



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 3 : Μια άποψη του κορυφαίου επιπέδου
λειτουργίας και διασύνδεσης του υπολογιστή

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 3 : Μια άποψη του κορυφαίου επιπέδου λειτουργίας και διασύνδεσης του υπολογιστή

Φώτης Βαρζιώτης
Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015





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





Η έννοια του προγράμματος

- Τα κυκλωματικά προγράμματα δεν είναι ευέλικτα
- Διατάξεις γενικής χρήσης μπορούν να υποστηρίξουν ένα σύνολο εφαρμογών όταν οδηγούνται από κατάλληλα σήματα ελέγχου
- Για κάθε νέα εφαρμογή δεν αναδιατάσσουμε ένα κυκλωματικό πρόγραμμα αλλά μπορούμε να παρέχουμε ένα νέο σετ σημάτων ελέγχου



Τι είναι πρόγραμμα?

- Μια ακολουθία βημάτων
- Σε κάθε βήμα, εκτελείται μια αριθμητική ή λογική λειτουργία
- Για κάθε λειτουργία απαιτείται ένα διαφορετικό σετ σημάτων ελέγχου



Λειτουργικότητα της Μονάδας Ελέγχου

- Για κάθε λειτουργία, χρησιμοποιείται ένας μοναδικός κωδικός
 - π.χ. ADD, MOVE
- Ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα δέχεται τον κωδικό και τον μετατρέπει σε ένα σύνολο σημάτων ελέγχου
- Έχουμε έναν υπολογιστή!

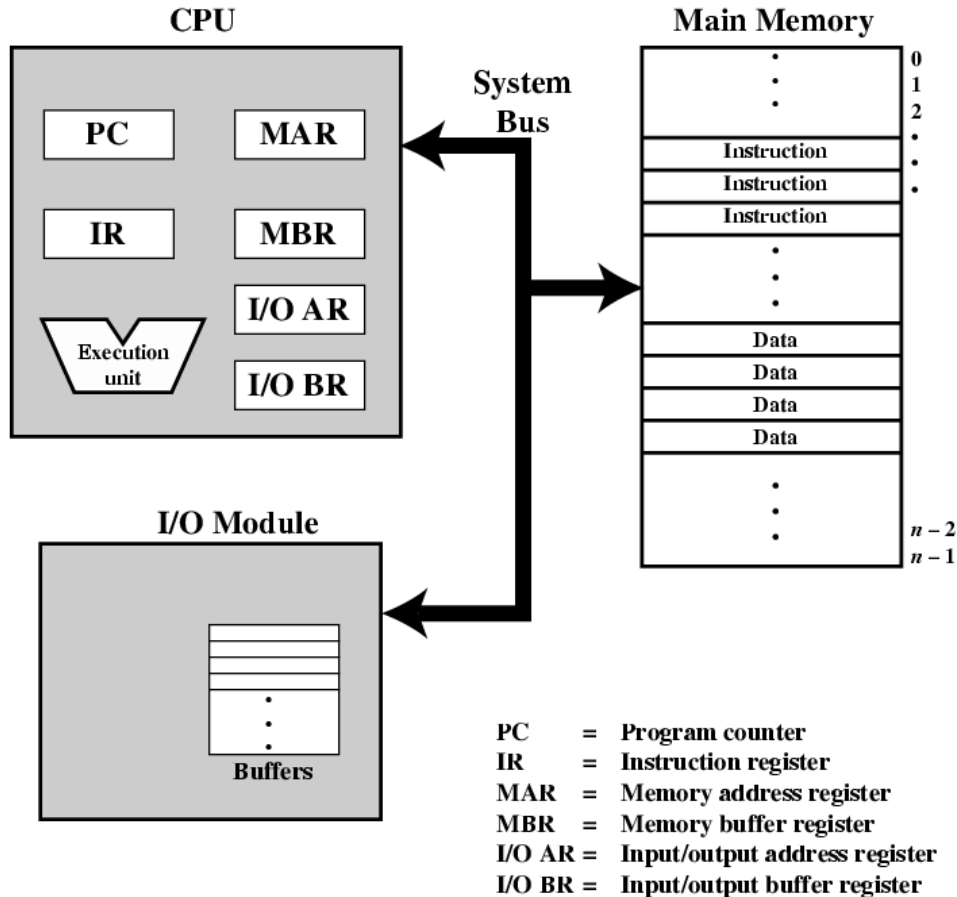


Υπομονάδες υπολογιστικού συστήματος

- Η Μονάδα Ελέγχου και η Αριθμητική και Λογική Μονάδα (ALU) αποτελούν την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)
- Το σύστημα πρέπει να είναι σε θέση να δέχεται δεδομένα και εντολές και να εξάγει τα αποτελέσματα
 - Input/output
- Πρόσθετα απαιτείται προσωρινή αποθήκευση του κώδικα (Λογισμικού) και των αποτελεσμάτων
 - Κύρια μνήμη



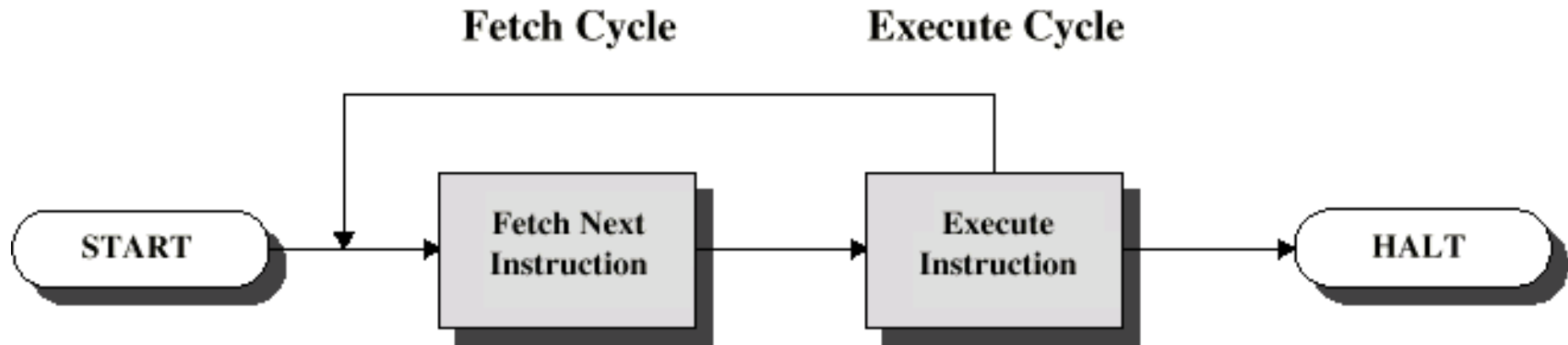
Υπομονάδες ενός υπολογιστή: Κορυφαίο Επίπεδο





Κύκλος Εντολής

- Δύο βήματα:
 - Προσκόμιση (Fetch)
 - Εκτέλεση (Execute)





Κύκλος Προσκόμισης (Fetch Cycle)_{1/2}

- Ο Απαριθμητής Προγράμματος (PC) περιέχει την διεύθυνση της επόμενης εντολής που πρόκειται να προσκομιστεί
- Ο επεξεργαστής προσκομίζει την εντολή που βρίσκεται στη θέση μνήμης που δείχνει ο PC
- Αυξάνει η τιμή του PC
 - Εκτός αν η ακολουθία εντολών μεταβληθεί



Κύκλος Προσκόμισης (Fetch Cycle)_{2/2}

- Η εντολή αποθηκεύεται στον καταχωρητή εντολών (IR)
- Ο επεξεργαστής ερμηνεύει την εντολή και κάνει την απαιτούμενη ενέργεια



Κύκλος Εκτέλεσης (Execute Cycle)_{1/2}

- Επεξεργαστής - μνήμη
 - Μεταφορά δεδομένων μεταξύ CPU και μνήμης
- Επεξεργαστής - I/O
 - Μεταφορά δεδομένων μεταξύ CPU και υπομανάδας I/O
- Επεξεργασία Δεδομένων
 - Αριθμητικές και λογικές πράξεις σε δεδομένα

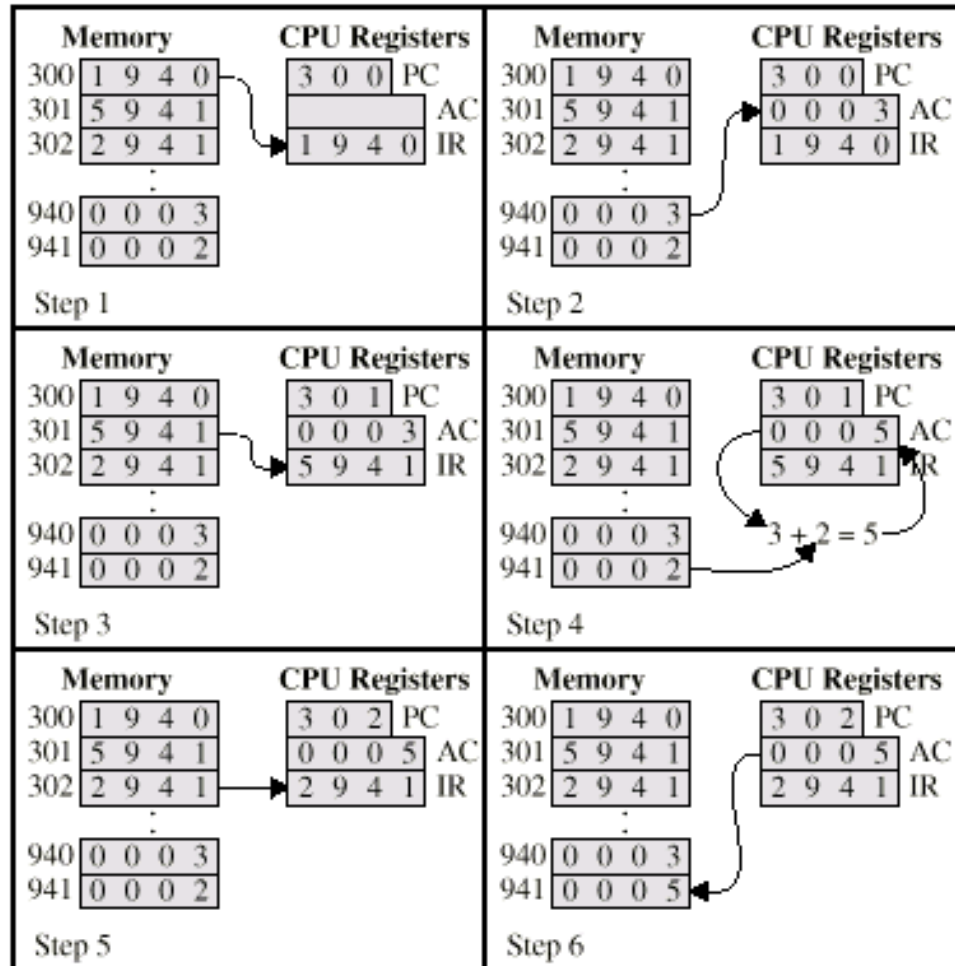


Κύκλος Εκτέλεσης (Execute Cycle)_{2/2}

- Έλεγχος
 - Μεταβολή ακολουθίας εκτέλεσης εντολών
 - π.χ. jump
- Συνδυασμός των παραπάνω

