραμμα 1.1 - Register File

## Common Data Bus ( CDB )

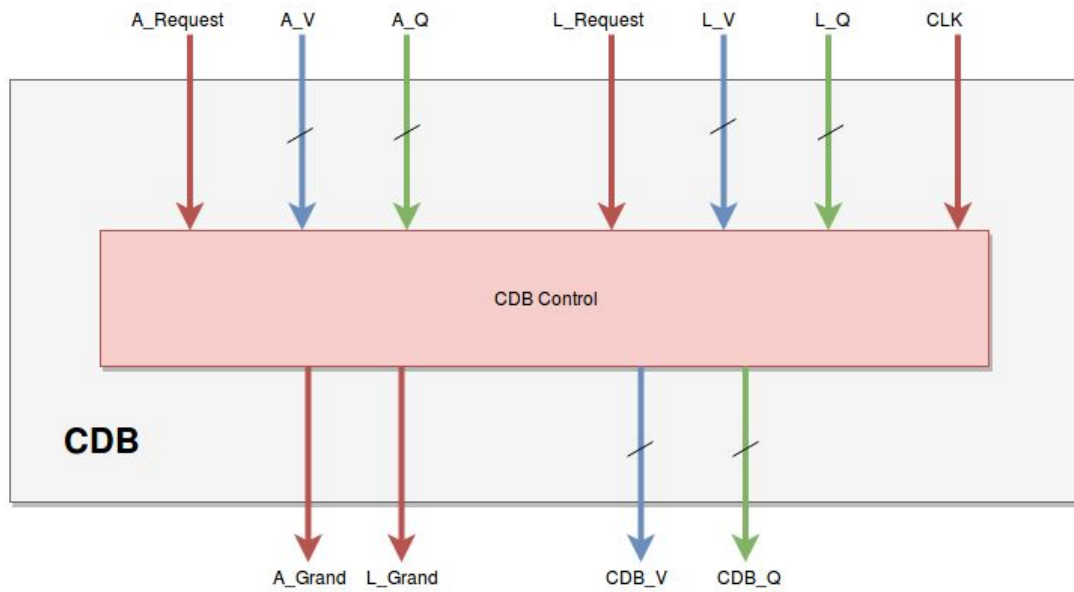
Σήμα	Μέγεθος (bits)	Είσοδος / Έξοδος	Περιγραφή
A_Request	1	In	Έλεγχος Αίτησης για Αριθμητική Μονάδα
A_V	32	In	Τιμή Αριθμητικής Μονάδας
A_Q	5	In	Q Αριθμητικής Μονάδας
L_Request	1	In	Έλεγχος αίτησης για Λογική Μονάδα
L_V	32	In	Τιμή Λογικής Μονάδας
L_Q	5	In	Q Λογικής Μονάδας
A_Grand	1	Out	Αριθμητική Μονάδα στο CDB
L_Grand	1	Out	Λογική Μονάδα στο CDB
CDB_V	32	Out	Έξοδος CDB_V
CDB_Q	5	Out	Έξοδος CDB_Q
CLK	1	In	Ρολόι
RST	1	In	Επαναφορά

Πίνακας 1.2 - Διεπαφή Common Data Bus.

### Λειτουργικότητα:

Το Common Data Bus είναι ο δίαυλος επικοινωνίας του συστήματος, τον οποίο χρησιμοποιούν τα Reservation Stations ώστε να ανανεώνουν και να περνούν τις τιμές τους ώστε να εγγράφονται στη διεπαφή Register File. Αποτελείται από μία είσοδο αίτησης για κάθε Functional Unit, Αριθμητικό και Λογικό αντίστοιχα, καθώς και είσοδοι για τη λήψη των Tags και των δεδομένων τους. Όταν τα παραπάνω Units έχουν διαθέσιμα αποτελέσματα, μπορούν να ενημερώσουν τις υπόλοιπες λειτουργικές μονάδες μέσω του CDB. Αν η αίτηση για ενημέρωση είναι θετική τότε τα αντίστοιχα σήματα εξόδου Granted παίρνουν την τιμή 1 ώστε να γνωρίζει το υπόλοιπο σύστημα ποιος θα κοινοποιήσει στον επόμενο κύκλο του ρολογιού. Το Common Data Bus ακολουθεί λογική round robin με σκοπό να αποφασίσει

ποια μονάδα θα κοινοποιήσει. Οι έξοδοι CDB\_V/Q οδηγούνται στη Register File και στα διάφορα Reservation Stations.



