



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 11 : Δομή και Λειτουργία της CPU<sub>1/2</sub>

Φώτης Βαρζιώτης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

## Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 11 : Δομή και Λειτουργία της CPU<sub>1/2</sub>

Φώτης Βαρζιώτης

Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





# Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



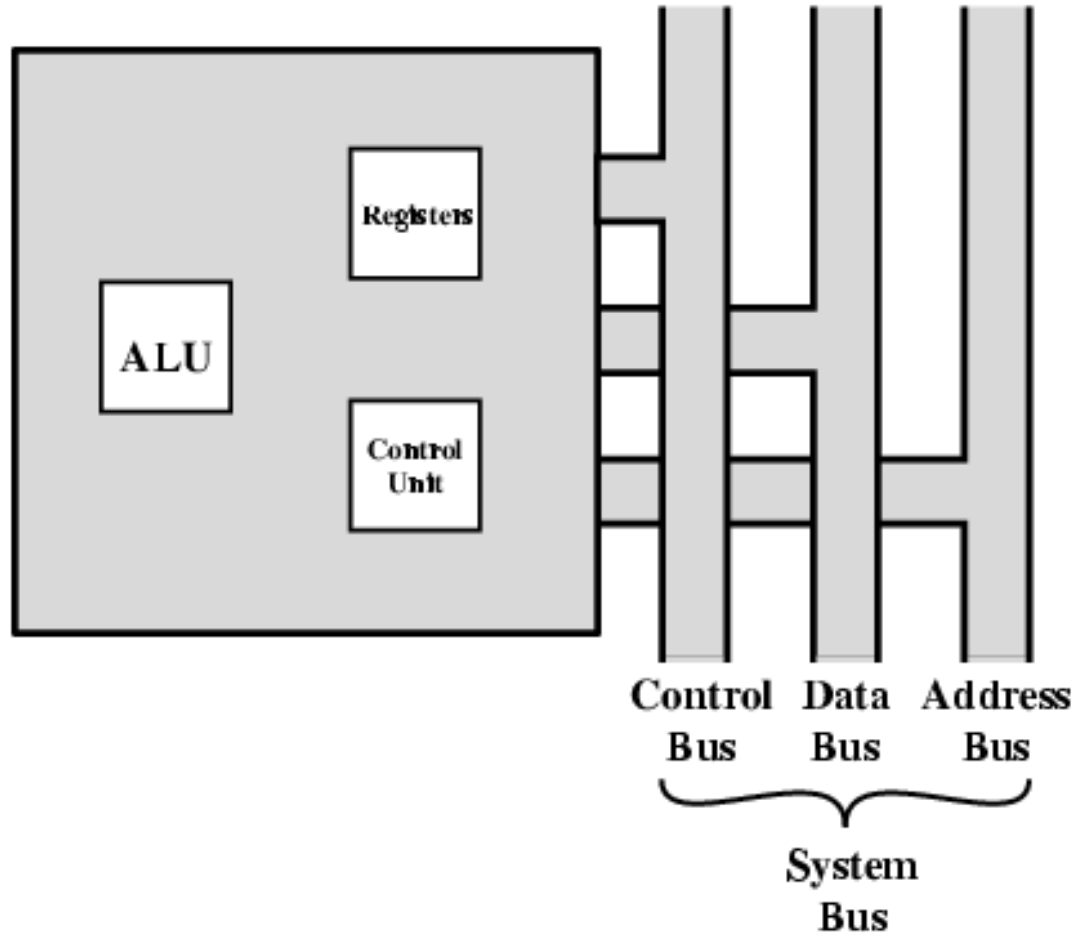


# Οργάνωση της CPU

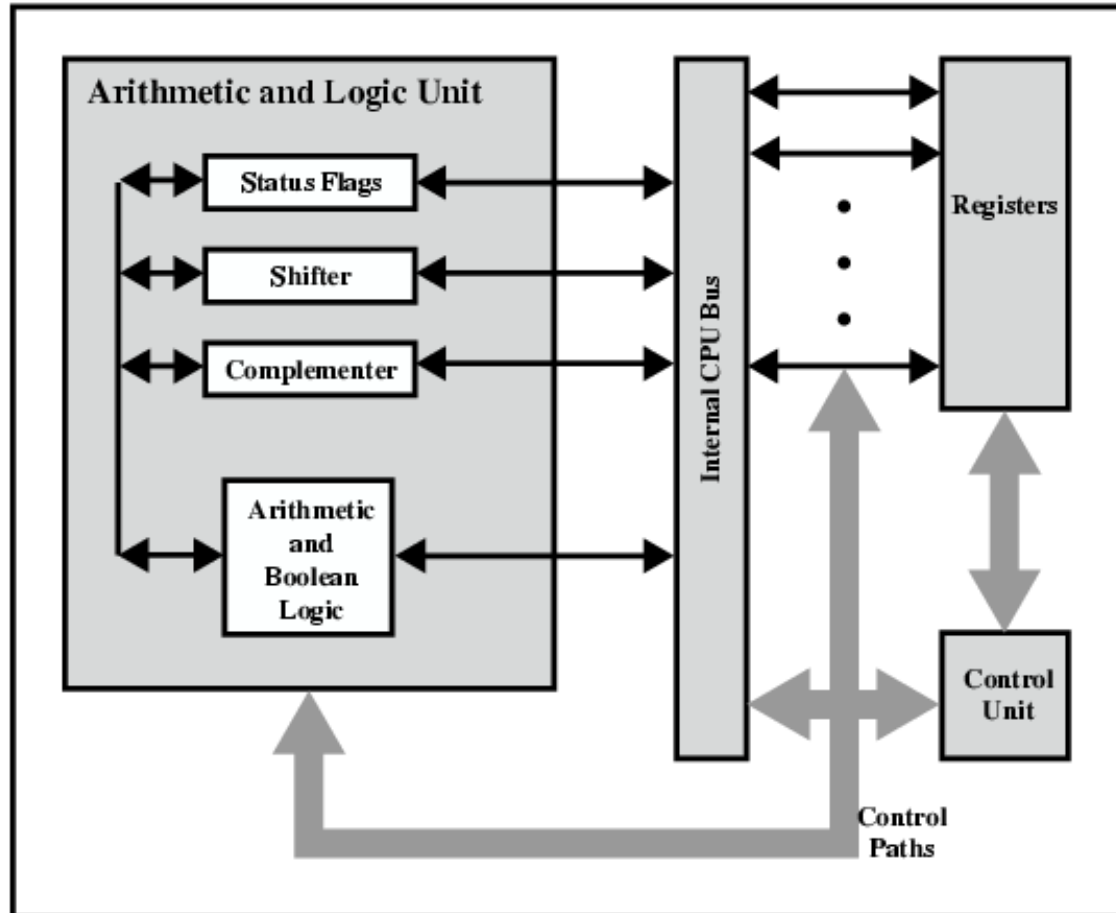
- Η CPU πρέπει:
  - Να προσκομίζει εντολές
  - Να αποκωδικοποιεί εντολές
  - Να προσκομίζει δεδομένα
  - Να επεξεργάζεται δεδομένα
  - Να εγγράφει δεδομένα



# Η CPU με τον δίαυλο του συστήματος



# Η εσωτερική δομή της CPU





# Καταχωρητές

- Η CPU πρέπει να διαθέτει κάποιο χώρο εργασίας (Προσωρινή αποθήκευση)
- Καλούνται Καταχωρητές
- Ο αριθμός και η λειτουργικότητά τους ποικίλουν με βάση τον σχεδιασμό του επεξεργαστή
- Τα παραπάνω αποτελούν μια από τις σημαντικότερες σχεδιαστικές αποφάσεις
- Βρίσκονται στο υψηλότερο επίπεδο της ιεραρχίας της μνήμης





# Καταχωρητές ορατοί στους χρήστες

- Γενικής χρήσης
- Δεδομένων
- Διευθύνσεων
- Κωδικών συνθηκών



# Καταχωρητές γενικής χρήσης<sub>1/2</sub>

- Μπορεί πραγματικά να είναι γενικού σκοπού
- Μπορεί να είναι περιορισμένης χρήσης
- Μπορεί να χρησιμοποιούνται για δεδομένα ή διευθύνσεις
- Δεδομένα
  - Συσσωρευτής
- Διευθυνσιοδότηση
  - Τμήμα