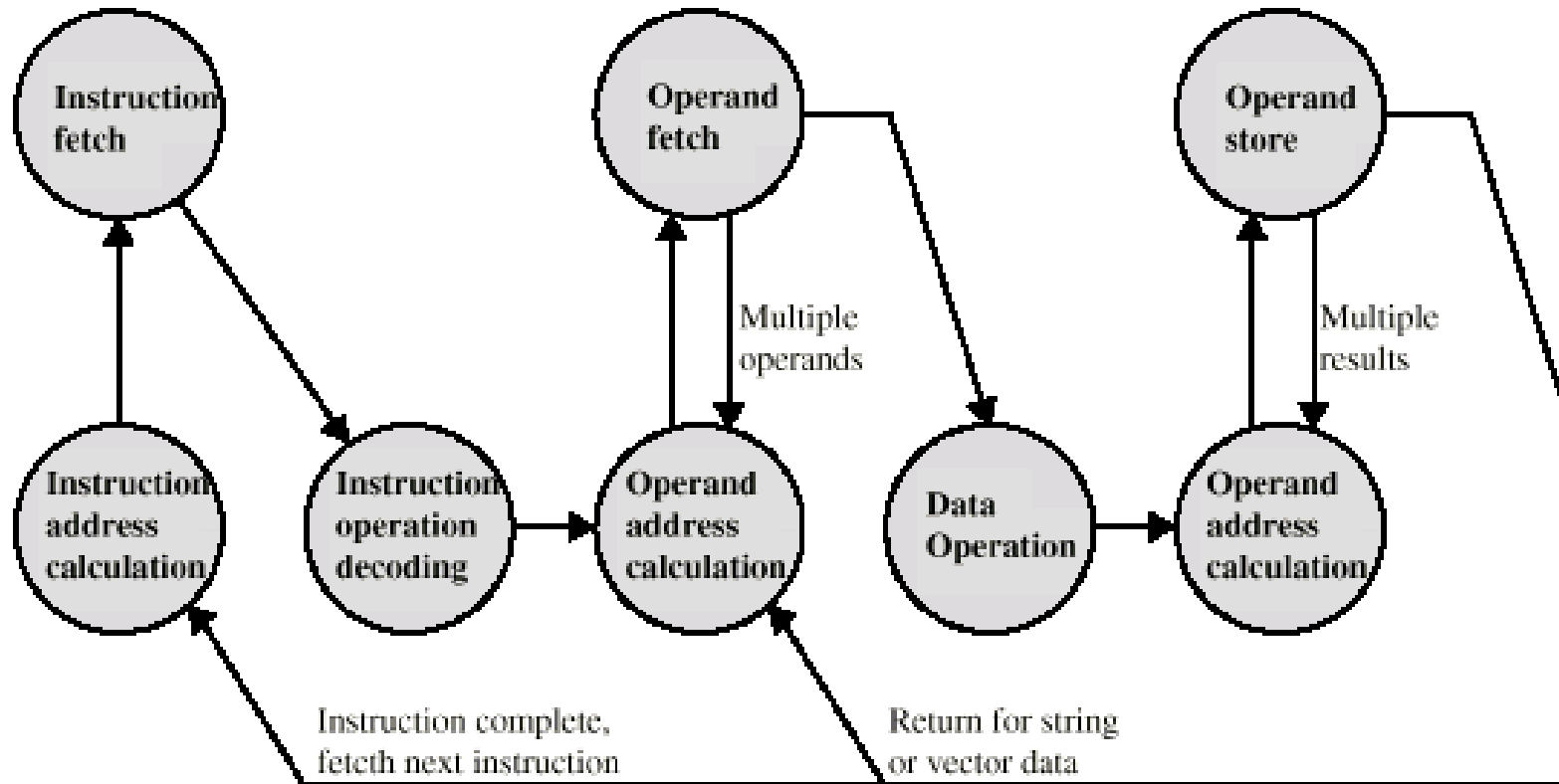


Παράδειγμα εκτέλεσης προγράμματος





Κύκλος εντολής – Διάγραμμα Καταστάσεων





Διακοπές_{1/2}

- Μηχανισμός που επιτρέπει στις υπομονάδες ενός υπολογιστή (π.χ. I/O) να διακόπτουν την κανονική λειτουργία του επεξεργαστή
- Προγράμματος
 - π.χ. overflow, division by zero
- Χρονισμού
 - Παράγονται από χρονιστή εσωτερικά στον επεξεργαστή
 - Εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών σε τακτική βάση

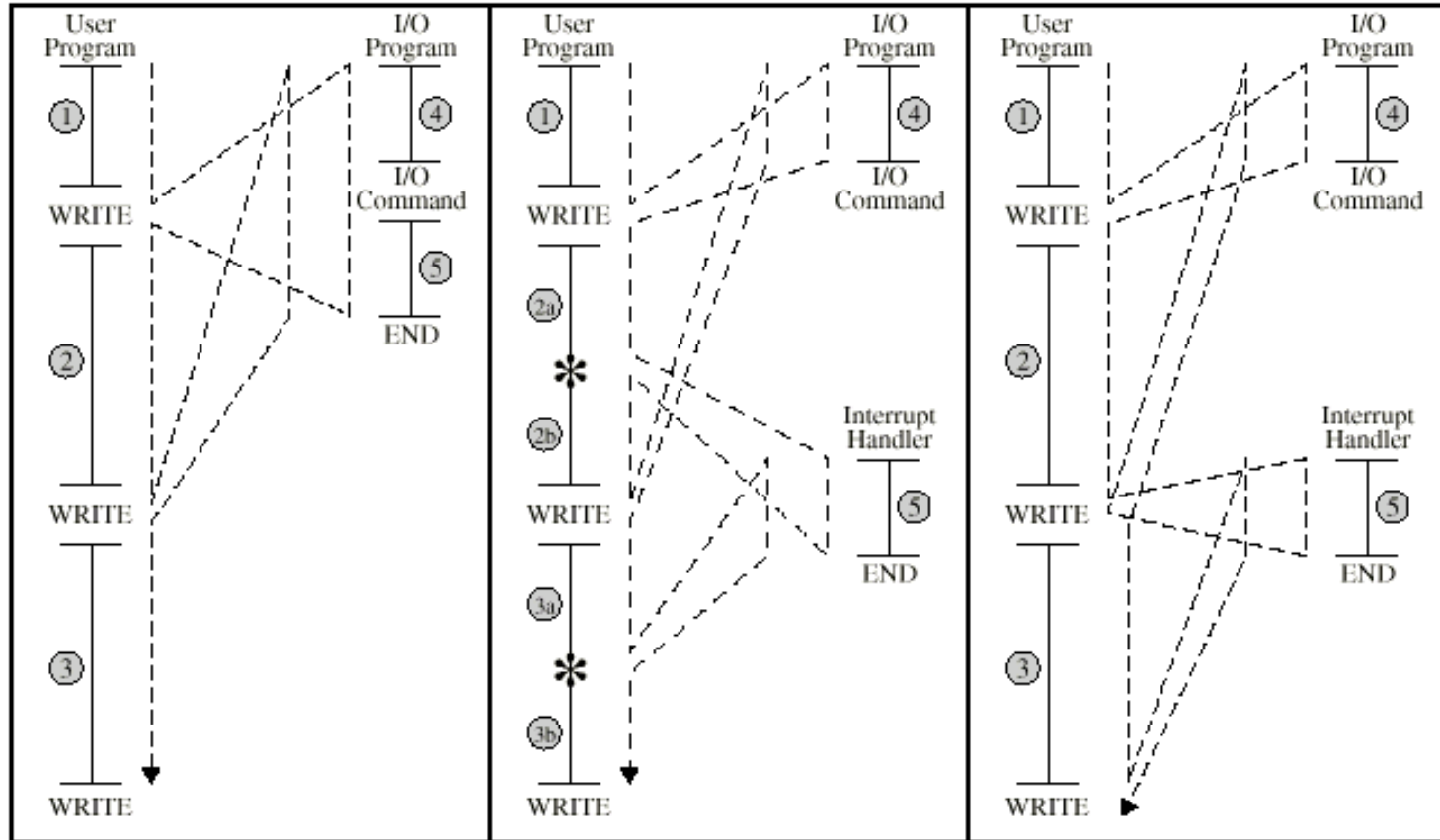


Διακοπές_{2/2}

- I/O
 - Από I/O ελεγκτές
- Βλάβη υλικού
 - π.χ. σφάλμα ισοτιμίας της μνήμης, διακοπή τροφοδοσίας σε υπομονάδα