*Σχηματικό Διάγραμμα 1.2 - Common Data Bus*

**RS ( Reservation Stations )**

Σήμα	Μέγεθος (bits)	Είσοδος / Έξοδος	Περιγραφή
ISSUE	1	In	Εκδοση Εντολής
FU-type	2	In	Τύπο εντολής
FOP	2	In	Πράξη πραγματοποίησης
Vj	32	In	Δεδομένα Καταχωρητή Rj
Qj	5	In	Tag Καταχωρητή Rj
Vk	32	In	Δεδομένα Καταχωρητή Rk
Qk	5	In	Tag Καταχωρητή Rk
CDB_V	32	In	Δεδομένα CDB
CDB_Q	5	In	Tag CDB
Tag_accepted	5	Out	Tag του RS που δέχτηκε την εντολή για ISSUE
A_Tag	5	Out	Tag Αριθμητικού RS που είναι έτοιμο για εκτέλεση
A_Available	1	Out	Διαθέσιμο Αριθμητικό Rs
A_Ready	1	Out	Έτοιμο για εκτέλεση Αριθμητικό RS
A_Op	2	Out	Αριθμητική πράξη
A_Vj	32	Out	Δεδομένα Καταχωρητή Rj
A_Vk	32	Out	Δεδομένα Καταχωρητή Rk
A_Accepted	1	In	Αποδοχή εκτέλεσης Αριθμητικής πράξης
L_Tag	5	Out	Tag Λογικού RS που είναι έτοιμο για εκτέλεση

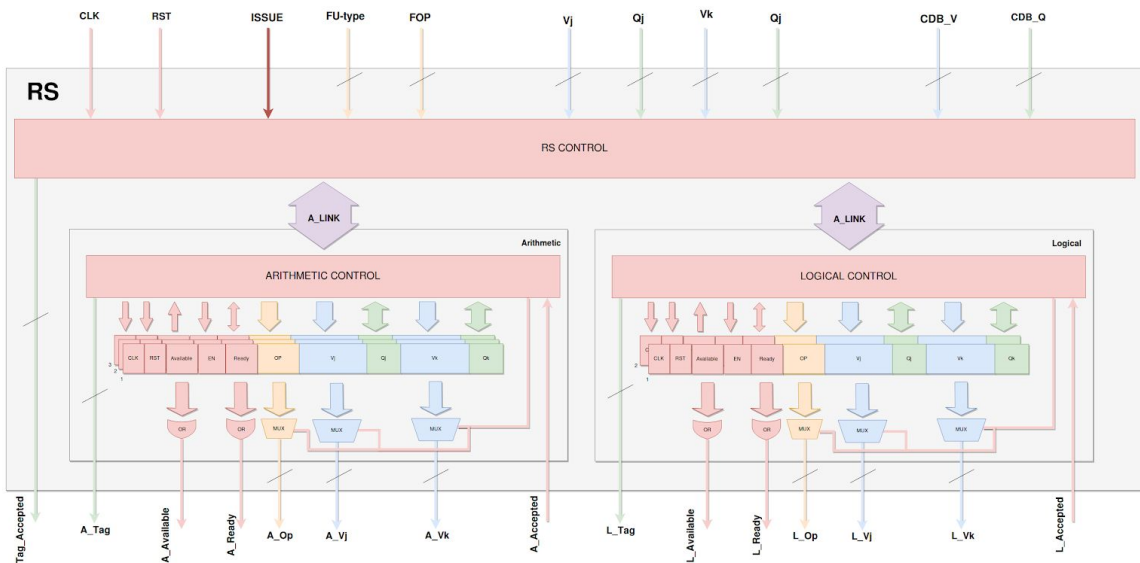
L_Available	1	Out	Διαθέσιμο Λογικό Rs
L_Ready	1	Out	Έτοιμο για εκτέλεση Λογικό RS
L_Op	2	Out	Λογική πράξη
L_Vj	32	Out	Δεδομένα Καταχωρητή Rj
L_Vk	32	Out	Δεδομένα Καταχωρητή Rk
L_Accepted	1	In	Αποδοχή εκτέλεσης Λογικής πράξης
CLK	1	In	Ρολόι
RST	1	In	Επαναφορά

Πίνακας 1.3 - Διεπαφή Reservation Stations.