# Καταχωρητές γενικής χρήσης<sub>2/2</sub>

- Εάν σχεδιαστούν ως γενικής χρήσης
  - Αυξάνουν την ευελιξία του συστήματος και τις επιλογές του προγραμματιστή
  - Αυξάνεται το μέγεθος της εντολής και η περιπλοκότητα του συστήματος
- Ένα σχεδιαστούν με εξειδίκευση χρήσης
  - Μικρότερου μεγέθους (γρηγορότερες) εντολές
  - Μικρότερη ευελιξία



# Πόσοι καταχωρητές γενικής χρήσης?

- Μεταξύ 8 - 32
- Λιγότεροι = Περισσότερες αναφορές στη μνήμη
- Οι περισσότεροι δεν μειώνουν τις αναφορές στη μνήμη και καταλαμβάνουν χώρο στον επεξεργαστή



# Τι μεγέθους?

- Αρκετά μεγάλοι για να καταχωρούνται πλήρες διευθύνσεις
- Αρκετά μεγάλοι για να καταχωρούνται πλήρες λέξεις
- Πιθανώς συχνά να συνδυάζουμε δύο καταχωρητές δεδομένων
  - C programming
  - `double int a;`
  - `long int a;`



# Καταχωρητές κωδικών συνθηκών

- Σύνολα ανεξάρτητων bits
  - π.χ. Το αποτέλεσμα της τελευταίας πράξης ήταν 0
- Μπορεί να διαβάζονται (εσωτερικά) από προγράμματα
  - π.χ. Jump if zero
- Συνήθως δεν μπορούν να «τεθούν» από προγράμματα



# Καταχωρητές ελέγχου και κατάστασης

- Απαριθμητής προγράμματος
- Καταχωρητής αποκωδικοποίησης εντολής
- Καταχωρητής διευθύνσεων μνήμης
- Καταχωρητής προσωρινής μνήμης



# Καταχωρητής «Λέξη κατάστασης προγράμματος»

- Ένα σύνολο από bits
- Περιλαμβάνει κώδικες συνθηκών
- Πρόσημο
- Μηδέν
- Κρατούμενο
- Ίσον
- Υπερχείλιση
- Ενεργοποίηση / Απενεργοποίηση διακοπής
- Εποπτεία





# Κατάσταση εποπτείας

- Intel ring zero
- Kernel mode
- Επιτρέπει την εκτέλεση προνομιούχων εντολών
- Χρησιμοποιούνται από το λειτουργικό σύστημα
- Δεν είναι διαθέσιμες στον προγραμματιστή

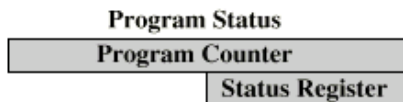
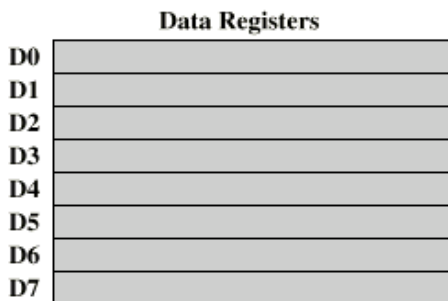


# Άλλοι Καταχωρητές

- Μπορεί να υπάρχουν καταχωρητές που «δείχνουν» σε:
  - Επεξεργασία τμημάτων ελέγχου (δες O/S)
  - Διανύσματα διακοπών (δες O/S)
- Ο σχεδιασμός της CPU και του λειτουργικού συστήματος είναι στενά συνδεδεμένοι

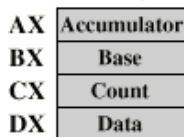


# Παραδείγματα οργάνωσης καταχωρητών

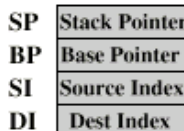


(a) MC68000

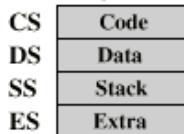
**General Registers**



**Pointer & Index**



**Segment**

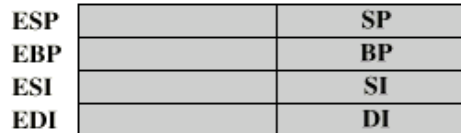
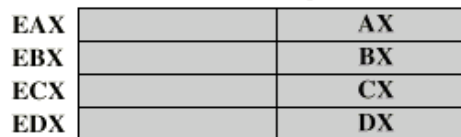