Έλεγχος ροής προγράμματος



(a) No interrupts

(b) Interrupts; short I/O wait

(c) Interrupts; long I/O wait

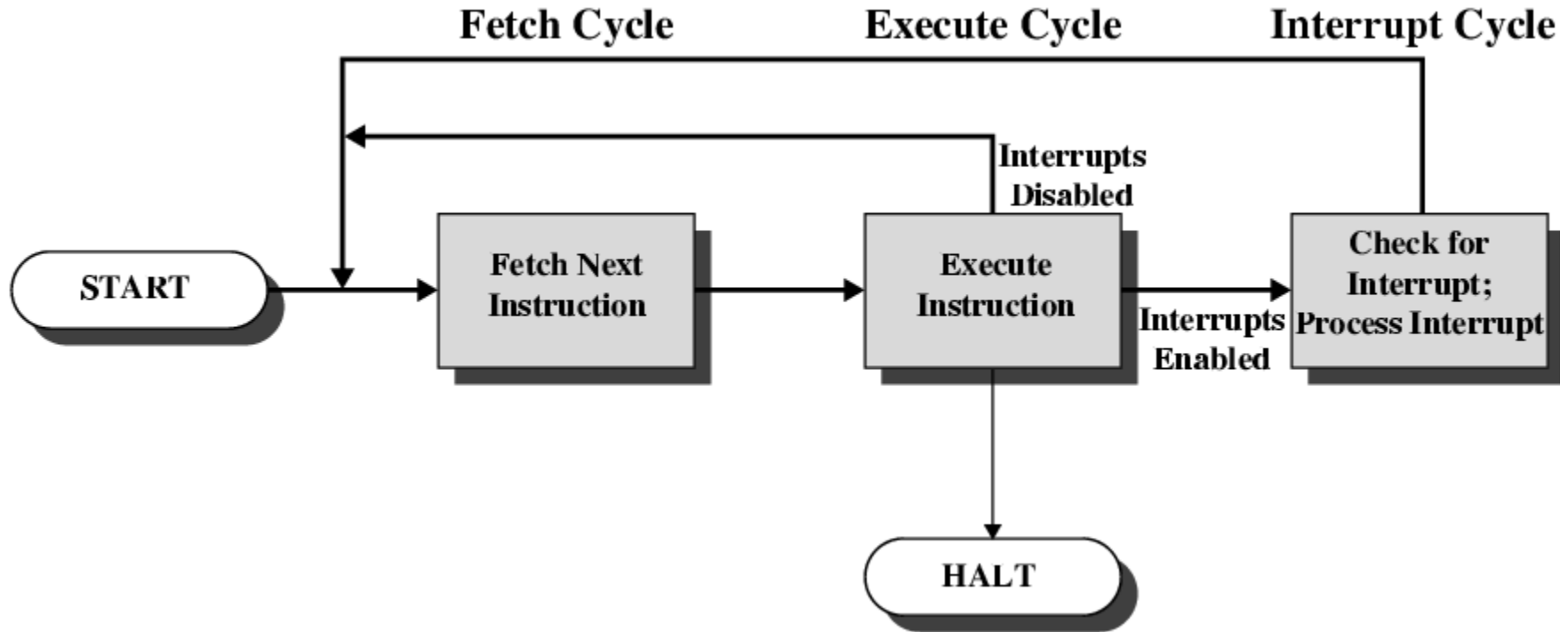


Κύκλος Διακοπής_{1/2}

- Προστίθεται στον κύκλο εντολής
- Ο επεξεργαστής ελέγχει για διακοπές
 - Ενεργοποιούνται μέσω ενός σήματος διακοπής
- Αν δεν υπάρχει διακοπή, προσκομίζεται η επόμενη εντολή
- Αν εκκρεμεί διακοπή:
 - Αναστολή εκτέλεσης προγράμματος

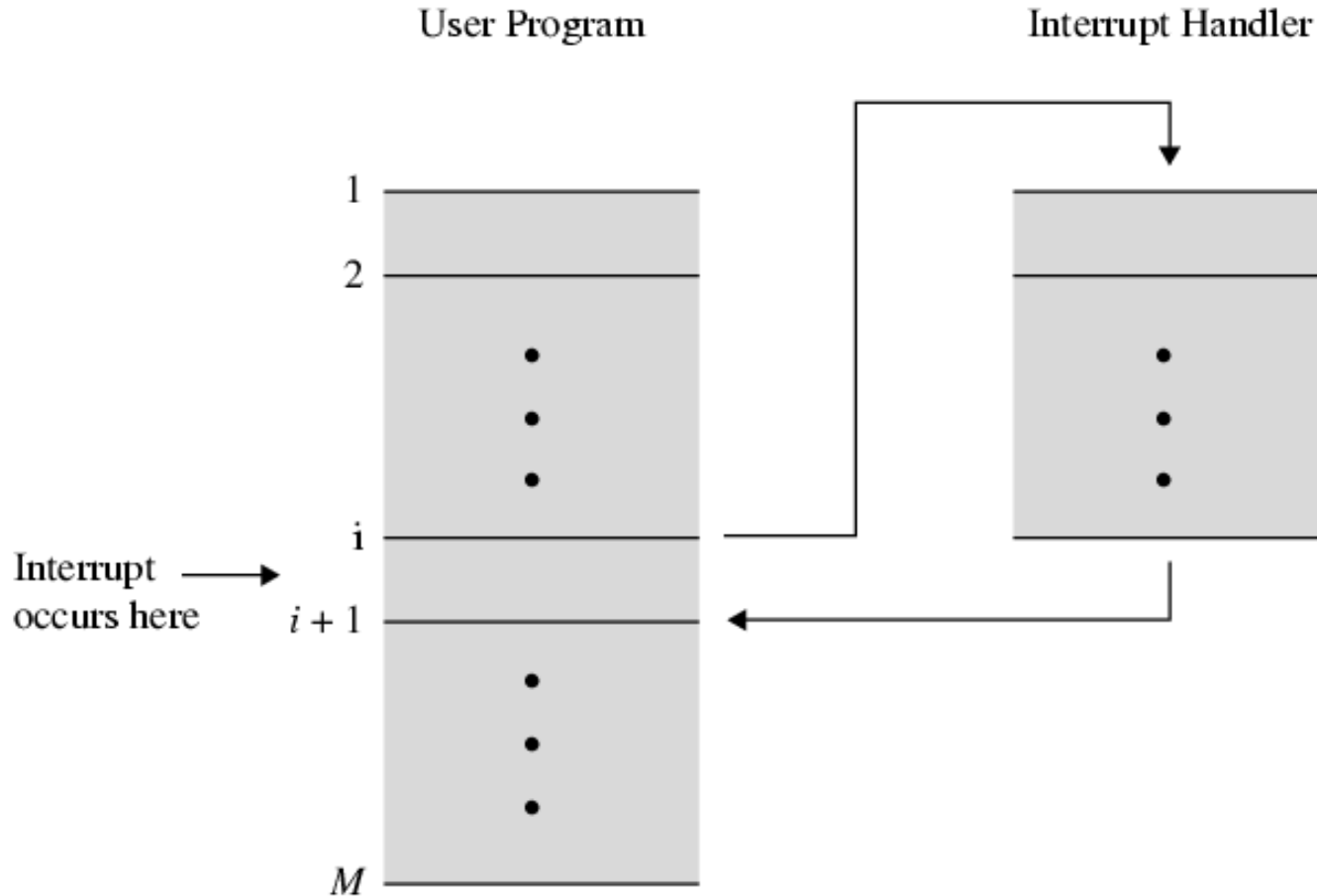


Instruction Cycle with Interrupts





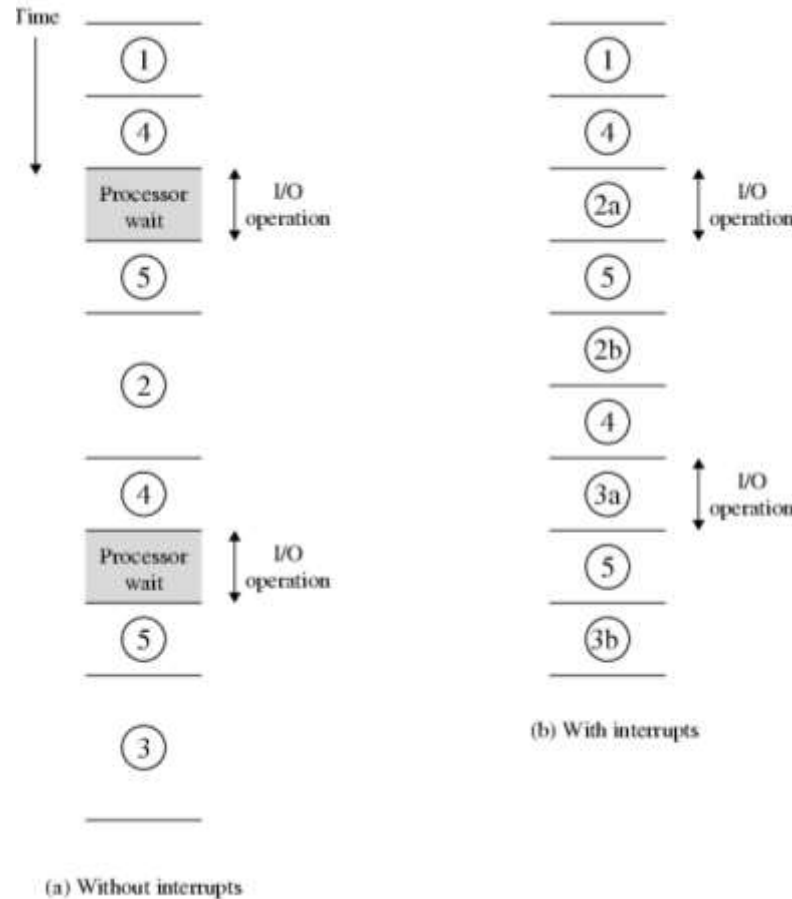
Μεταφορά ελέγχου μέσω διακοπών





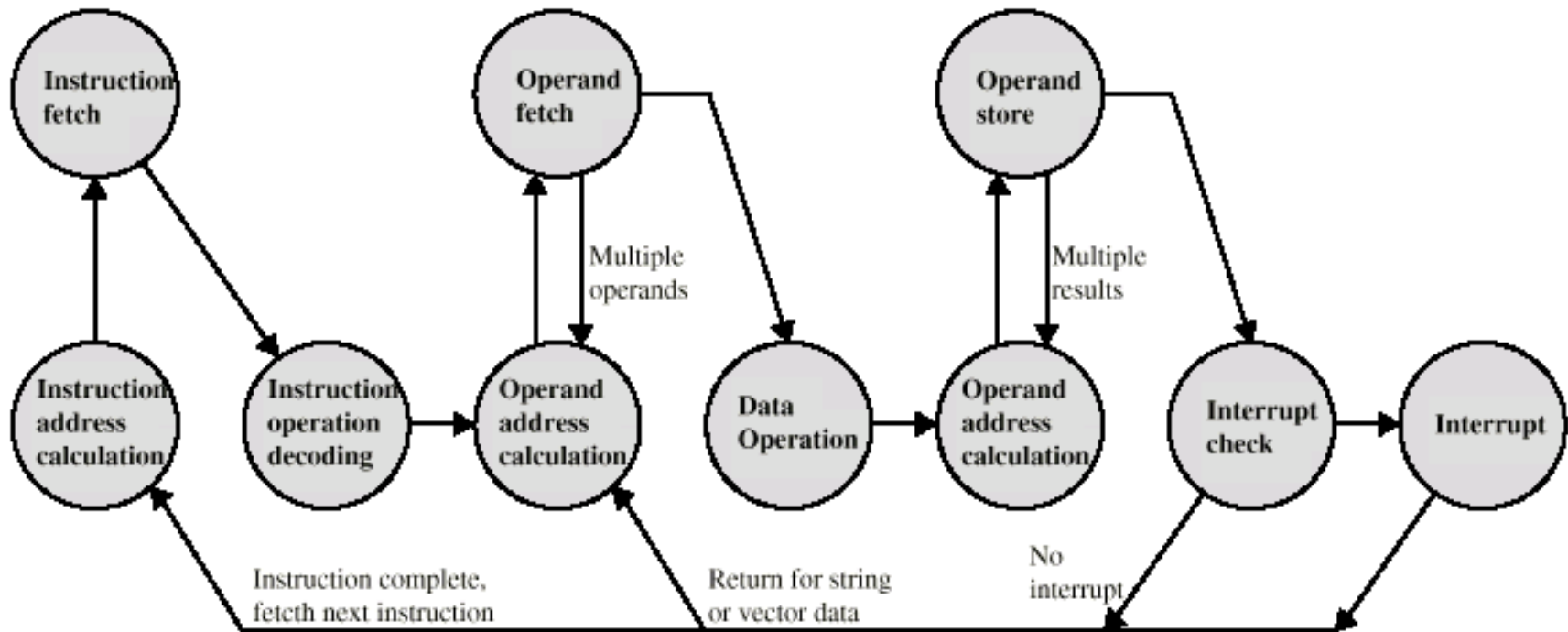
Ο χρονισμός του προγράμματος

Μικρή αναμονή I/O





Κύκλος εντολής (με διακοπές) - Διάγραμμα Καταστάσεων





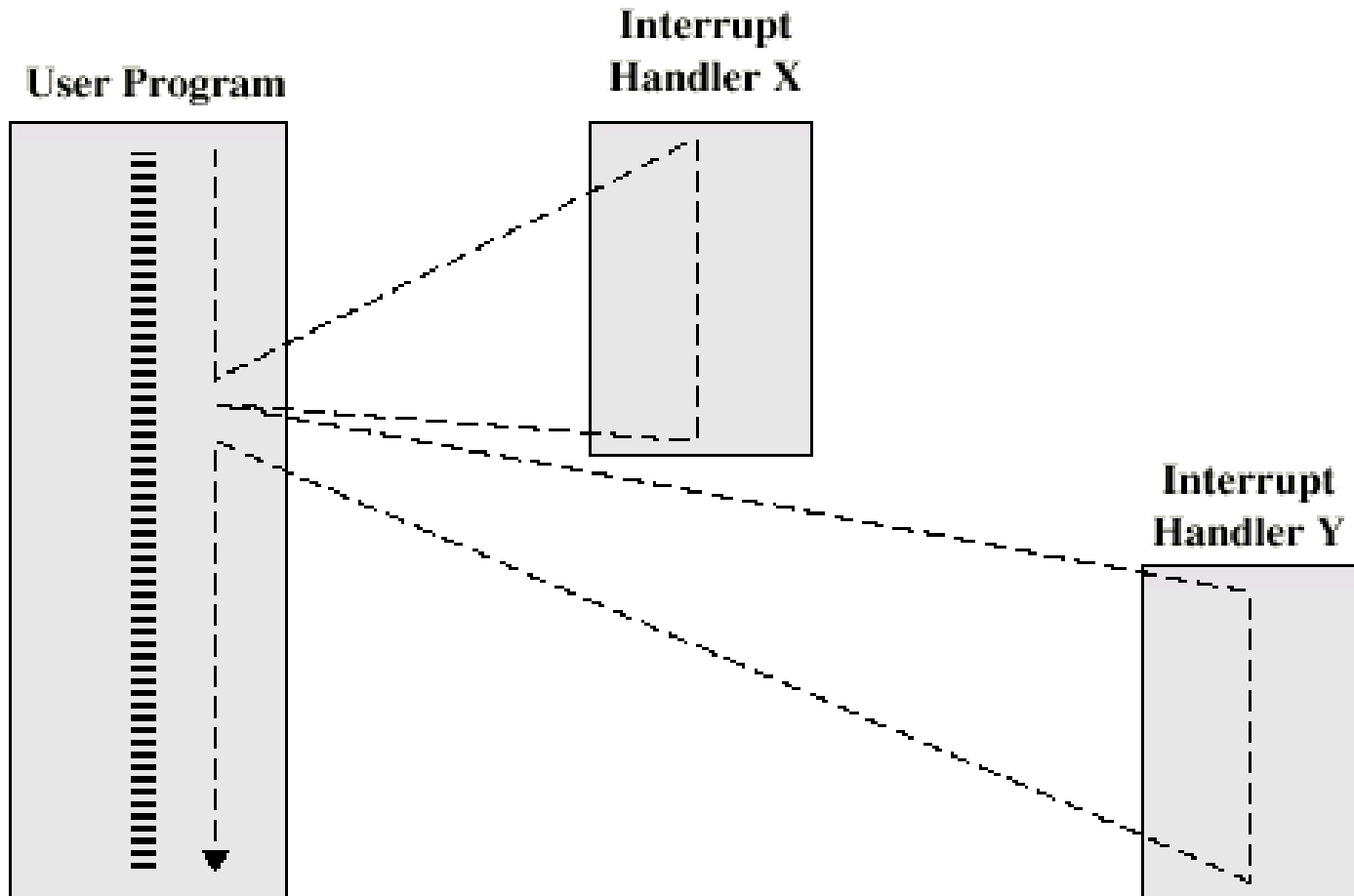
Πολλαπλές Διακοπές_{1/2}

- Απενεργοποίηση Διακοπών
 - Ο επεξεργαστής θα αγνοεί νέες διακοπές όταν ήδη επεξεργάζεται μια διακοπή
 - Οι διακοπές εκκρεμούν και ελέγχονται αμέσως μετά το τέλος της διακοπής που επεξεργαζόταν
 - Οι διακοπές εξυπηρετούνται με την σειρά εμφάνισης

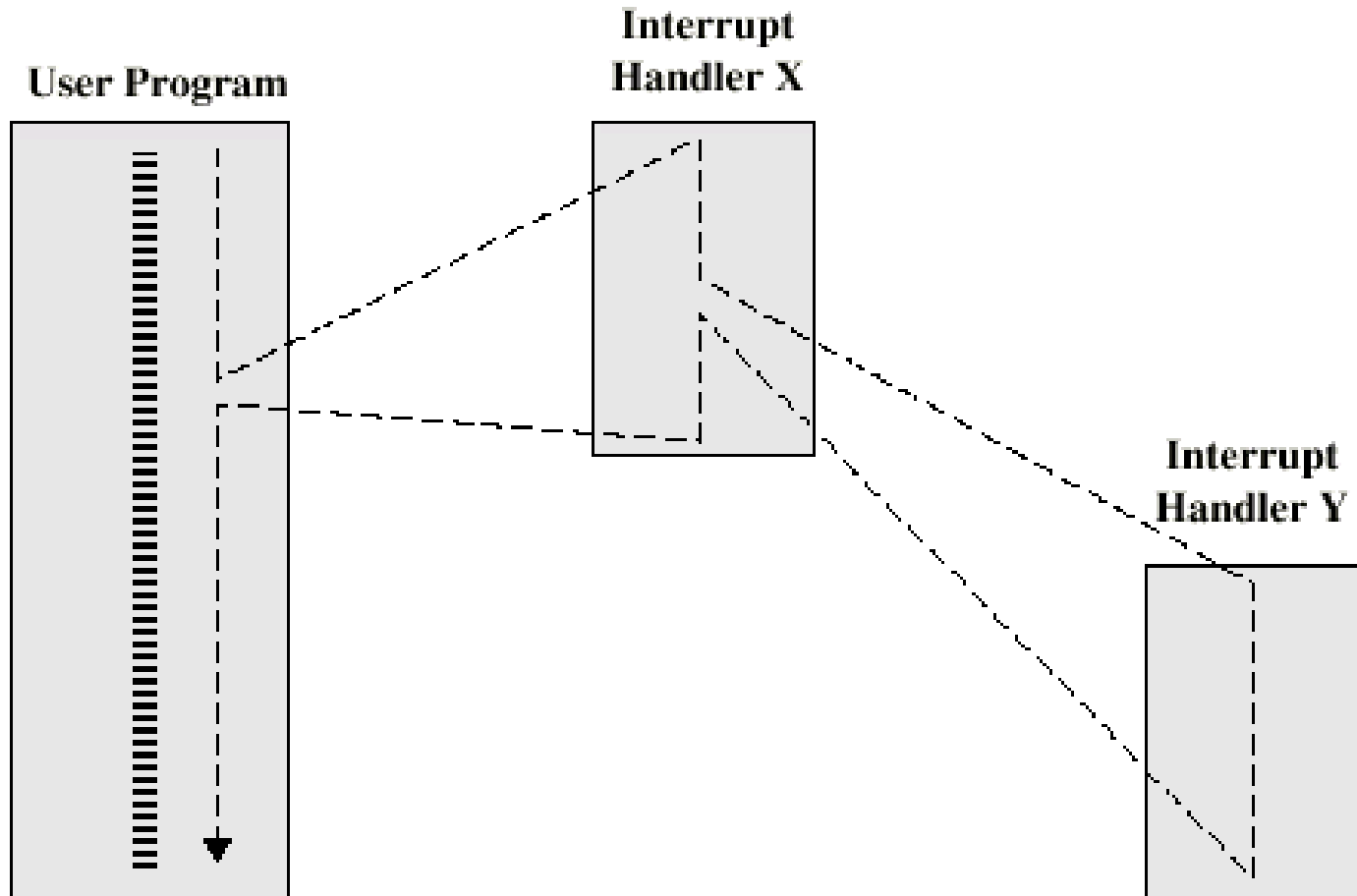
Πολλαπλές Διακοπές_{2/2}

- Ορισμός προτεραιοτήτων
 - Διακοπές χαμηλής προτεραιότητας μπορούν να διακοπούν από διακοπές υψηλότερης προτεραιότητας
 - Όταν επεξεργαστεί η διακοπή με την μεγαλύτερη προτεραιότητα, ο επεξεργαστής επιστρέφει στην προηγούμενη διακοπή

Πολλαπλές διακοπές - Ακολουθιακά

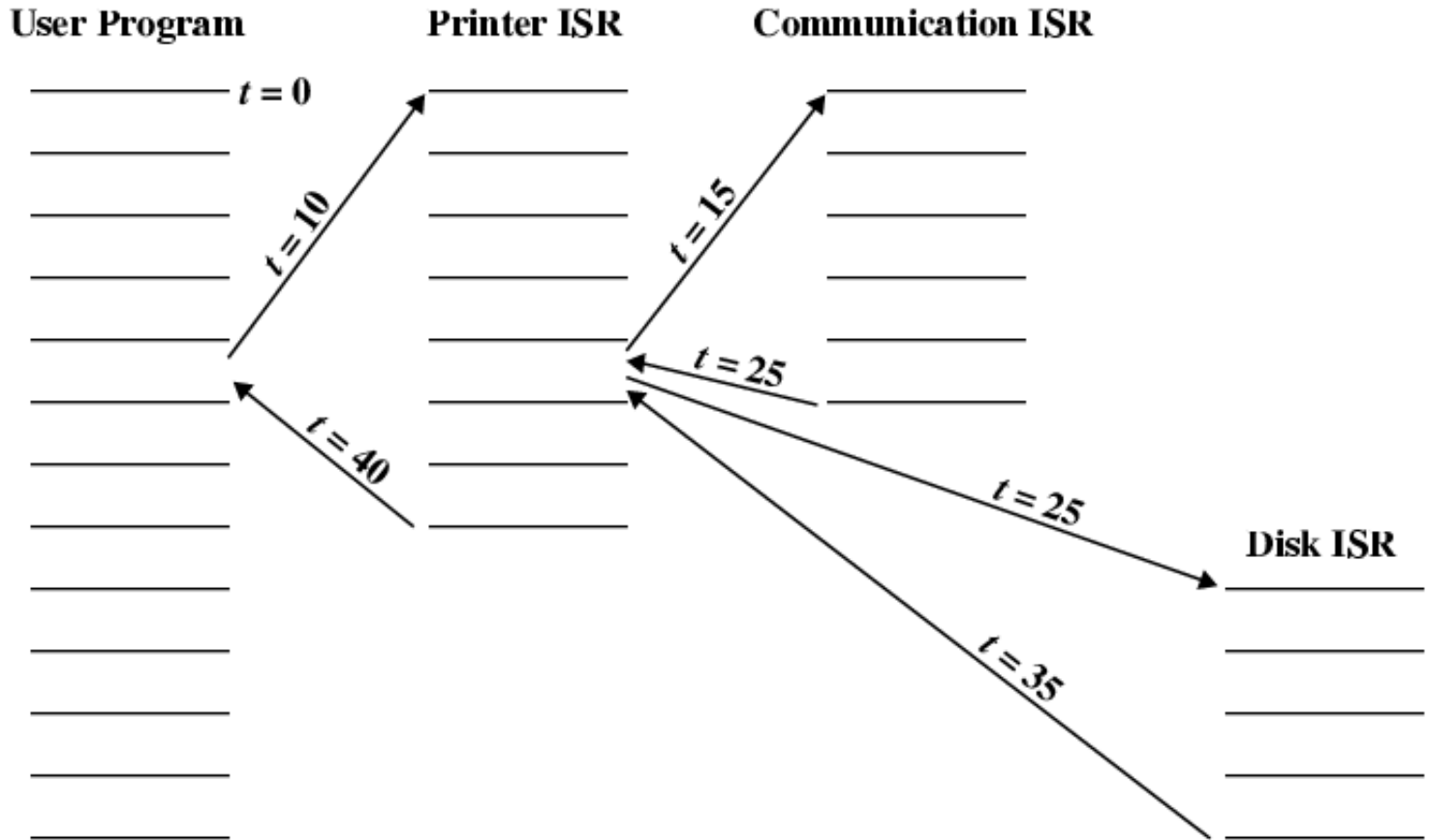


Πολλαπλές διακοπές – Με προτεραιότητα





Χρονική ακολουθία πολλαπλών διακοπών



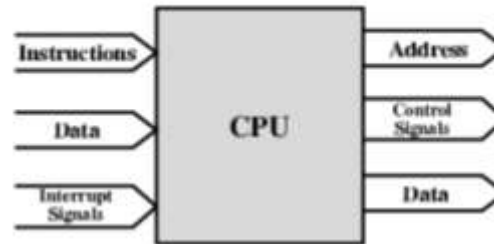
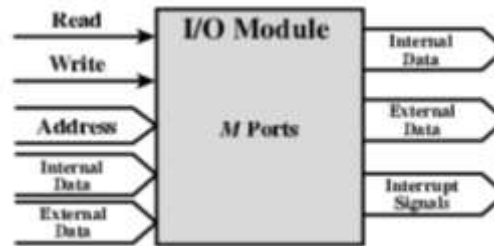
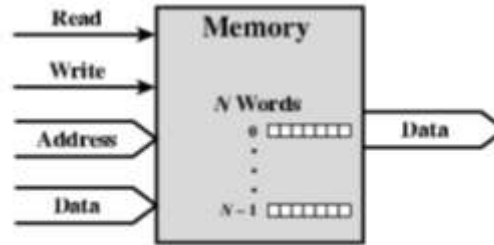


Διασύνδεση

- Όλες οι υπομονάδες πρέπει να διασυνδέονται μεταξύ τους
- Διαφορετικού τύπου σύνδεση για διαφορετικού τύπου υπομονάδες
 - Κύρια μνήμη
 - I/O
 - CPU



Υπομονάδες Υπολογιστή





Μνήμη

- Λαμβάνει και αποστέλλει δεδομένα
- Λαμβάνει διευθύνσεις (θέσεων)
- Λαμβάνει σήματα ελέγχου
 - Ανάγνωση
 - Εγγραφή
 - Χρονισμός



Input/Output Connection_{1/2}

- Παρόμοια με την μνήμη από την πλευρά του υπολογιστή
- Έξοδος (O)
 - Λαμβάνει δεδομένα από τον υπολογιστή
 - Αποστέλλει δεδομένα στην εξωτερική συσκευή
- Είσοδος (I)
 - Λαμβάνει δεδομένα από εξωτερική συσκευή
 - Αποστέλλει δεδομένα στον υπολογιστή



Input/Output Connection_{2/2}

- Λαμβάνει σήματα ελέγχου από τον υπολογιστή
- Αποστέλλει σήματα ελέγχου στην εξωτερική συσκευή
 - Π.χ. spin disk
- Λαμβάνει διευθύνσεις από τον υπολογιστή
 - π.χ. Αριθμός θύρας για αναγνώριση περιφερειακού
- Αποστέλλει σήματα διακοπής (Έλεγχος)



CPU

- Ανάγνωση εντολών και δεδομένων
- Εξαγωγή δεδομένων (μετά την επεξεργασία)
- Αποστολή σημάτων ελέγχου σε άλλες μονάδες
- Λαμβάνει (& ενεργεί σε) διακοπές



Δίαυλοι

- Υπάρχουν αρκετά συστήματα διασύνδεσης
- Τα πιο κοινά είναι οι απλές και πολλαπλές δομές διαύλων
- π.χ. Ελέγχου/διεύθυνσης/δεδομένων δίαυλος (PC)
- π.χ. Unibus (DEC-PDP)



Τι είναι δίαυλος?

- Ένας διάδρομος επικοινωνίας ο οποίος συνδέει δύο ή περισσότερες συσκευές
- Κοινό μέσο μετάδοσης
- Συχνά ομαδοποιημένο
 - Πολλά κανάλια σε έναν δίαυλο
 - π.χ. ο 32 bit δίαυλος δεδομένων είναι 32 ξεχωριστά κανάλια του ενός bit
- Οι γραμμές μεταφοράς ισχύος μπορεί να μην εμφανίζονται



Δίαυλος δεδομένων

- Μεταφέρει δεδομένα
 - Στο συγκεκριμένο επίπεδο δεν γίνεται διαχωρισμός δεδομένων και εντολών
- Το εύρος του διαύλου αποτελεί κλειδί για την απόδοση του υπολογιστή
 - 8, 16, 32, 64 bit



Δίαυλος διευθύνσεων

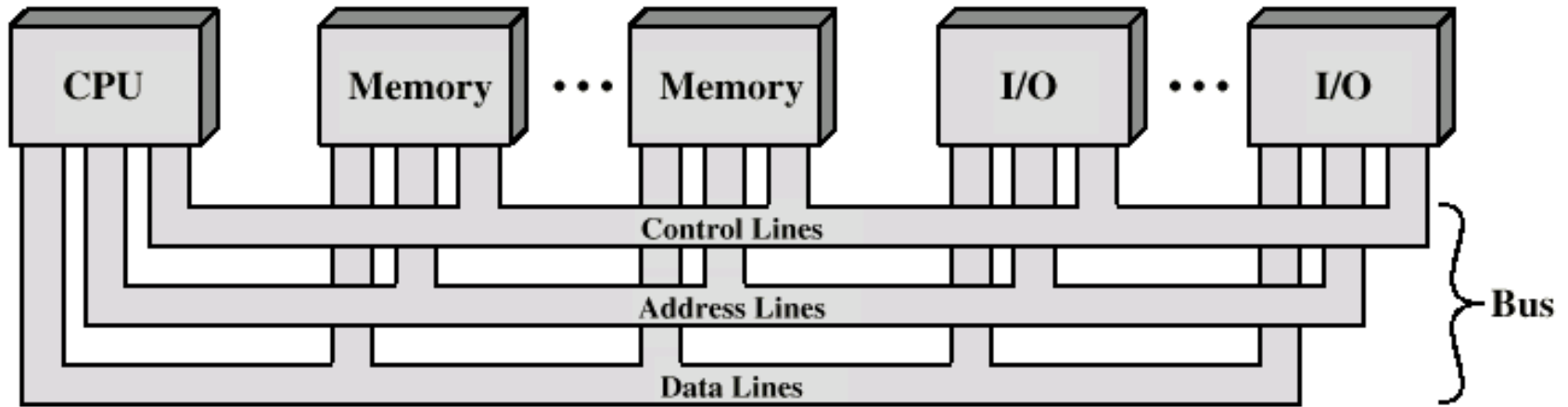
- Προσδιορίζει την πηγή ή τον προορισμό των δεδομένων
- π.χ. Η CPU πρέπει να διαβάσει μια εντολή από μια καθορισμένη θέση της κύριας μνήμης
- Το εύρος του δίαυλου διευθύνσεων καθορίζει την μέγιστη χωρητικότητα της μνήμης του συστήματος
 - π.χ. ο 8080 έχει 16 bit δίαυλο διευθύνσεων υποστηρίζοντας έως 64k θέσεις μνήμης



Δίαυλος Ελέγχου

- Πληροφορία Ελέγχου και χρονισμού
 - Σήμα ανάγνωσης/εγγραφής μνήμης
 - Αίτηση διακοπής
 - Σήμα ρολογιού

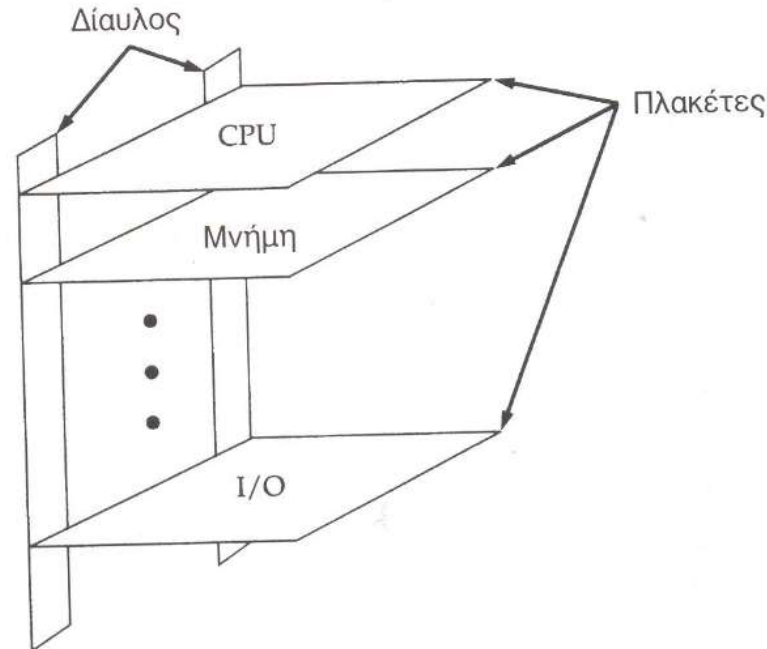
Σχηματικό διασύνδεσης με δίαυλο





Φυσική άποψη του διαύλου

- Με τι μοιάζει?
 - Παράλληλες γραμμές σε τυπωμένα κυκλώματα



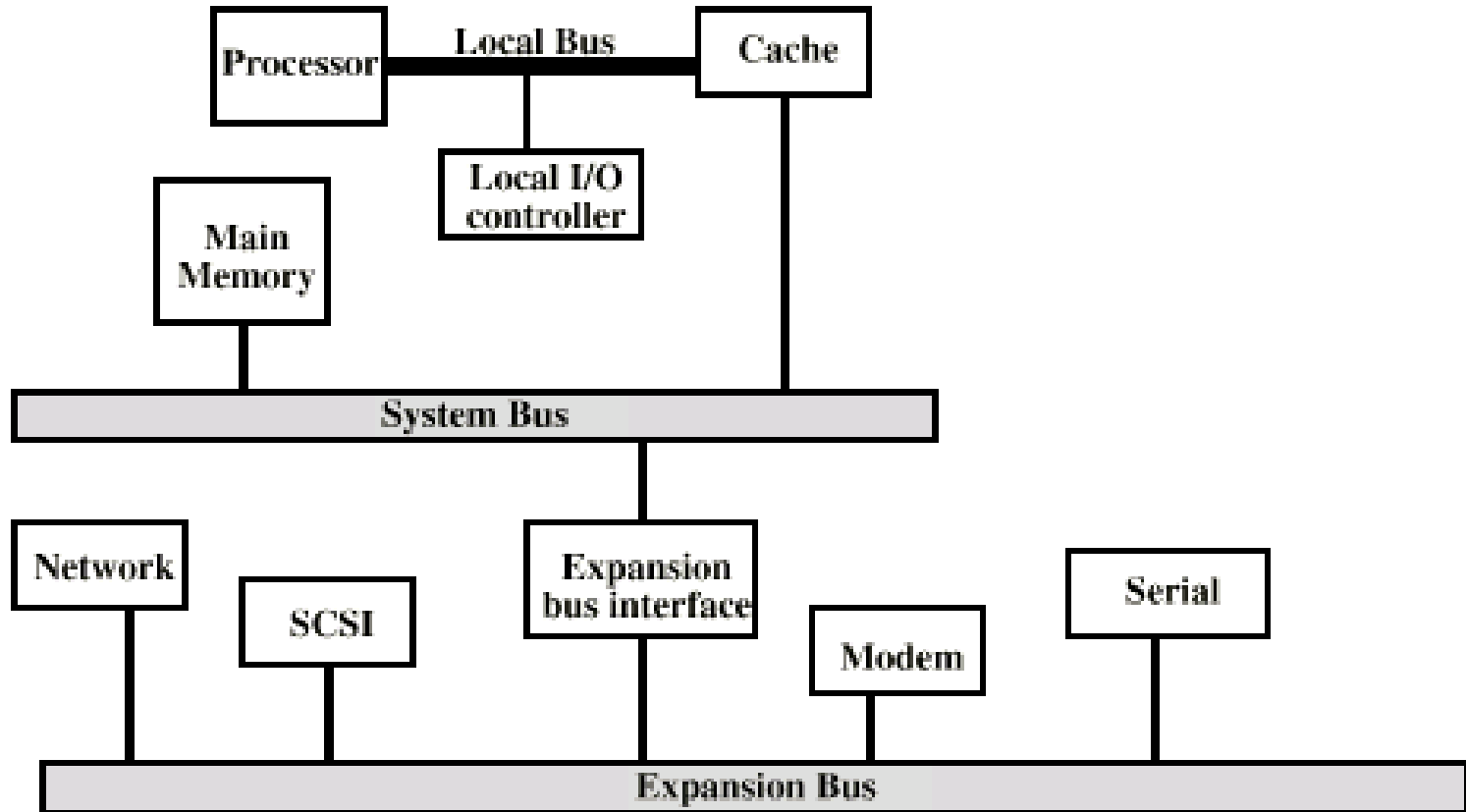


Προβλήματα απλού διαύλου

- Πολλές συσκευές σε ένα δίαυλο οδηγούν:
 - Σε καθυστερήσεις μετάδοσης
 - Μεγαλύτερα μονοπάτια → μεγαλύτερες καθυστερήσεις
 - Περισσότερες συσκευές → περισσότεροι έλεγχοι
 - Μεγάλη πιθανότητα προσέγγισης μέγιστης ικανότητας διαύλου
- Τα περισσότερα συστήματα χρησιμοποιούν πολλαπλούς διαύλους για να αποφύγουν τα παραπάνω προβλήματα

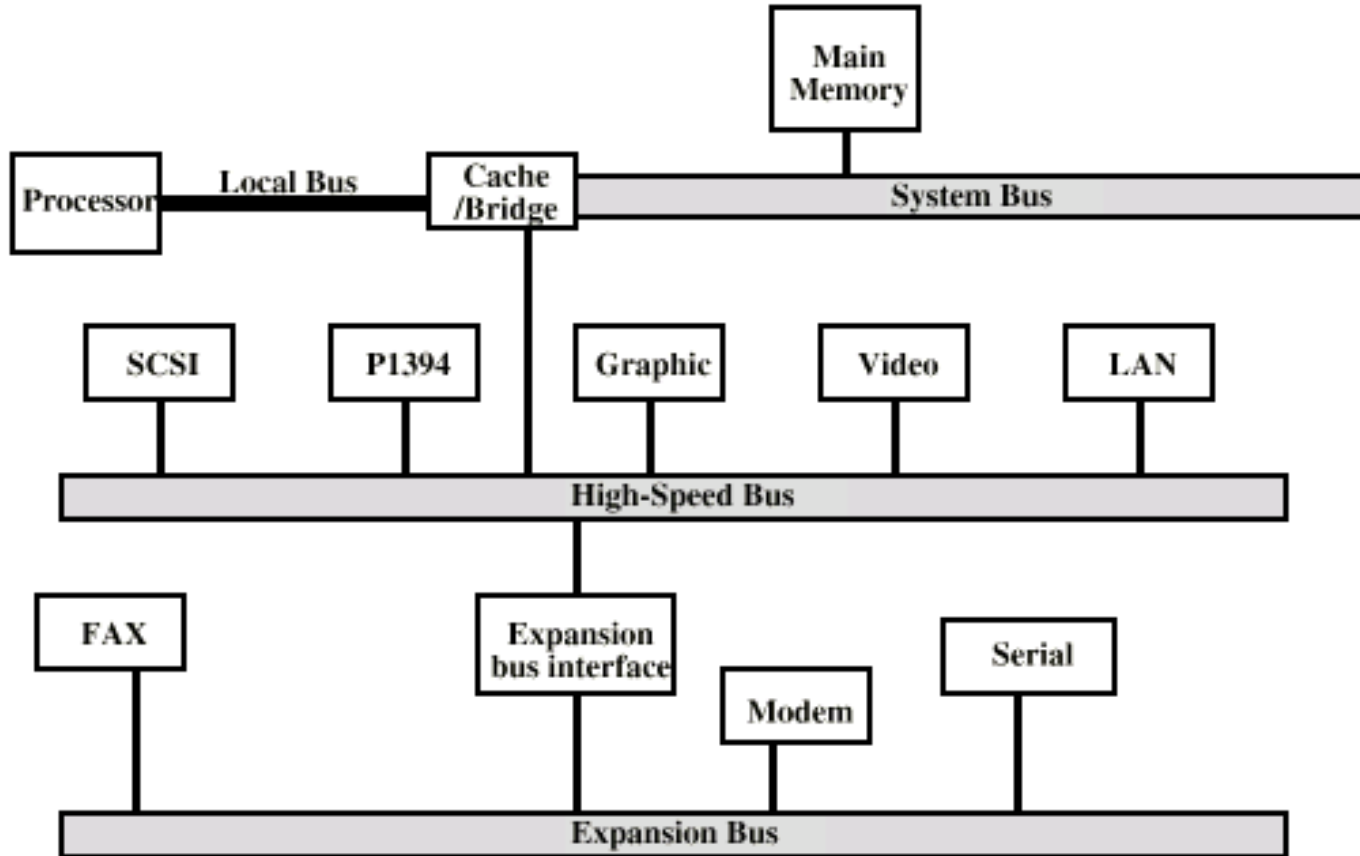


Συνήθης δομή (ISA) (με cache)





Δίαυλος υψηλής απόδοσης





Τύποι διαύλων

- Αφοσιωμένες γραμμές
 - Ξεχωριστές γραμμές δεδομένων και διευθύνσεων
- Πολυπλεγμένες γραμμές
 - Κοινές γραμμές
 - Γραμμή ελέγχου έγκυρης διεύθυνσης
 - Πλεονέκτημα – Λιγότερες γραμμές
 - Μειονέκτημα (Περίπλοκος έλεγχος, Χειρότερη απόδοση)



Μέθοδος διαιτησίας

- Περισσότερες από μια μονάδες θα διεκδικήσουν τον έλεγχο του διαύλου
- π.χ. CPU και DMA ελεγκτής
- Ωστόσο μια μονάδα μπορεί να έχει τον έλεγχο κάθε χρονική στιγμή
- Η διαιτησία μπορεί να είναι κεντρική ή κατανεμημένη



Κεντρική διαιτησία

- Ηλεκτρονική συσκευή ελέγχου πρόσβασης στον δίαυλο
 - Ελεγκτής διαύλου
 - Bus Controller
 - Arbiter
- Μπορεί να είναι κομμάτι της CPU ή ξεχωριστή συσκευή



Κατανεμημένη δισαιτησία

- Κάθε μονάδα διεκδικεί ξεχωριστά τον έλεγχο του διαύλου
- Λογική Ελέγχου σε όλες τις μονάδες

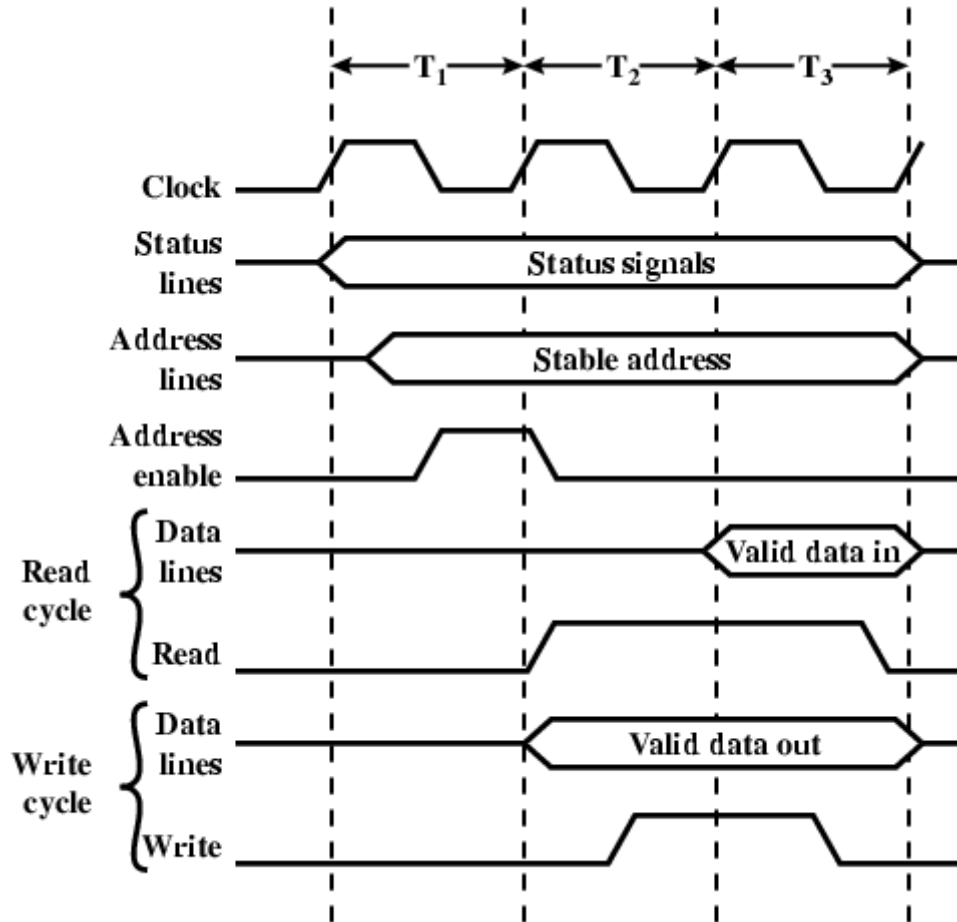


Χρονισμός

- Συντονισμός του διαύλου
- Σύγχρονος
 - Η εμφάνιση των γεγονότων καθορίζεται από ένα ρολόι
 - Ο δίαυλος ελέγχου περιλαμβάνει μια γραμμή ρολογιού
 - Σήμα Ρολογιού 1-0 είναι ένας κύκλος διαύλου
 - Όλες οι συσκευές είναι ικανές να διαβάσουν το ρολόι
 - Συνήθως τα γεγονότα αρχίζουν στην αρχή ενός κύκλου ρολογιού
 - Συνήθως απαιτείται ένας κύκλος για κάθε γεγονός

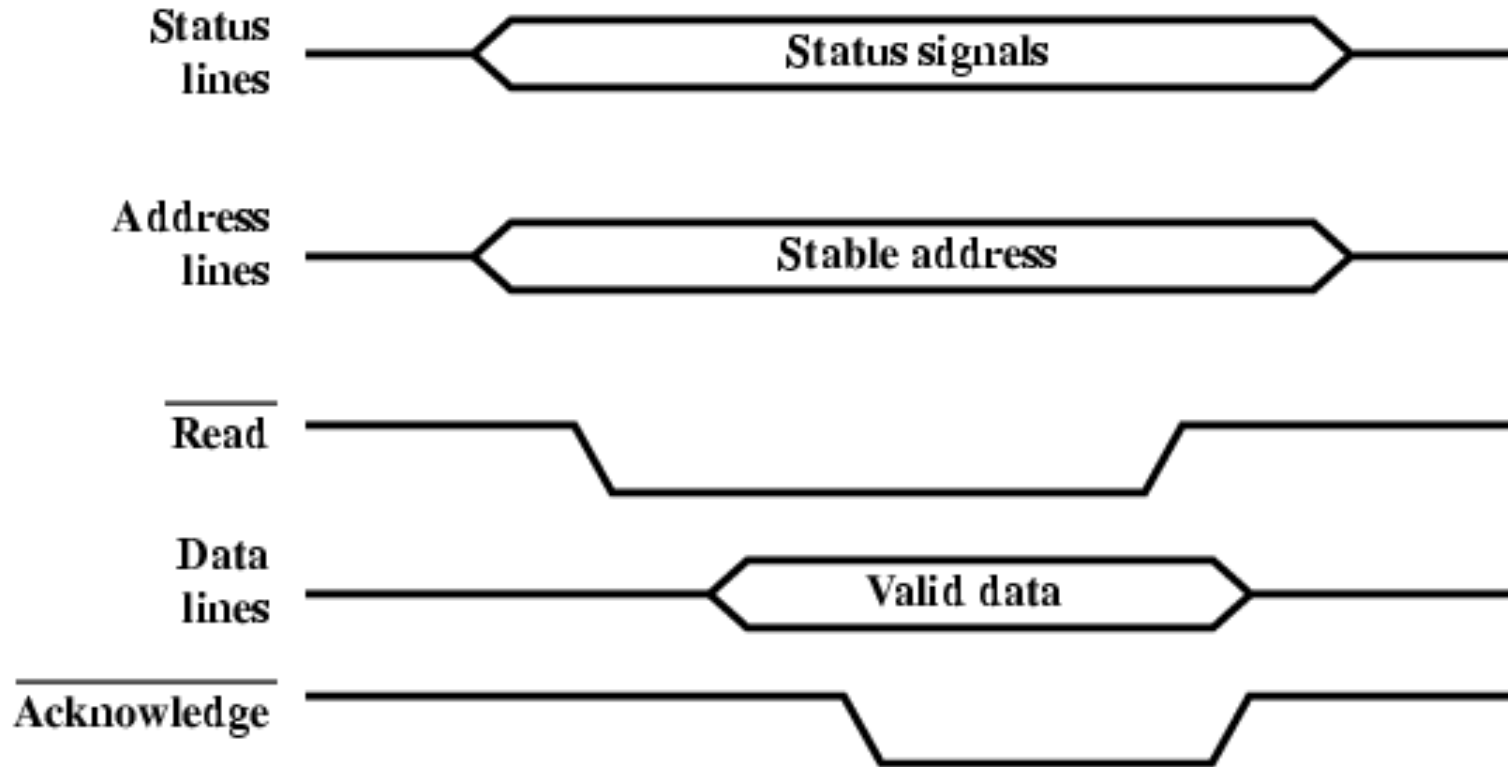


Διάγραμμα σύγχρονου χρονισμού



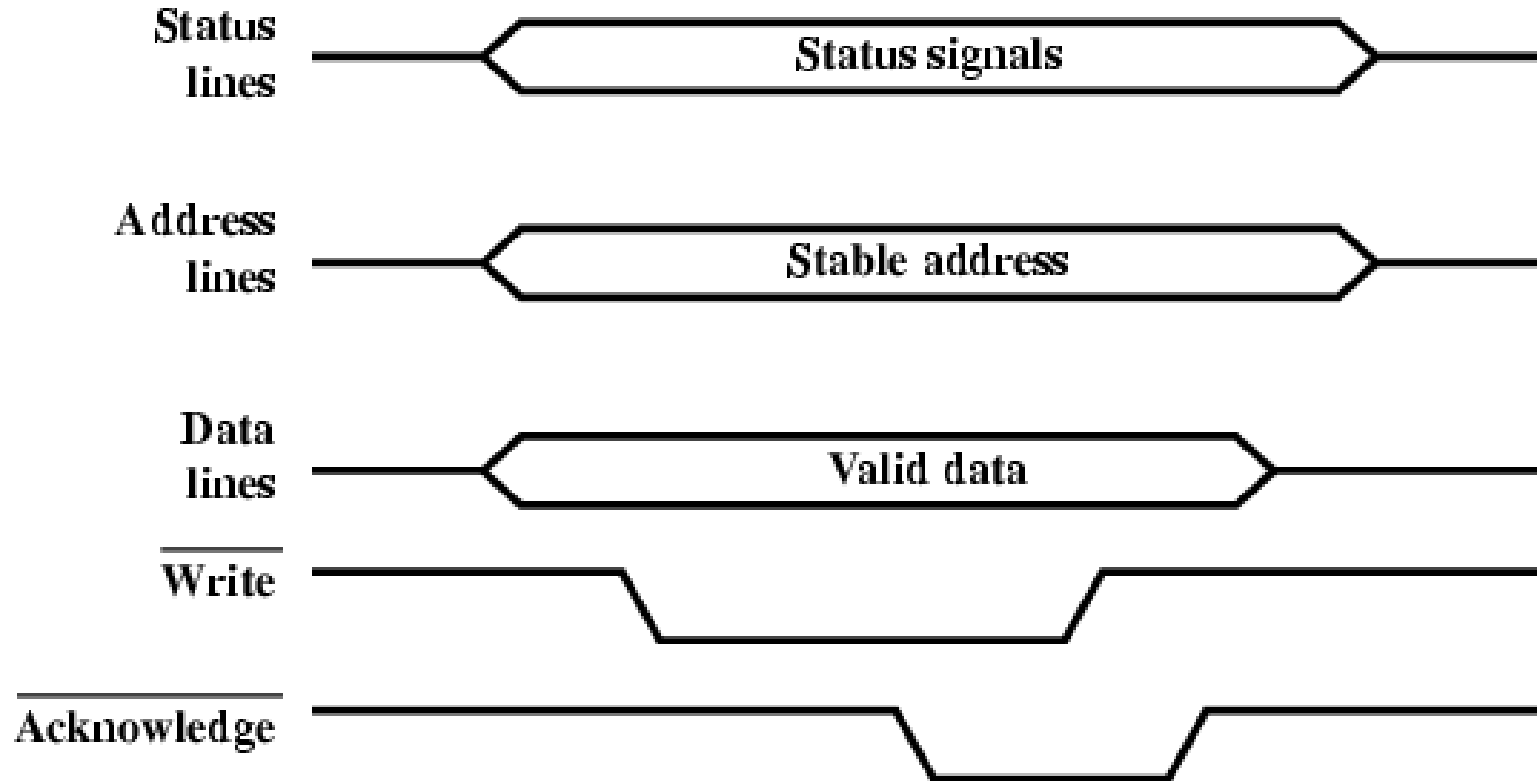


Ασύγχρονος Χρονισμός – Διάγραμμα για Ανάγνωση





Ασύγχρονος Χρονισμός – Διάγραμμα για Εγγραφή





PCI Bus

- Peripheral Component Interconnection
- Intel released to public domain
- 32 or 64 bit
- 50 lines



PCI Bus Lines (required)_{1/2}

- Systems lines
 - Including clock and reset
- Address & Data
 - 32 time mux lines for address/data
 - Interrupt & validate lines
- Interface Control



PCI Bus Lines (Optional)

- Interrupt lines
 - Not shared
- Cache support
- 64-bit Bus Extension
 - Additional 32 lines
 - Time multiplexed
 - 2 lines to enable devices to agree to use 64-bit transfer
- JTAG/Boundary Scan
 - For testing procedures

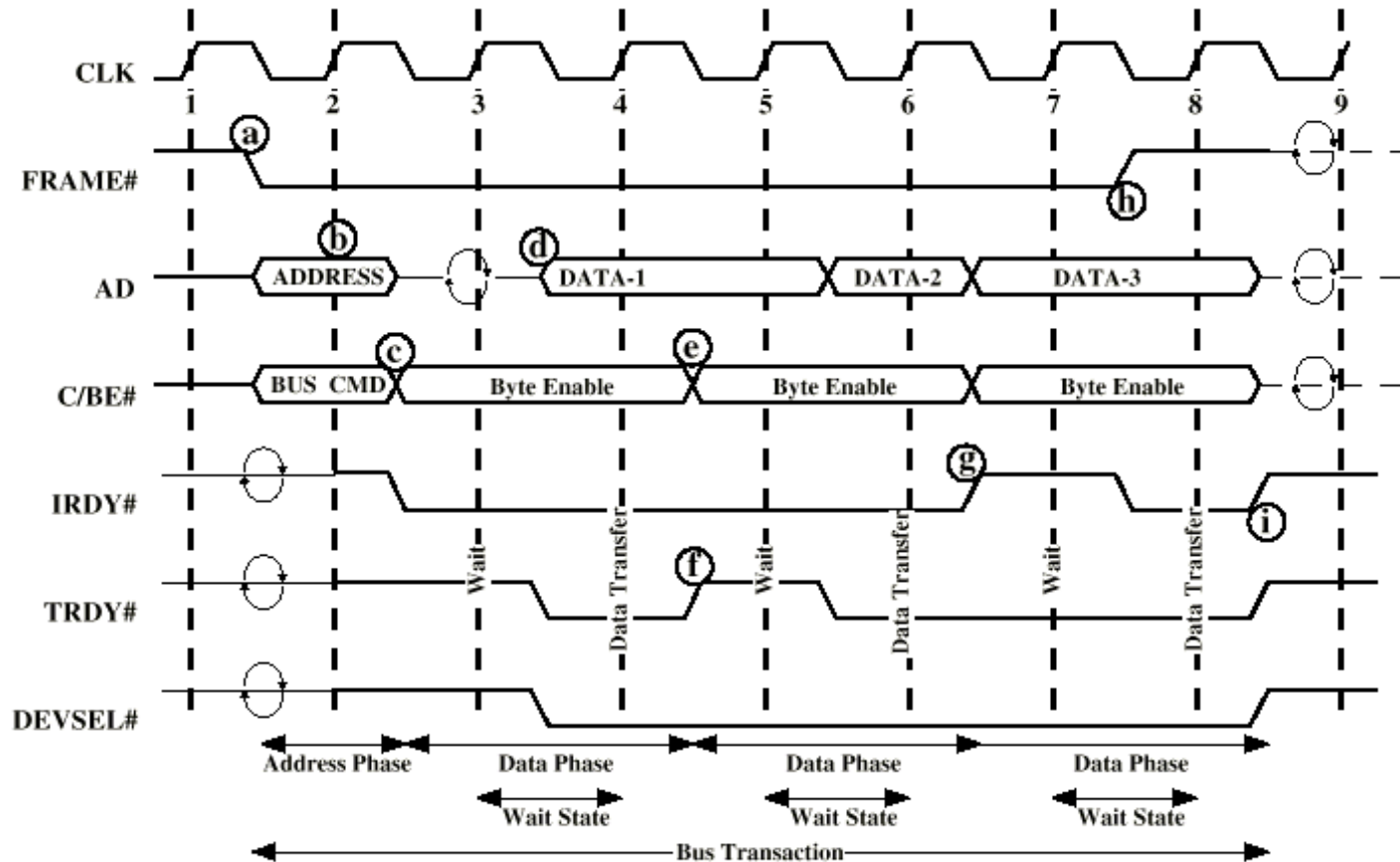


PCI Commands

- Transaction between initiator (master) and target
- Master claims bus
- Determine type of transaction
 - e.g. I/O read/write
- Address phase
- One or more data phases

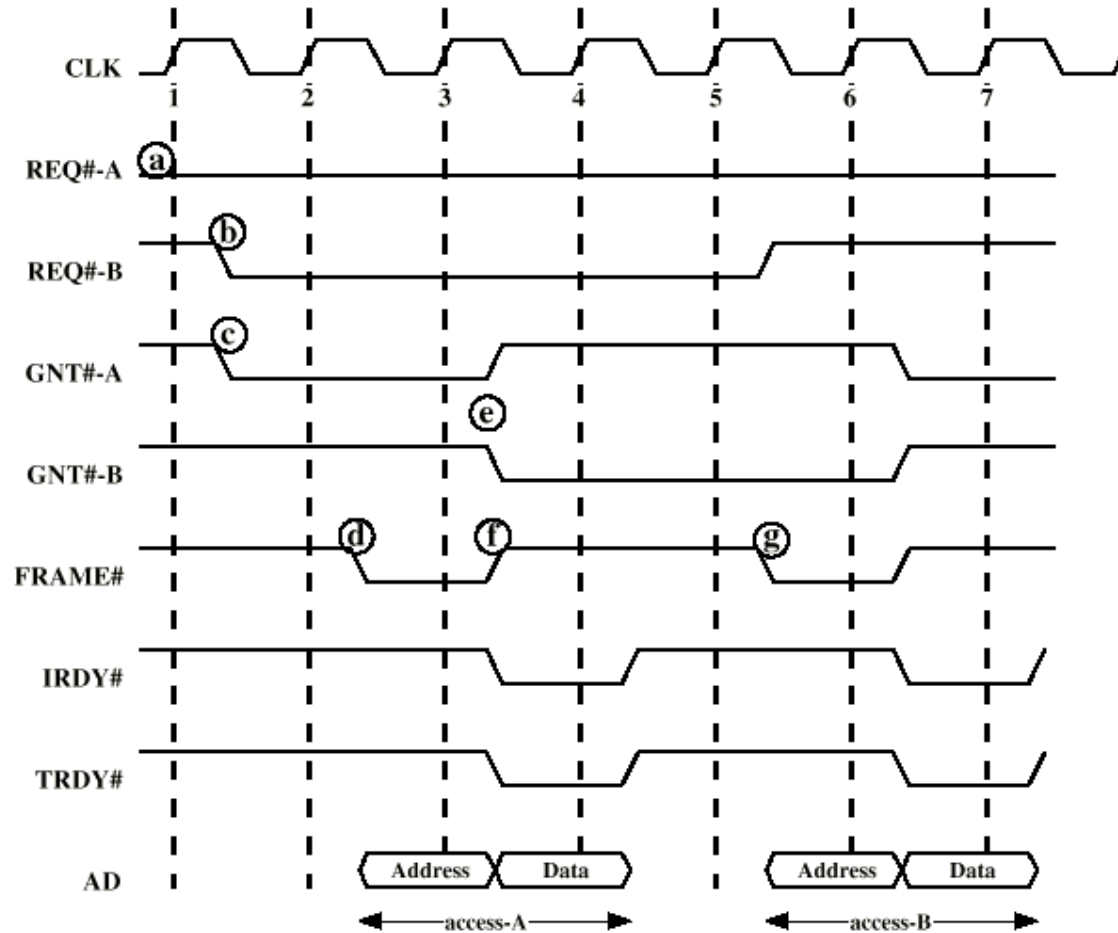


PCI Read Timing Diagram





PCI Bus Arbitration





Πηγές Πληροφορίας

- Stallings, chapter 3 (all of it)
- *www.pcguides.com/ref/mbsys/buses/*
- In fact, read the whole site!
- *www.pcguides.com/*



Εξέλιξη έως τον Pentium_{5/6}

- Pentium II
 - MMX technology
 - Επεξεργασία γραφικών, video & audio
- Pentium III
 - Επιπρόσθετες εντολές κινητής υποδιαστολής για 3D γραφικά
- Pentium 4
 - Και άλλες εντολές για την βελτίωση των γραφικών₆₃



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

Μια άποψη του κορυφαίου επιπέδου
λειτουργίας και διασύνδεσης του υπολογιστή



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