#### Λειτουργικότητα:

Χρησιμοποιούμε τα σήματα A\_Available και L\_Available ώστε να γνωρίζουμε σε κάθε χρονική στιγμή αν μπορεί να εκδοθεί η επόμενη εντολή ανάλογα με το είδος της και τα διαθέσιμα RS που έχουμε. Στην περίπτωση έκδοσης εντολής με την βοήθεια των σημάτων εισόδου ISSUE, FU-type, FOP γνωρίζουμε ότι πραγματοποιείται έκδοση εντολής καθώς και το αν χρειάζεται να δρομολογηθούν τα σήματα Vj, Vk, Qj, Qk σε αριθμητικό ή σε λογικό RS. Χρησιμοποιούμε στην συνέχεια το σήμα CDB\_Q ώστε να επιβεβαιώσουμε ότι έχουμε δεδομένα προς εγγραφή από το CDB και σε περίπτωση που υπάρχουν καταγράφουμε το CDB\_V στο εκάστοτε RS ενημερώνοντας ταυτόχρονα και το πεδίο tag του.

Όταν είναι έτοιμο προς εκτέλεση ένα RS τότε ενεργοποιείται το σήμα X\_Ready (όπου X αναφερόμαστε είτε σε A -Arithmetic- είτε σε L -Logical- καθώς ακολουθείται η ίδια διαδικασία) το οποίο είναι είσοδος προς την FU για να ενημερώσει ότι πρόκειται να στείλει δεδομένα. Μαζί περνάμε τα σήματα X\_Op, X\_Vj, X\_Vk και X\_Tag ώστε να έχουμε όλες τις πληροφορίες για το ποια πράξη με ποιες εισόδους πρόκειται να πραγματοποιήσει ο FU και εκ μέρους ποιου RS. Τέλος λαμβάνουμε από το FU ως feedback το σήμα X\_Accepted ώστε να γνωρίζουμε αν δέχτηκε να πραγματοποιήσει την πράξη.



Σχηματικό Διάγραμμα 1.3 - Reservation Stations

## Functional Units (FU)

Σήμα	Μέγεθος (bits)	Είσοδος / Έξοδος	Περιγραφή
A_Ready	1	In	Υπάρχει Αριθμητική πράξη για εκτέλεση
A_Grant	1	In	Δικαίωμα εγγραφής της αριθμητικής FU στον CDB
A_Tag	5	In	Το Αριθμητικό RS που ζητά να πραγματοποιηθεί πράξη
A_Vj	32	In	Δεδομένα καταχωρητή Rj
A_Vk	32	In	Δεδομένα καταχωρητή Rk
A_Op	2	In	Αριθμητική πράξη πραγματοποίησης
L_Ready	1	In	Υπάρχει Λογική πράξη για εκτέλεση
L_Grant	1	In	Δικαίωμα εγγραφής