**Program Status**

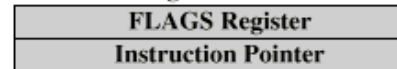


(b) 8086

**General Registers**



**Program Status**



(c) 80386 - Pentium II

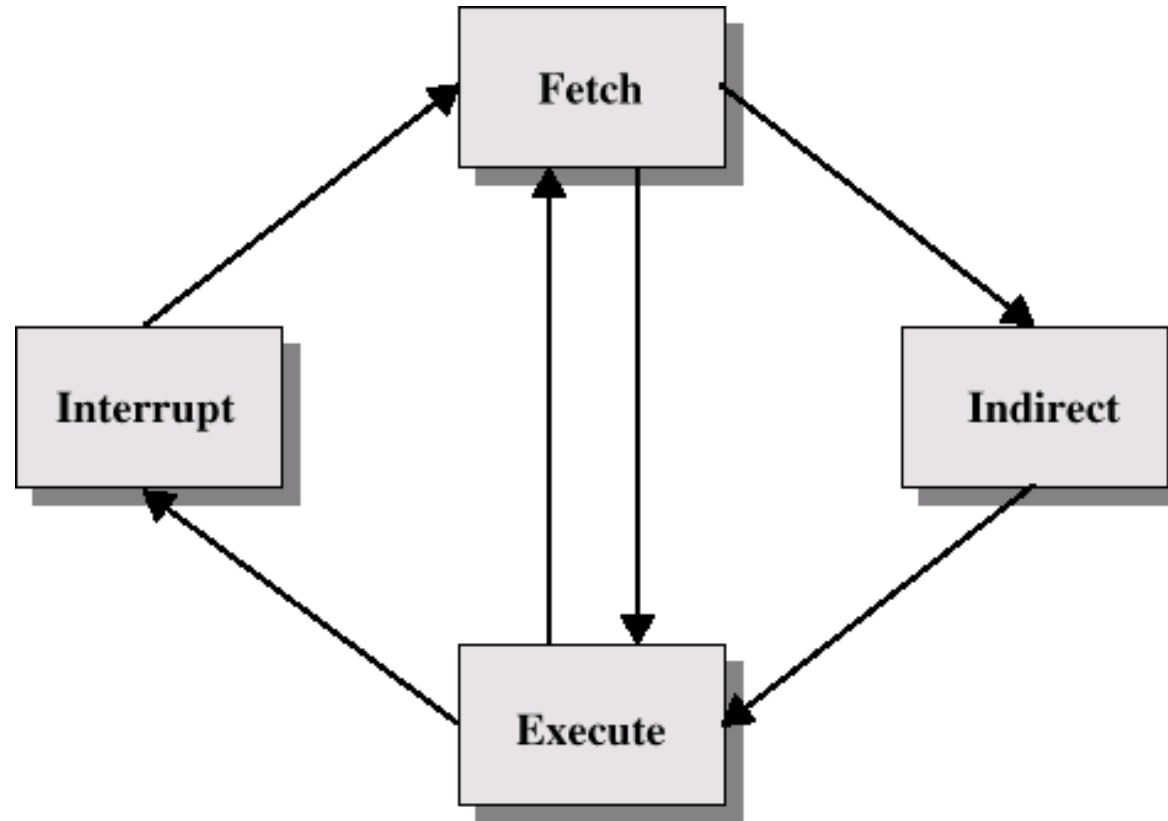


# Έμμεσος κύκλος

- Μπορεί να απαιτεί πρόσβαση στη μνήμη για την προσκόμιση τελεστών
- Η Έμμεση διευθυνσιοδότηση απαιτεί περισσότερες αναφορές στη μνήμη
- Μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας πρόσθετος υπό-κύκλος εντολής

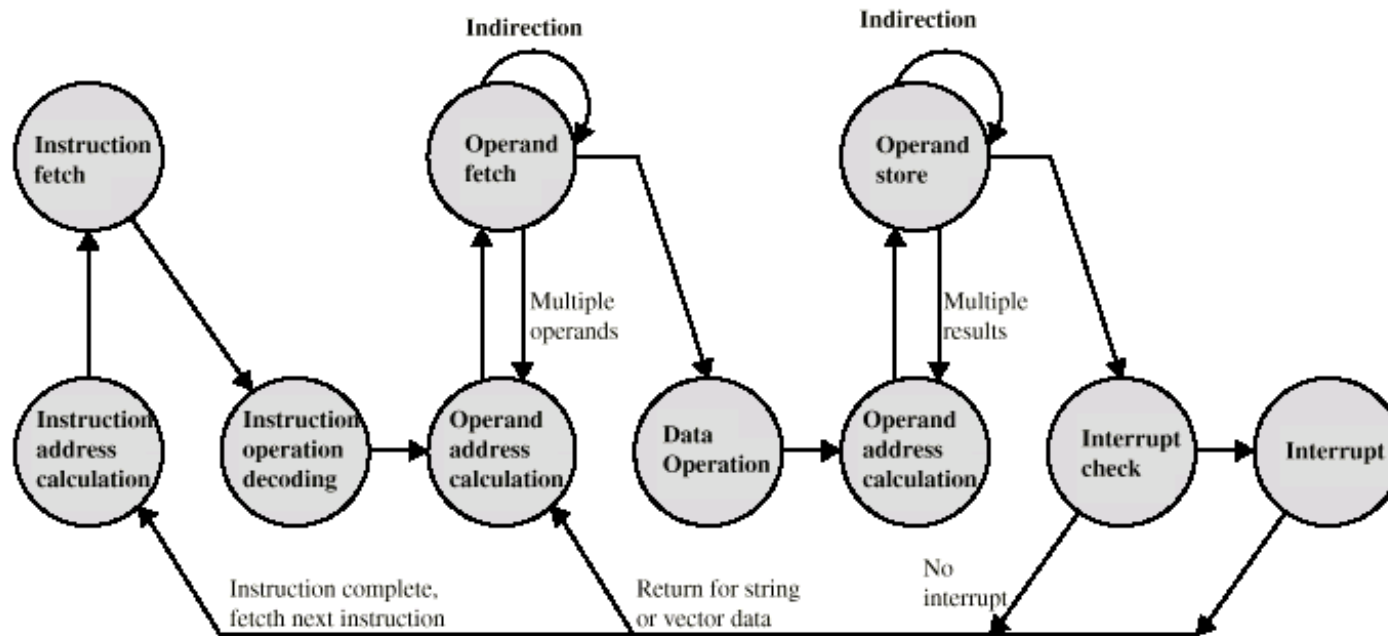


# Κύκλος εντολής με έμμεσο υποκύκλο





# Διάγραμμα κατάστασης κύκλου εντολής





# Ροή δεδομένων (Προσκόμιση εντολής)

- Εξαρτάται από τον σχεδιασμό της CPU
- Προσκόμιση
  - Ο PC περιέχει την διεύθυνση της επόμενης εντολής
  - Η διεύθυνση καταχωρείται στον MAR
  - Στη συνέχεια τοποθετείται στις γραμμές διευθύνσεων του διαύλου
  - Η μονάδα ελέγχου αιτείται την ανάγνωση της θέσης μνήμης
  - Το αποτέλεσμα τοποθετείται στις γραμμές δεδομένων του διαύλου, αντιγράφεται στον MBR, μετά στον IR
  - Στο μεταξύ ο PC αυξάνεται κατά 1