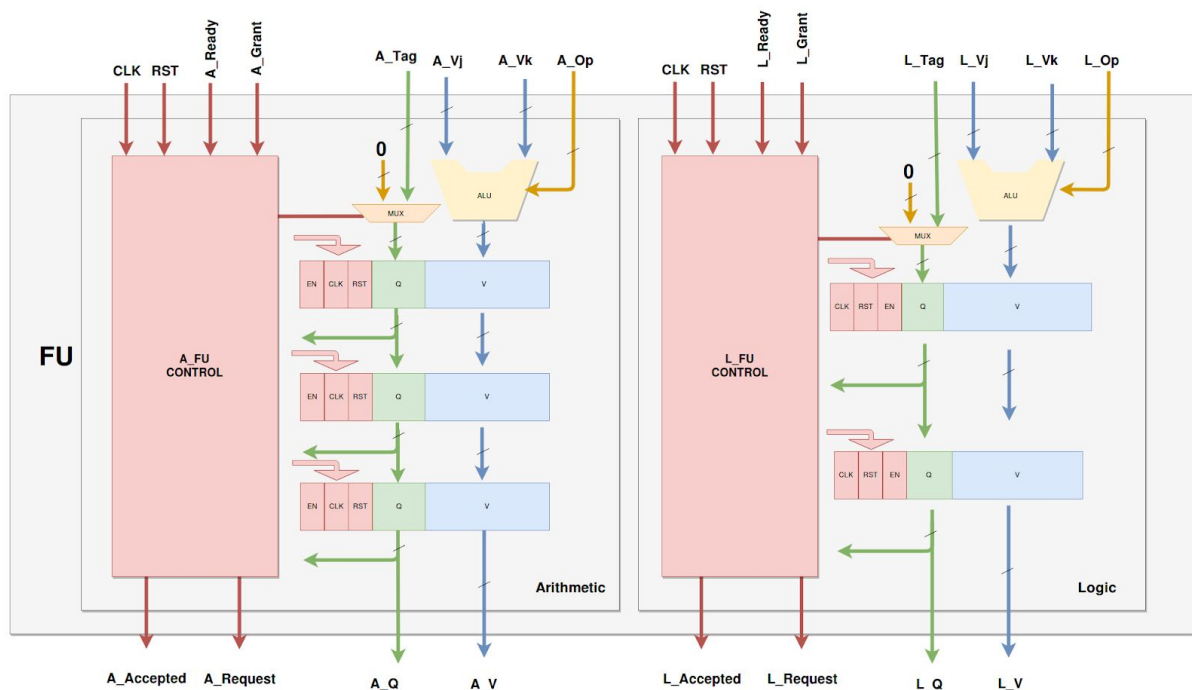


			της Λογικής FU στον CDB
L_Tag	5	In	Το Λογική RS που ζητά να πραγματοποιηθεί πράξη
L_Vj	32	In	Δεδομένα καταχωρητή Rj
L_Vk	32	In	Δεδομένα καταχωρητή Rk
L_Op	2	In	Λογική πράξη πραγματοποίησης
A_Accepted	1	Out	Αποδοχή της Αριθμητικής πράξης
A_Request	1	Out	Αίτημα κοινοποίησης αποτελέσματος στο CDB
A_Q	5	Out	Το αριθμητικό RS που ζήτησε την πράξη
A_V	32	Out	Αποτέλεσμα Αριθμητικής πράξης
L_Accepted	1	Out	Αποδοχή της Λογικής πράξης
L_Request	1	Out	Αίτημα κοινοποίησης αποτελέσματος στο CDB
L_Q	5	Out	Το Λογικό RS που ζήτησε την πράξη
L_V	32	Out	Αποτέλεσμα Λογικής πράξης
CLK	1	In	Ρολόι
RST	1	In	Επαναφορά

Πίνακας 1.4 - Διεπαφή *Funcional Units*.

## Λειτουργικότητα:

Όμοια με το RS θα χρησιμοποιηθεί και εδώ η παραδοχή ότι όπου X αναφερόμαστε είτε σε A -Arithmetic- είτε σε L -Logical- καθώς ακολουθείται η ίδια διαδικασία. Όταν μας έρθει σήμα X\_Ready σημαίνει ότι υπάρχει έτοιμο RS για πραγματοποίηση πράξης. Αν μπορούμε να την λάβουμε στέλνουμε προς το RS το σήμα X\_Accepted για να το ενημερώσουμε. Σε περίπτωση όπου είμαστε διαθέσιμοι να εκτελέσουμε την πράξη χρησιμοποιούμε τα πεδία X\_Tag, X\_Vj, X\_Vk, X\_Op και έπειτα πραγματοποιούμε την καθυστέρηση της πράξης χρησιμοποιώντας καταχωρητές. Μόλις φτάσουμε ένα κύκλο πριν την πραγματοποίηση στέλνουμε αίτημα κοινοποίησης στον CDB μέσω του σήματος X\_Request, σε περίπτωση όπου στον επόμενο κύκλο το X\_Grant είναι ενεργό, σημαίνει ότι έχουμε το δικαίωμα να χρησιμοποιήσουμε εμείς τον CDB οπότε τότε κοινοποιούμε τα αποτελέσματα της πράξης τα οποία είναι το X\_V και X\_Q.



Σχηματικό Διάγραμμα 1.4 - Functional Units

## ISSUE

### ΜΟΝΟ ΤΑ ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΣΗΜΑΤΑ

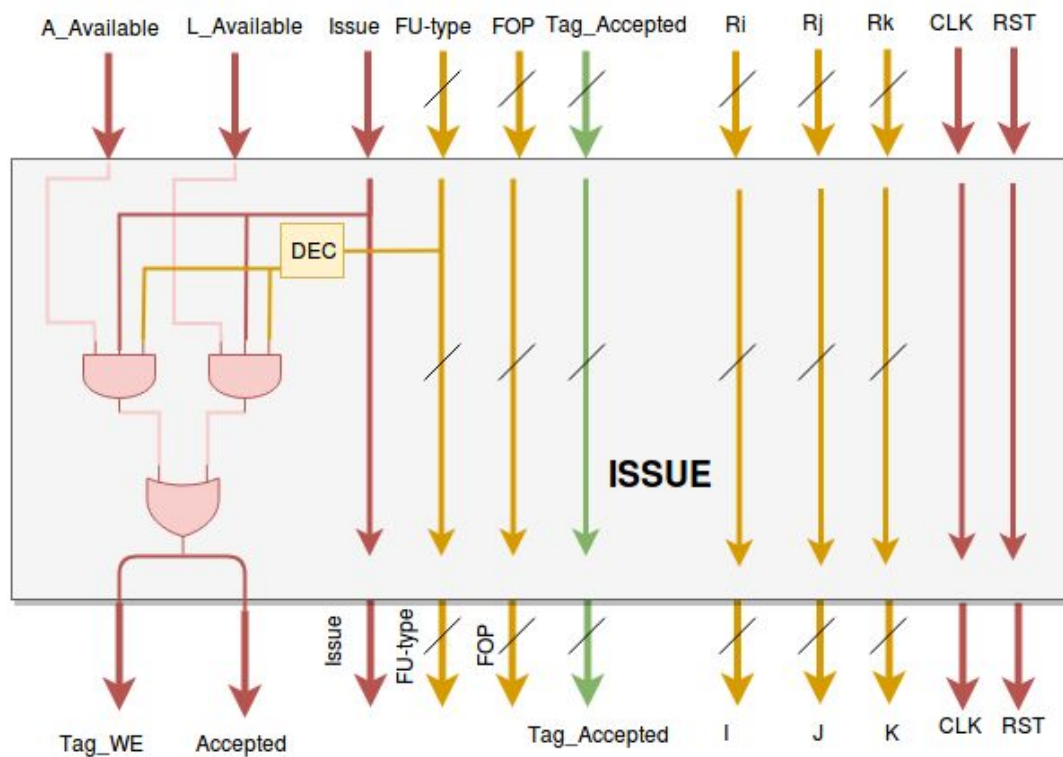
Σήμα	Μέγεθος (bits)	Είσοδος / Έξοδος	Περιγραφή
A_Available	1	In	Διαθέσιμο Αριθμητικό RS
L_Available	1	In	Διαθέσιμο Λογικό RS
Tag_Accepted	5	out	Το RS που δεχτηκε

			την εντολή
Tag_WE	1	out	Ενεργοποίηση εγγραφής στον Ri

Πίνακας 1.5 - Διεπαφή ISSUE.

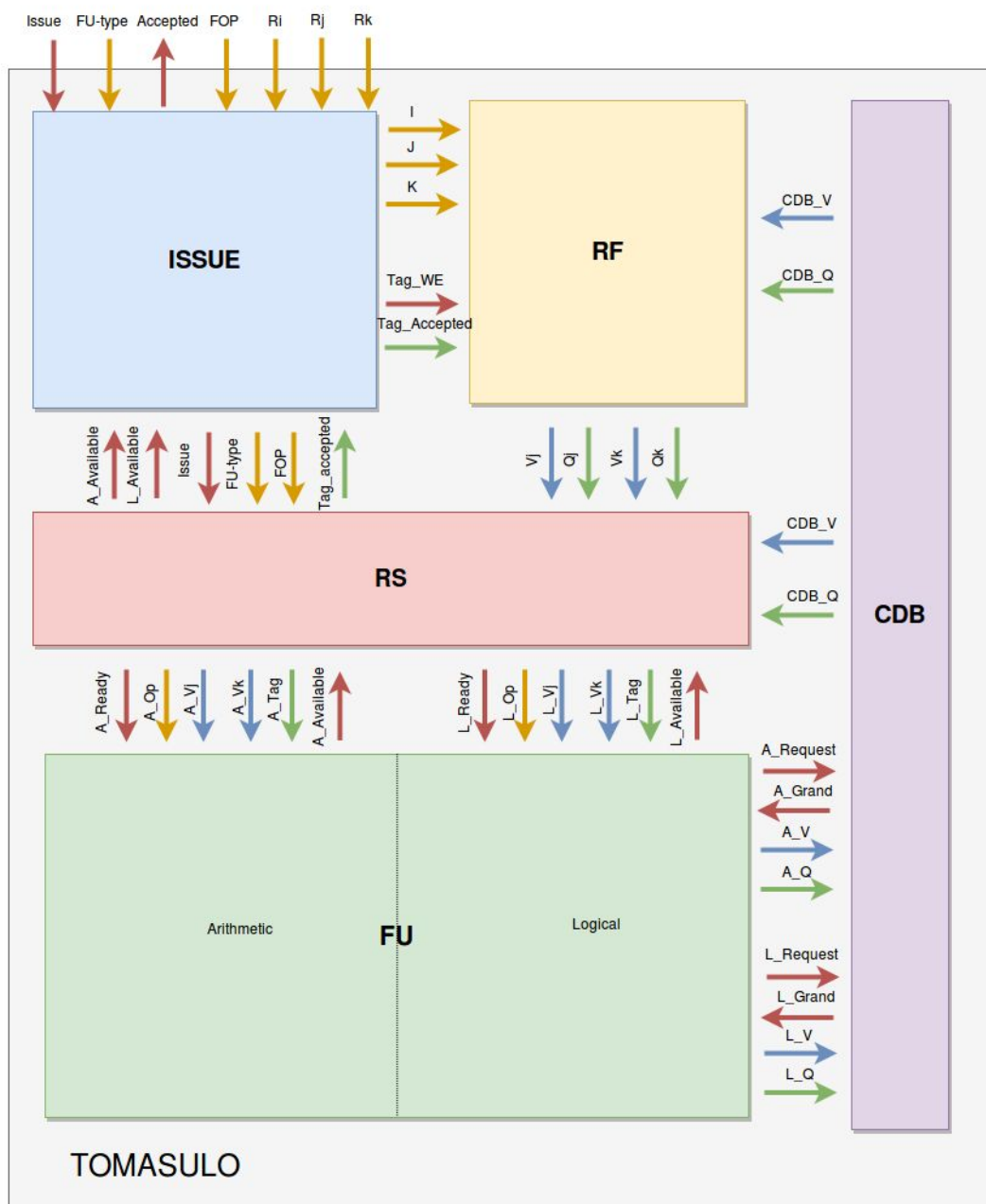
### Λειτουργικότητα:

Σχετικά με το ISSUE ακολουθήθηκε η διεπαφή που υπάρχει στην εκφώνηση της άσκησης εμπλουτισμένη ώστε να κάνει κάποιους επιπρόσθετους ελέγχους. Αυτό σημαίνει ότι ο παραπάνω πίνακας περιέχει ΜΟΝΟ τα επιπρόσθετα αυτά σήματα. Ο λόγος που προστέθηκαν είναι για να γνωρίζουμε άμεσα αν θα γίνει έκδοση της εντολής γνωρίζοντας τα σήματα X\_Available καθώς και το είδος της (το γνωρίζουμε ήδη λόγω του FU-type). Το άλλο σημαντικό σήμα που προστέθηκε είναι το Tag\_Accepted που περιέχει το Tag που έκανε τελικά αποδοχή της εντολής.



Σχηματικό Διάγραμμα 1.5 - ISSUE

Παρακάτω παρατίθεται το σχηματικό διάγραμμα του συνολικού συστήματος με όλα τα παραπάνω components συνδεδεμένα μεταξύ τους.



Σχηματικό διάγραμμα ολόκληρου του συστήματος