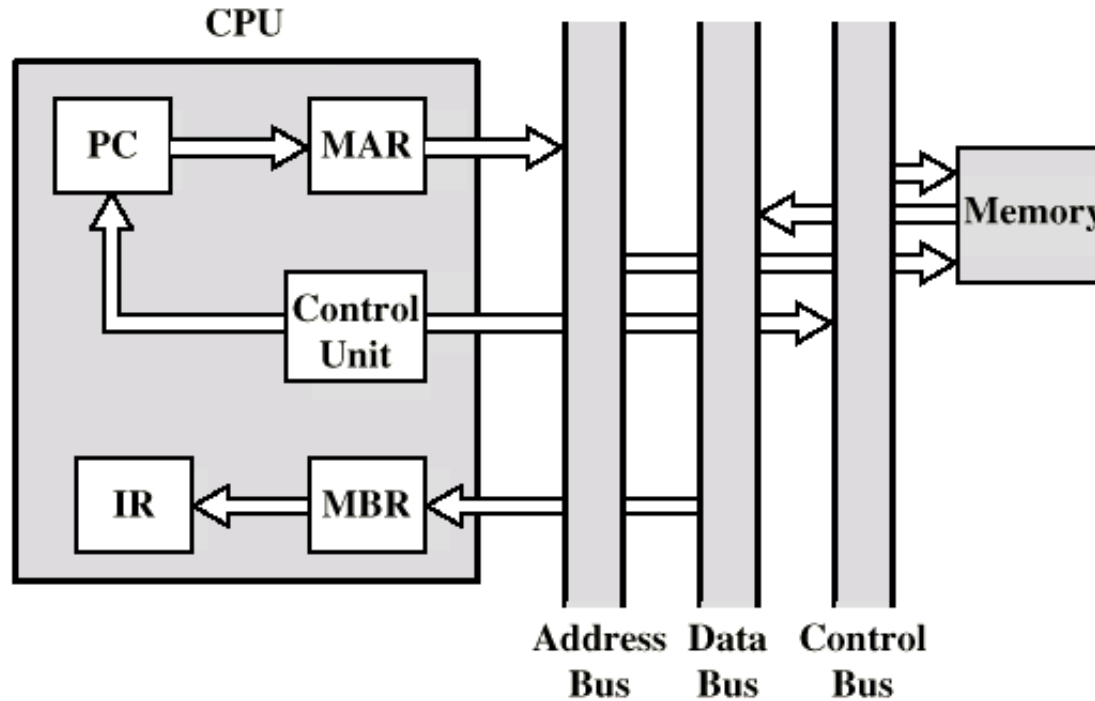
# Ροή δεδομένων (Προσκόμιση δεδομένων)

- Ο IR εξετάζεται
- Αν υπάρχει έμμεση διευθυνσιοδότηση, εκτελείται έμμεσος κύκλος
  - Τα δεξιότερα N bits του MBR μεταφέρονται στον MAR
  - Η μονάδα ελέγχου αιτείται την ανάγνωση της θέσης μνήμης
  - Το αποτέλεσμα (η διεύθυνση του τελεστή) μεταφέρεται στον MBR





# Ροή δεδομένων (Διάγραμμα Προσκόμισης)

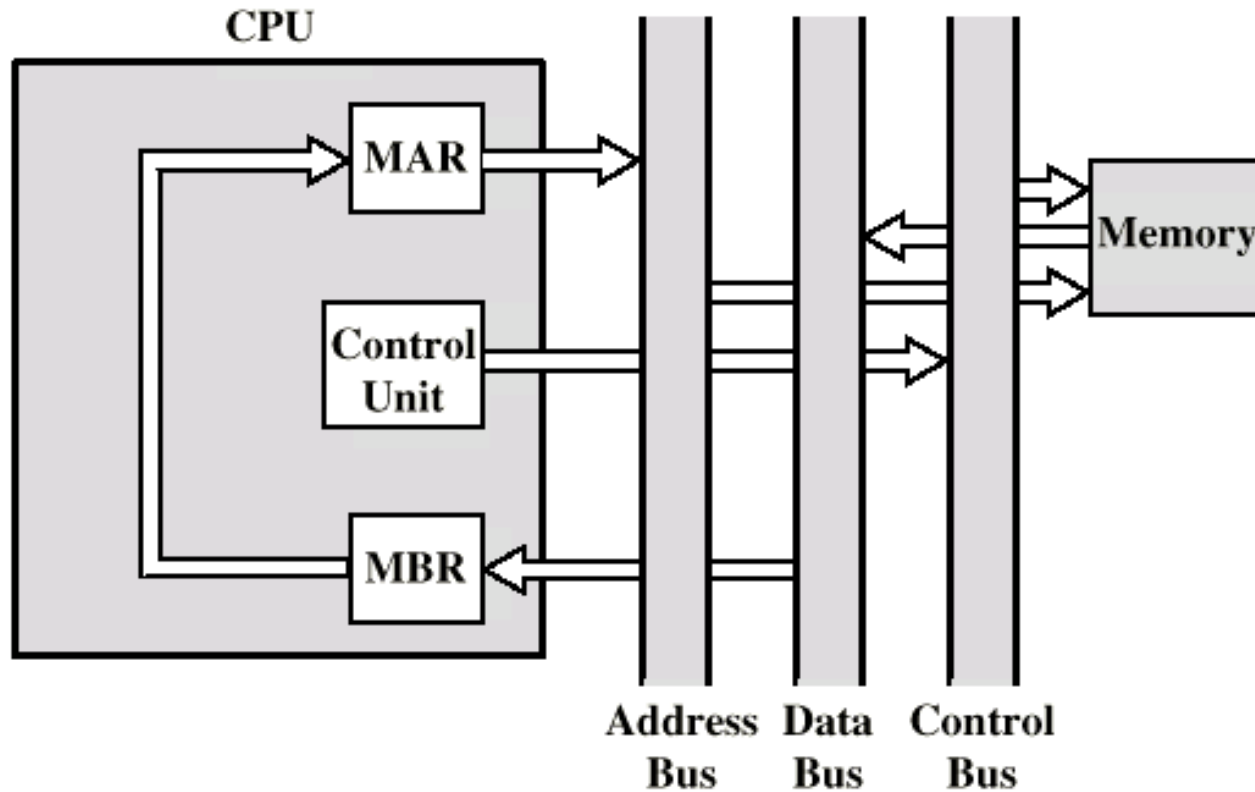


MBR = Memory buffer register  
 MAR = Memory address register  
 IR = Instruction register  
 PC = Program counter



# Ροή δεδομένων

## (Διάγραμμα με έμμεσο κύκλο)





# Ροή δεδομένων (Εκτέλεση)

- Μπορεί να πάρει πολλές μορφές
- Εξαρτάται από την εντολή που εκτελείται
- Μπορεί να περιλαμβάνει
  - Ανάγνωση / εγγραφή μνήμης
  - Λειτουργία I/O
  - Λειτουργίες μεταφορά σε καταχωρητές
  - ALU Λειτουργίες

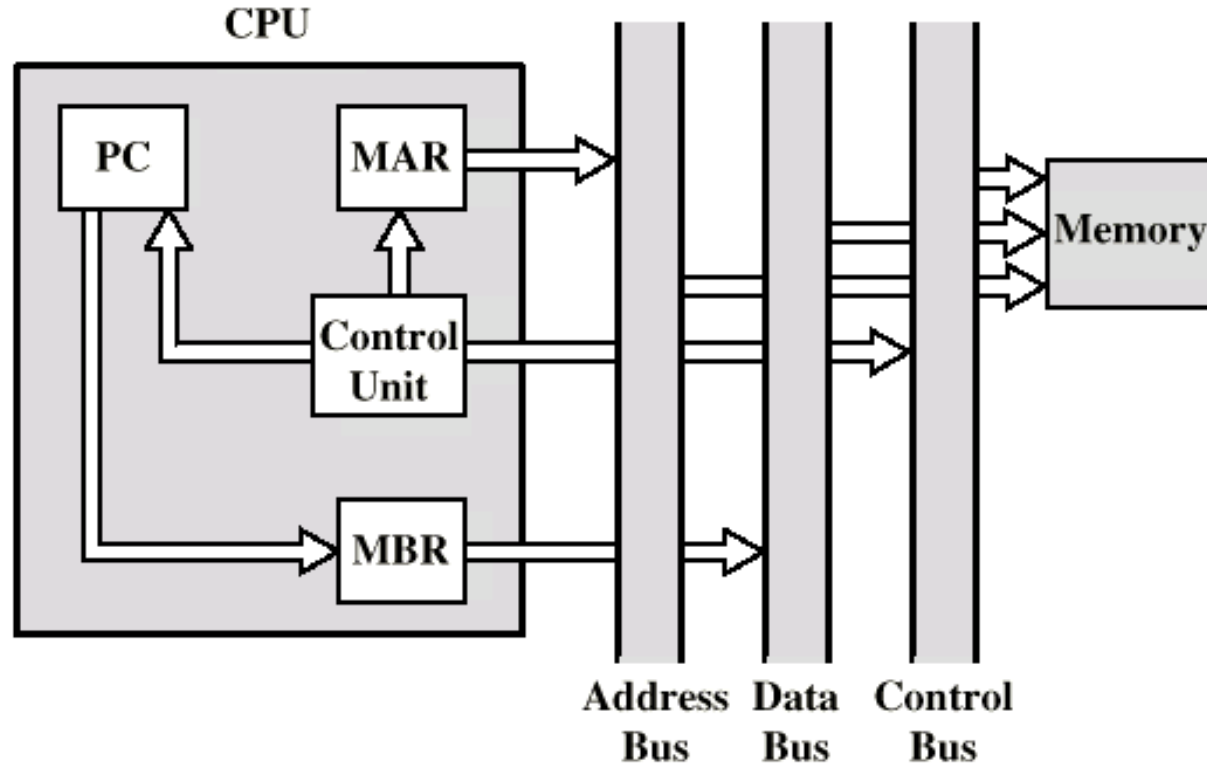


# Ροή δεδομένων (Διακοπή)

- Απλός, Προβλέψιμος
- Η τρέχουσα τιμή του PC αποθηκεύεται για επανάκτηση μετά την διακοπή
- Τα περιεχόμενα του PC αντιγράφονται στον MBR
- Μια ειδική θέση της μνήμης (π.χ. Δείκτης σωρού) φορτώνεται στον MAR
- Το περιεχόμενο του MBR εγγράφεται στη μνήμη
- Ο PC φορτώνεται με την διεύθυνση της υπορουτίνας χειρισμού διακοπής
- Η επόμενη εντολή (Η πρώτη της υπορουτίνας διακοπής ) μπορεί να προσκομιστεί



# Ροή δεδομένων (Διάγραμμα διακοπής)





# Προ – προσαγωγή εντολής

- Προσκόμιση με αναφορά στην κύρια μνήμη
- Η εκτέλεση της εντολής συνήθως δεν περιλαμβάνει αναφορές στην κύρια μνήμη
- Είναι δυνατόν να προσκομιστεί η επόμενη εντολή στη διάρκεια της εκτέλεσης της τρέχουσας εντολής
- Καλείται προ – προσαγωγή εντολής



# Βελτίωση στην απόδοση

- Η απόδοση βελτιώνεται αλλά δεν διπλασιάζεται:
  - Η προσκόμιση διαρκεί συνήθως λιγότερο από την εκτέλεση της εντολής
    - Προ – προσαγωγή περισσότερων της μιας εντολής;
  - Κάθε υπερπήδηση ή διακλάδωση σημαίνει ότι οι παραπάνω εντολές δεν είναι αυτές που απαιτούνται
- Πρέπει να προσθέσουμε περισσότερα στάδια στην εντολή για να βελτιώσουμε την απόδοση



# Βιβλιογραφία

William Stallings. (2011). Αρχιτεκτονική & Οργάνωση Υπολογιστών. Εκδόσεις Τζιόλα.

Δημοσθένης Ε. Μπολανάκης. (2011). Αρχιτεκτονική Μικροϋπολογιστών: αρχές προγραμματισμού χαμηλού επιπέδου και εφαρμογές με το μικροελεγκτή M68HC908GP32, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.

Tanenbaum Andrew S. (1995). Η Αρχιτεκτονική των Υπολογιστών μια δομημένη προσέγγιση Συγγραφέας Tanenbaum Andrew S. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Luce T. (1991). Αρχιτεκτονική των Υπολογιστών. Εκδόσεις Τζιόλα.

Gilmore. (1999). Μικροεπεξεργαστές θεωρία και εφαρμογές. Εκδόσεις Τζιόλα.

Predko M. (2000). Προγραμματίζοντας τον Μικροελεγκτή PIC, Εκδόσεις Τζιόλα.

Μπεκάκος Μ.Π. (1994). Αρχιτεκτονική υπολογιστών & τεχνολογία παράλληλης επεξεργασίας, Εκδόσεις Σταμούλης.





# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Φώτης Βαρζιώτης.  
Αρχιτεκτονική υπολογιστών.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή  
διεύθυνση:

<http://eclass.teiep.gr/OpenClass/courses/COMP115/>

# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευάγγελος Καρβούνης  
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Τέλος Ενότητας

Δομή και Λειτουργία της CPU<sub>1/2</sub>



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης