

## Επισκόπηση Υπολογιστικών Συστημάτων

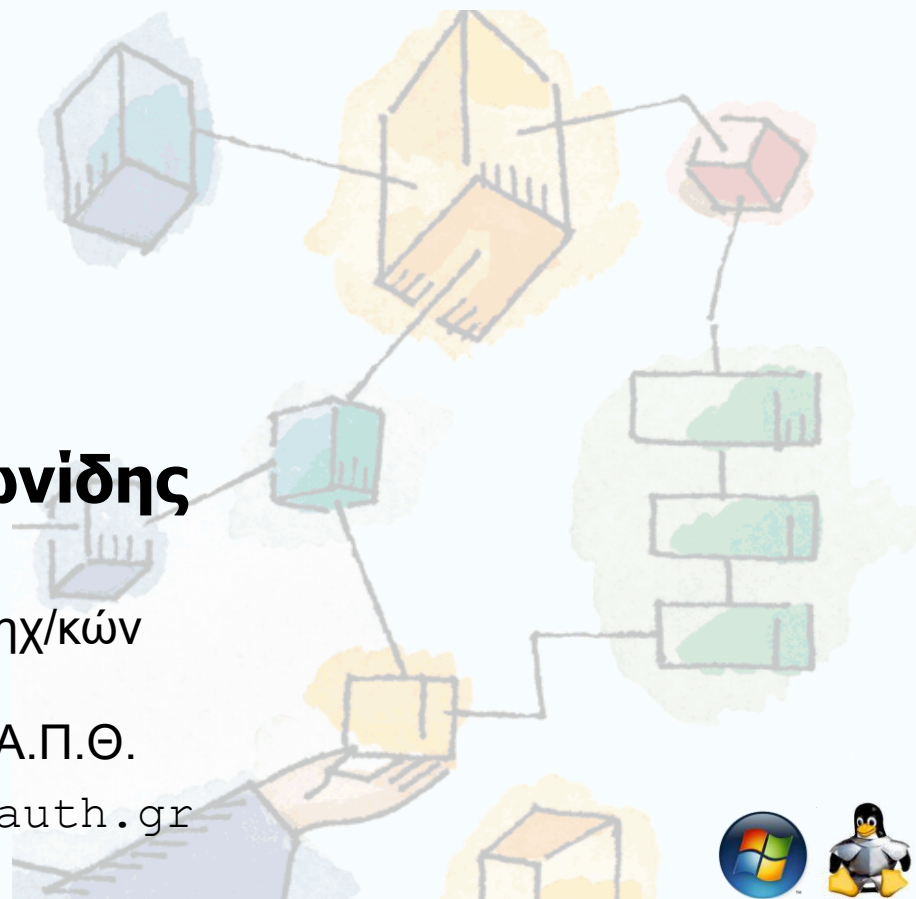
**Ανδρέας Λ. Συμεωνίδης**

Αν. Καθηγητής

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχ/κών  
&

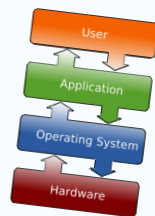
Μηχ/κών Υπολογιστών, Α.Π.Θ.

**Email:** [asymeon@eng.auth.gr](mailto:asymeon@eng.auth.gr)



# Πού θα με βρείτε...

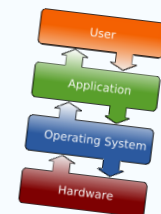
- Γραφείο:
  - Κτίριο Δ', 4<sup>ος</sup> όροφος, Γραφείο 5
- Ώρες: 10π.μ. - ...
- Τηλέφωνο: 2310 99 4344
- E-mail:
  - [asymeon@eng.auth.gr](mailto:asymeon@eng.auth.gr)
  - [asymeon@issel.ee.auth.gr](mailto:asymeon@issel.ee.auth.gr)



# Λειτουργικά Συστήματα:

## Δομή Μαθήματος

- Δ-1: Εισαγωγή στα υπολογιστικά συστήματα
- Δ-2: Εισαγωγή στα λειτουργικά συστήματα
- Δ-3: Διεργασίες: περιγραφή και έλεγχος
- Δ-4: Νήματα και Μικροπυρήνες
- Δ-5: Συνταύτιση: αμοιβαίος αποκλεισμός και συγχρονισμός διεργασιών
- Δ-6: Συγχρονισμός: Αδιέξοδα και παρατεταμένη στέρηση
- Δ-7: Διαχείριση Μνήμης: Απαιτήσεις διαχείρισης μνήμης, τμηματοποίηση, σελιδοποίηση, κατάτμηση.
- Δ-8: Ιδεατή Μνήμη: Υλικό και δομές ελέγχου, λογισμικό του λειτουργικού συστήματος
- Δ-9: Δρομολόγηση επεξεργαστή: Τύποι δρομολόγησης, αλγόριθμοι δρομολόγησης
- Δ-10: Διαχείριση Ε/Ε και δρομολόγηση δίσκου
- Δ-11: Διαχείριση αρχείων



# Λειτουργικά Συστήματα:

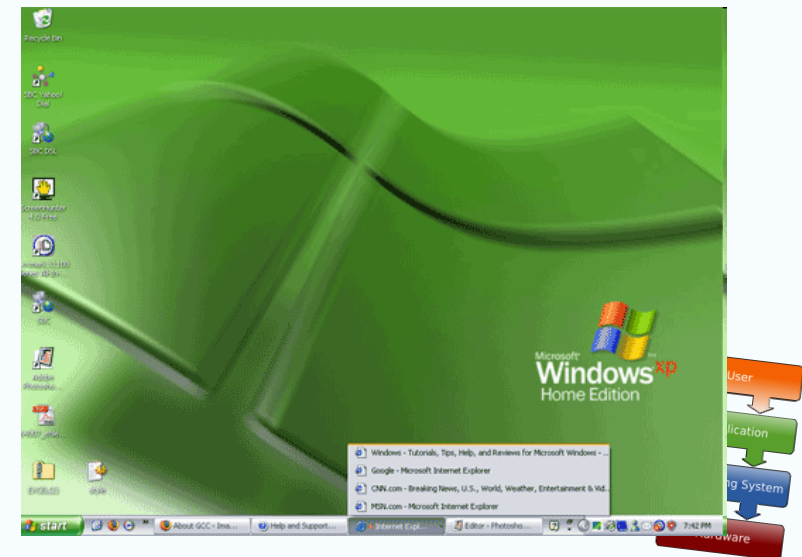
## Στόχοι Μαθήματος

- Με την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι φοιτητές/τριες αναμένεται να μπορούν να:
  - Αντιλαμβάνονται πιο ολοκληρωμένα τις έννοιες που συνθέτουν τα λειτουργικά συστήματα,
  - Πειραματίζονται στη χρήση των λειτουργικών συστημάτων, χρησιμοποιώντας το Linux ως παράδειγμα,
  - Προγραμματίζουν με νήματα, κλήσεις απομακρυσμένων διαδικασιών και διαδικασίες πελάτη/εξυπηρετητή,
  - Αντιλαμβάνονται τα διλήμματα που αντιμετωπίζουν οι σχεδιαστές λειτουργικών συστημάτων και να μπορούν να εκτιμήσουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε σχεδιαστικής επιλογής



# Ενότητα 1 – ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

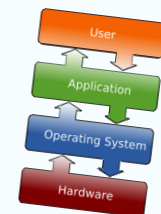
- Υπολογιστικά Συστήματα
- Λειτουργικά Συστήματα



# Διάλεξη 1 – Στόχοι...

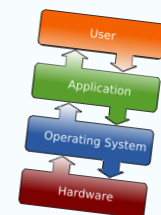
## Επισκόπηση Υπολογιστικών Συστημάτων (ΥΣ)

- Ένα λειτουργικό σύστημα (ΛΣ) αξιοποιεί του πόρους του υλικού μέρους των συστημάτων
- Ένα ΛΣ παρέχει στους χρήστες ένα σετ από υπηρεσίες
- Ένα ΛΣ διαχειρίζεται τη δευτερεύουσα μνήμη και τις συσκευές Εισόδου/Εξόδου (Ε/Ε) εκ μέρους των χρηστών
- Στόχος της Δ-1 είναι να θυμίσει:
  - τις βασικές έννοιες του υλικού μέρους του **υπολογιστικού συστήματος**
  - τις βασικές διεργασίες
  - τον τρόπο λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος



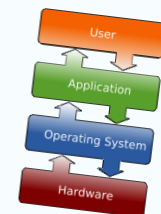
# Βασικά δομικά στοιχεία ΥΣ

- Επεξεργαστής
  - Δυο εσωτερικοί καταχωρητές:
    - ◆ Καταχωρητής διεύθυνσης μνήμης (Memory address register – MAR)
      - Καθορίζει τη διεύθυνση για την επόμενη ανάγνωση ή εγγραφή
    - ◆ Καταχωρητής ενδιάμεσης μνήμης (Memory buffer register – MBR)
      - Περιέχει δεδομένα γραμμένα στη μνήμη ή λαμβάνει δεδομένα που διαβάζονται από τη μνήμη
  - Καταχωρητής διευθύνσεων E/E
  - Καταχωρητής ενδιάμεσης αποθήκευσης E/E



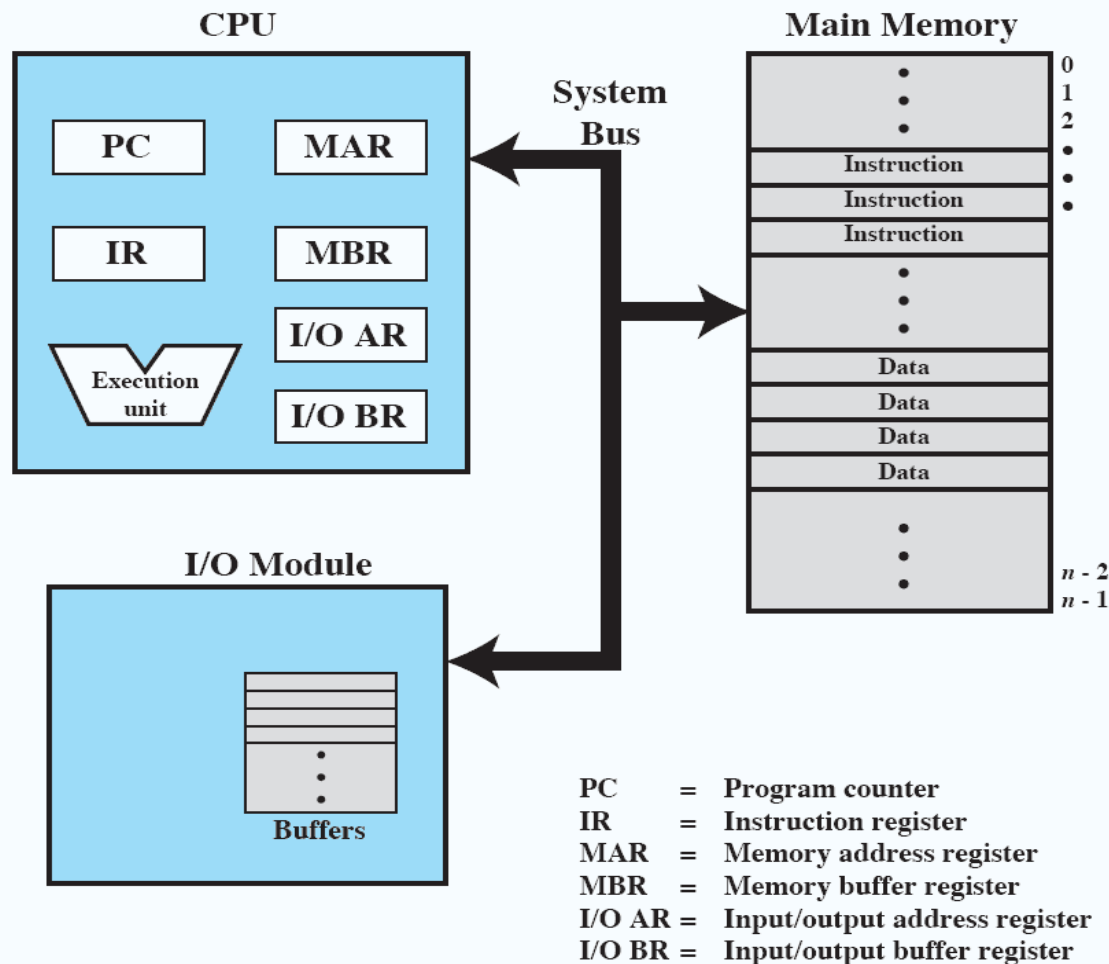
# Βασικά δομικά στοιχεία ΥΣ (συν.)

- Κύρια Μνήμη
  - Προσωρινή (μη-μόνιμη)
  - Αναφέρεται ως πραγματική ή πρωτεύουσα μνήμη
- Μονάδες Εισόδου/Εξόδου
  - Μονάδες Δευτερεύουσας Μνήμης
  - Εξοπλισμός επικοινωνίας
  - Τερματικά
- Αρτηρία συστήματος (System bus)
  - Επικοινωνία ανάμεσα στους επεξεργαστές, την κύρια μνήμη και τις μονάδες Ε/Ε





# Τμήματα μιας υπολογιστικής μονάδας: «Από-πάνω-προς-τα-κάτω» Όψη



# Καταχωρητές Επεξεργαστή

- Καταχωρητές ορατοί από τον χρήστη
  - Βοηθούν τον προγραμματιστή να μειώνει τον αριθμό αναφορών στην κύρια μνήμη, βελτιστοποιώντας τη χρήση των καταχωρητών
- Καταχωρητές ελέγχου και κατάστασης
  - Χρησιμοποιούνται από τον επεξεργαστή για να ελέγχει τη λειτουργία του επεξεργαστή
  - Χρησιμοποιούνται από ευνοημένες ρουτίνες του ΛΣ για να ελέγχουν την εκτέλεση των προγραμμάτων



# Καταχωρητές ορατοί από τον χρήστη

- Μπορεί να γίνει αναφορά σε αυτούς σε γλώσσα μηχανής
- Διαθέσιμοι σε όλα τα προγράμματα – και εφαρμογές χρηστών και εφαρμογές συστήματος
- Δεδομένων
- Διεύθυνσης
  - Δείκτης
    - ◆ Προσθέτοντας έναν δείκτη σε μια τιμή βάσης για να υπολογίσεις την ισχύουσα διεύθυνση (effective address)
  - Δείκτης κατάτμησης (Segment pointer)
    - ◆ Όταν η μνήμη διαιρείται σε τμήματα, γίνεται αναφορά σε αυτήν με τη χρήση ενός τμήματος και ενός αντισταθμιστή
  - Δείκτης Στοίβας (Stack pointer)
    - ◆ Δείχνει στην κορυφή της στοίβας



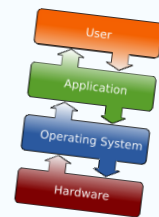
# Καταχωρητές Ελέγχου και Κατάστασης

- Μετρητής προγραμμάτων (Program counter – PC)
  - Περιέχει τη διεύθυνση της εντολής που πρέπει να δρομολογηθεί
- Καταχωρητής εντολών (Instruction register – IR)
  - Περιέχει την εντολή που δρομολογήθηκε τελευταία
- Λέξη κατάστασης προγράμματος (Program status word – PSW)
  - Περιέχει δεδομένα κατάστασης



# Καταχωρητές Ελέγχου και Κατάστασης

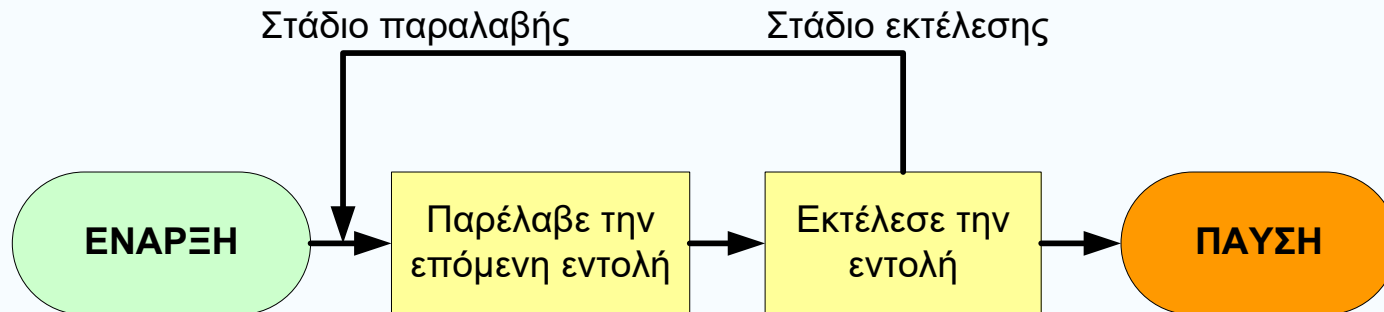
- Κώδικες συνθήκης ή σημαίες (flags)
  - Bits καθορισμένα από το υλικό του επεξεργαστή σαν αποτέλεσμα πράξεων
  - Παράδειγμα
    - ◆ Θετικό, αρνητικό, μηδενικό αποτέλεσμα ή αποτέλεσμα υπερχείλισης



# Εκτέλεση Εντολών

- Δυο βήματα
  - Ο Επεξεργαστής διαβάζει (δρομολογεί) εντολές από τη μνήμη
  - Ο Επεξεργαστής εκτελεί κάθε εντολή

## Βασικός Κύκλος Εντολών



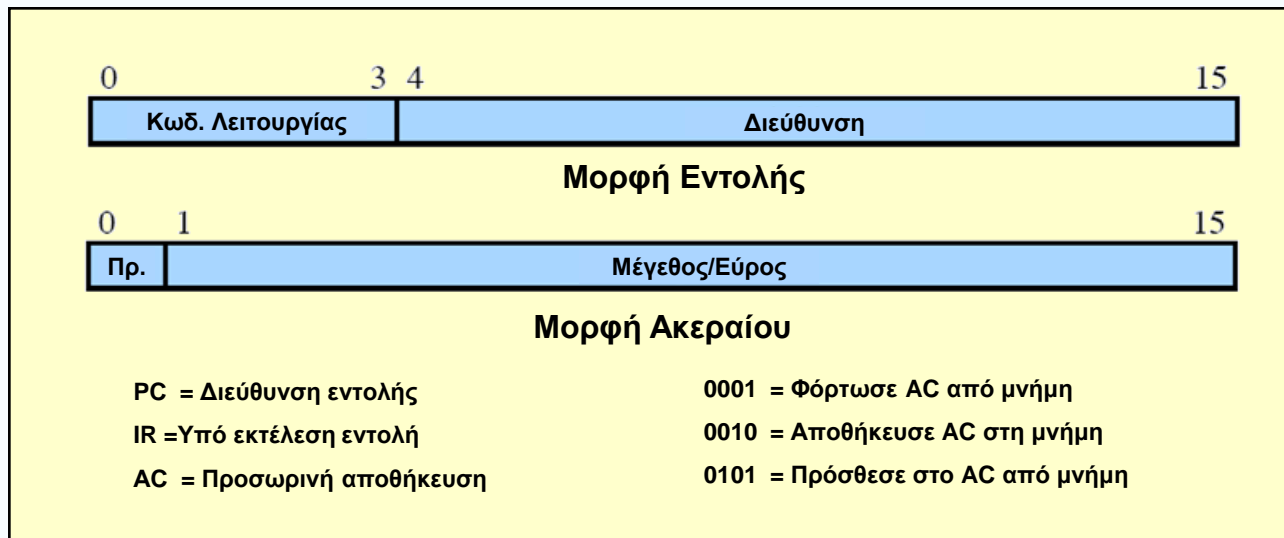
# Δρομολόγηση και Εκτέλεση Εντολών

- Ο επεξεργαστής δρομολογεί την εντολή από τη μνήμη
- Ο Μετρητής Προγραμμάτων (PC) κρατά τη διεύθυνση της επόμενης εντολής που θα δρομολογηθεί
- Στη συνέχεια ο Μετρητής Προγραμμάτων αυξάνεται (αλλάζει)
- Η δρομολογημένη εντολή αποθηκεύεται στον καταχωρητή εντολών



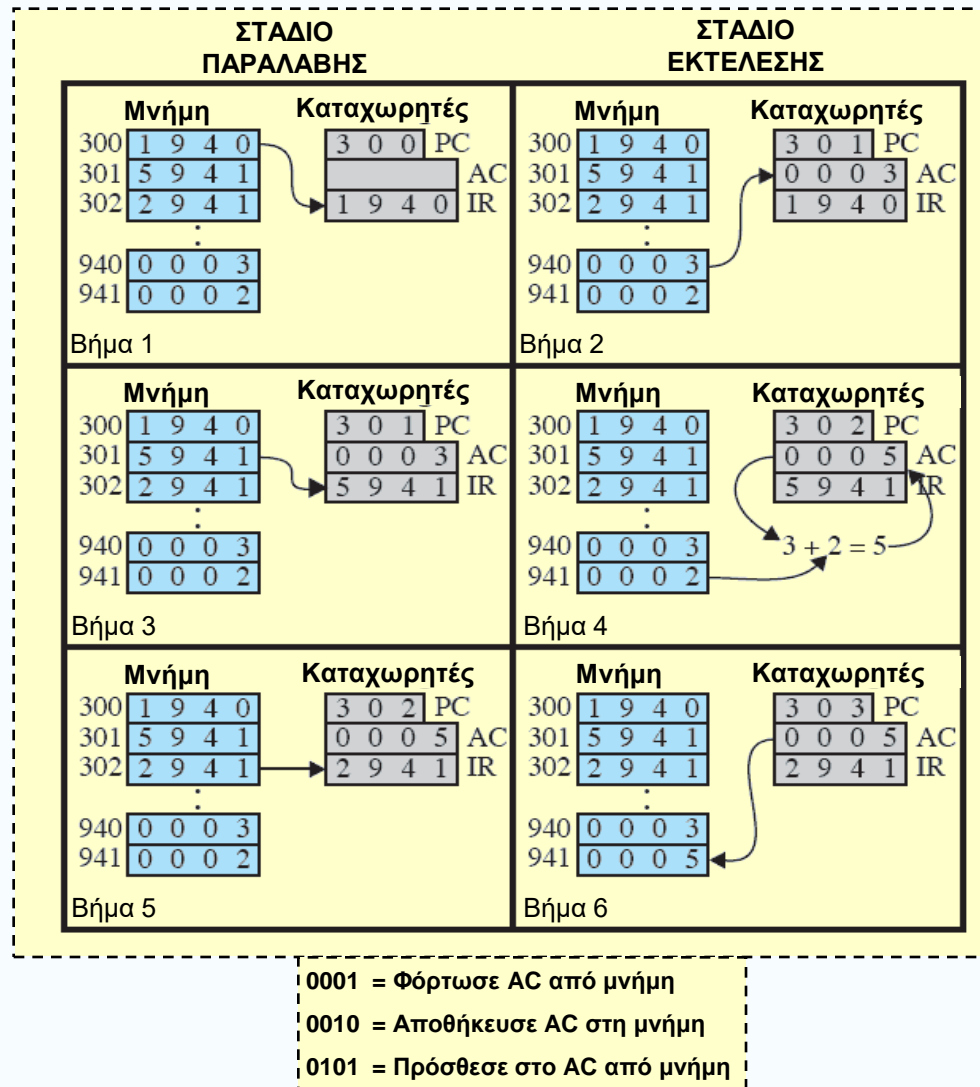
# Καταχωρητής Εντολών

- Κατηγορίες Εντολών:
  - i) Επεξεργαστής-μνήμη,
  - ii) Επεξεργαστής-Ε/Ε,
  - iii) Επεξεργασία δεδομένων,
  - iv) Έλεγχος



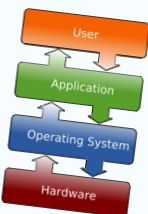


# Παράδειγμα εκτέλεσης Προγράμματος



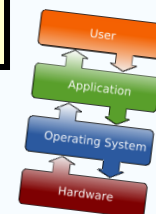
# Διακοπές (Interrupts)

- Διακόπτουν την κανονική λειτουργία του επεξεργαστή
- Οι περισσότερες συσκευές Ε/Ε είναι πιο αργές από τους επεξεργαστές
  - Ο επεξεργαστής πρέπει να σταματά για να περιμένει τη συσκευή



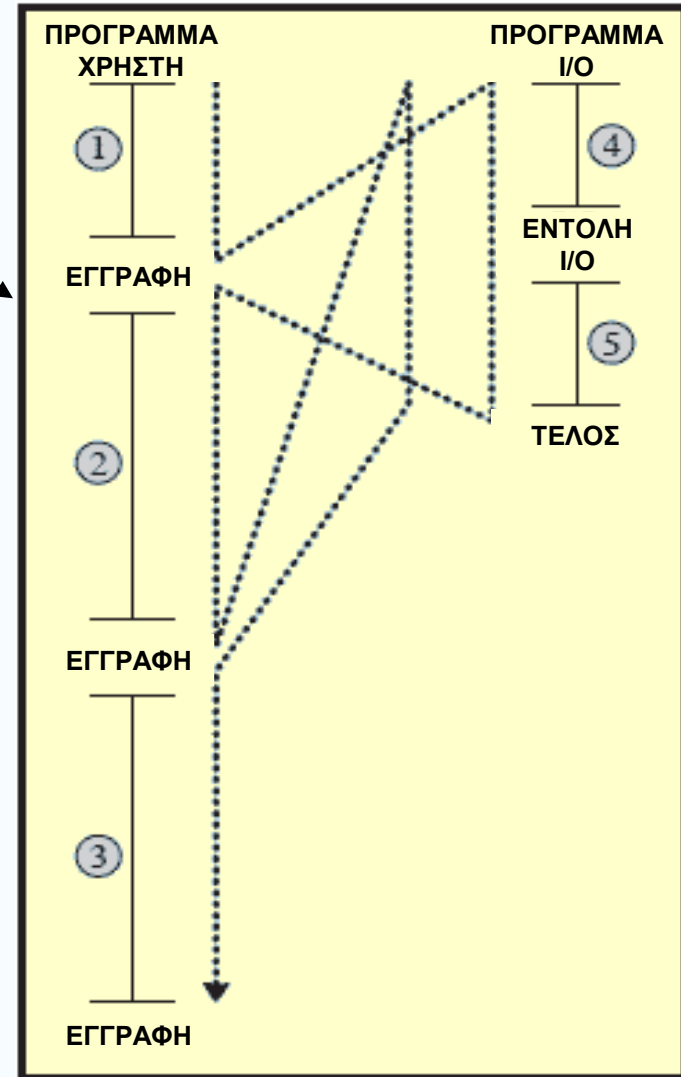
# Ομάδες Διακοπών

Πρόγραμμα	Δημιουργείται από μια συνθήκη η οποία είναι αποτέλεσμα της εκτέλεσης μιας εντολής (αριθμητική υπερχείλιση, διαίρεση με το μηδέν, αναφορά σε μνήμη έξω από τα επιτρεπτά όρια μνήμης του χρήστη, κτλ)
Μετρητής Χρόνου	Δημιουργείται από έναν timer του επεξεργαστή. Αυτό επιτρέπει στο ΛΣ να εκτελεί ένα σύνολο από λειτουργίες σε κανονική βάση.
E/E	Δημιουργείται από έναν ελεγκτή E/E, ώστε να σηματοδοτήσει τον ορθό τερματισμό μιας διαδικασίας, ή ένα σύνολο από σφάλματα
Σφάλμα Υλικού	Δημιουργείται από κάποιο σφάλμα, όπως πτώση τάσης, σφάλμα μνήμης (parity fault), κτλ.



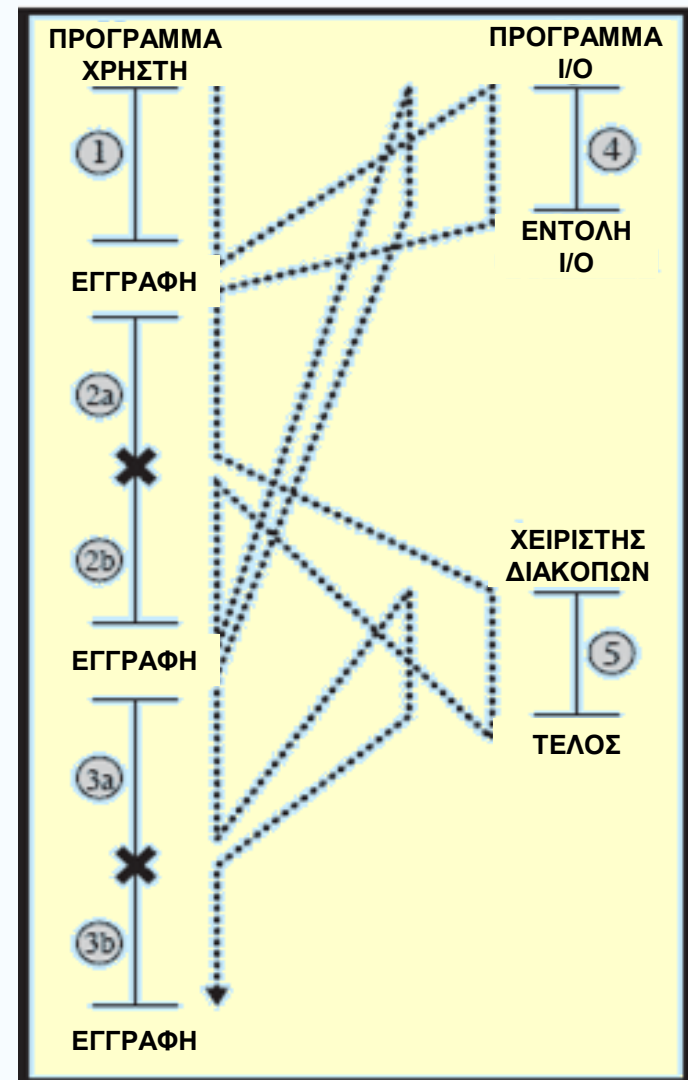
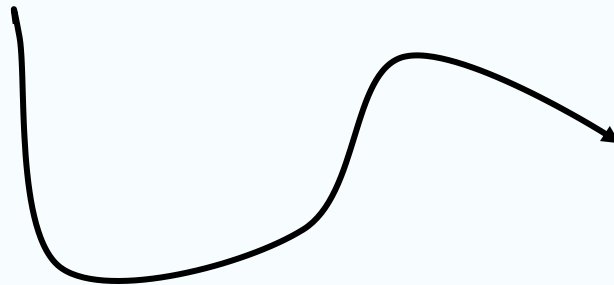
# Ροή προγράμματος ελέγχου

Χωρίς Διακοπές



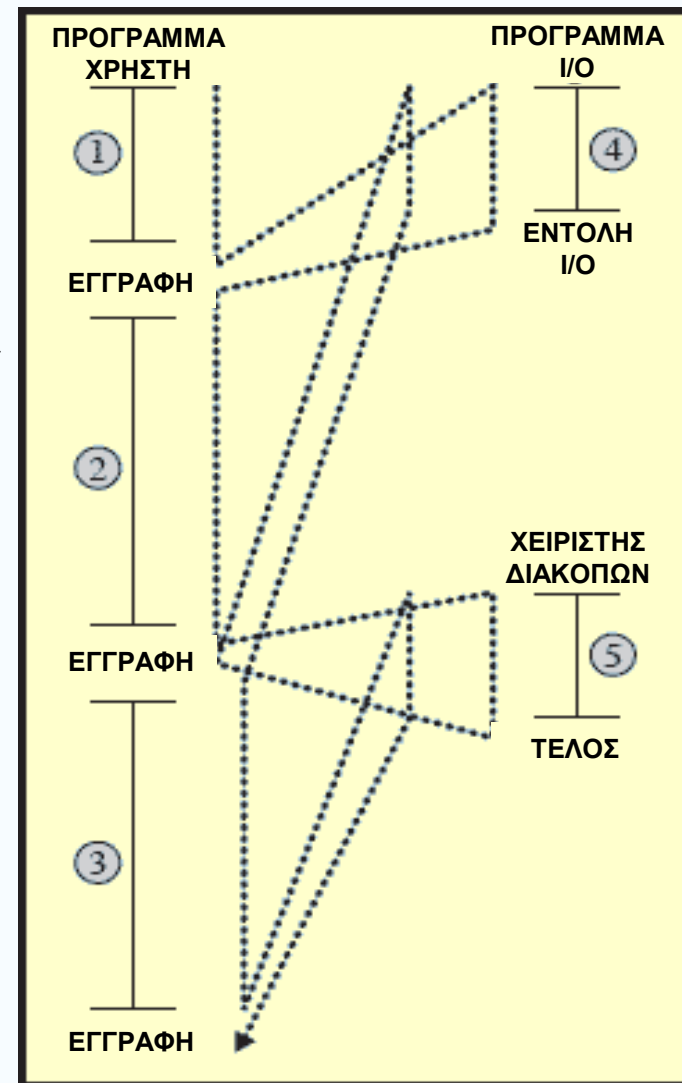
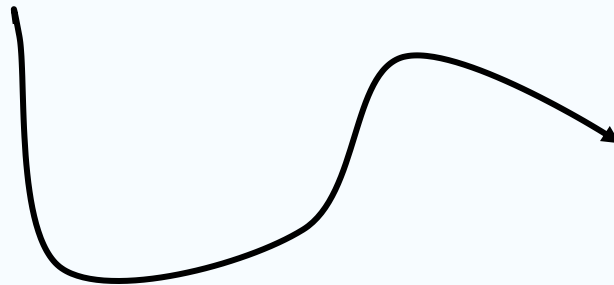
# Ροή προγράμματος ελέγχου

Μικρή αναμονή Ε/Ε



# Ροή προγράμματος ελέγχου

Μεγάλη αναμονή Ε/Ε

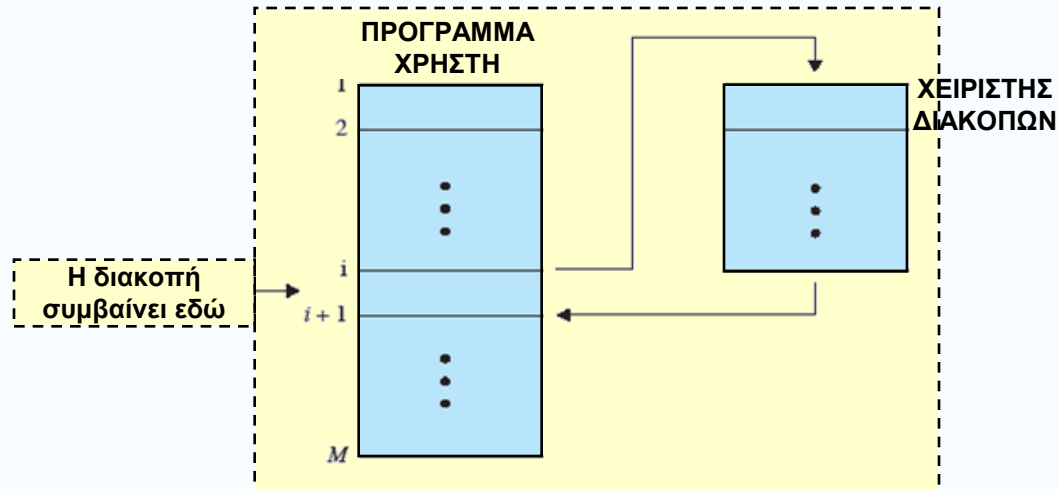


# Στάδιο Διακοπής

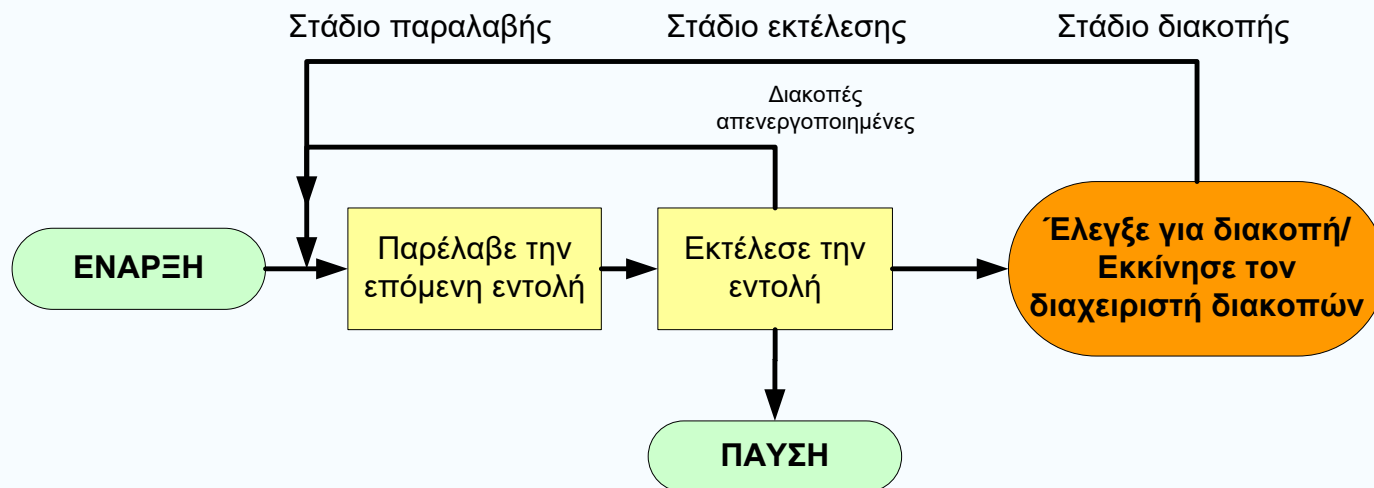
- Ο επεξεργαστής ελέγχει για την ύπαρξη διακοπών
- Εάν υπάρχουν:
  - Αναστέλλει την εκτέλεση του προγράμματος
  - Εκτελεί τη ρουτίνα διαχείρισης διακοπών



# Μεταφορά Ελέγχου μέσα από διακοπές

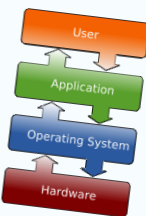
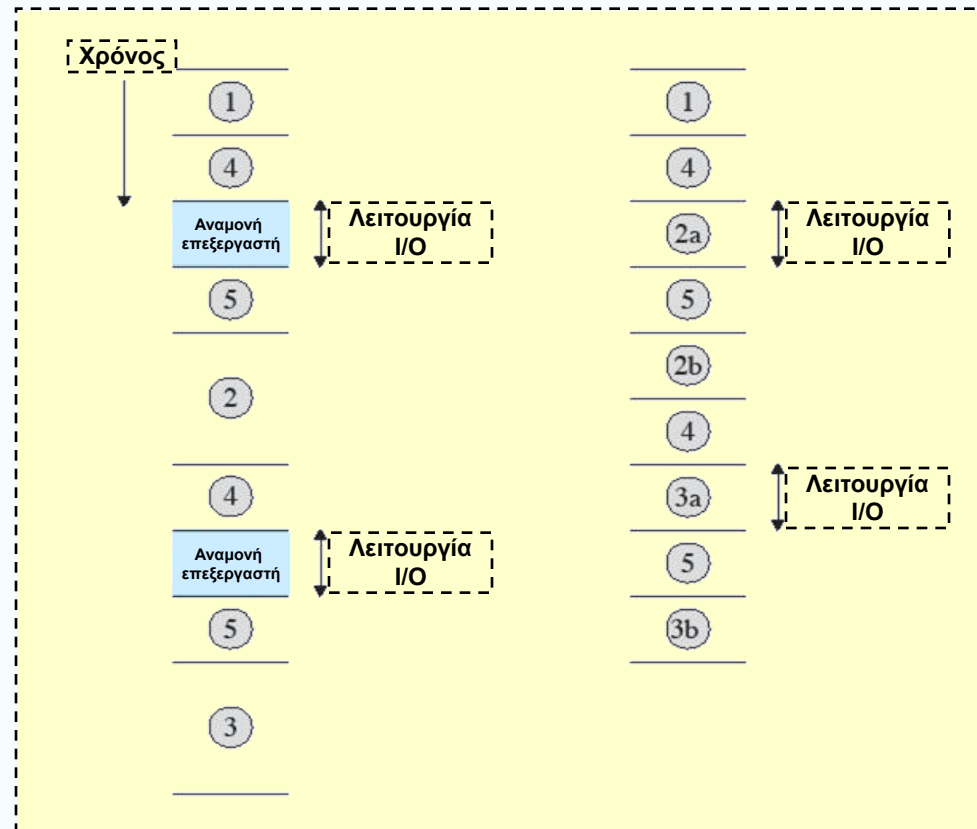


## Κύκλος εντολών με διακοπές

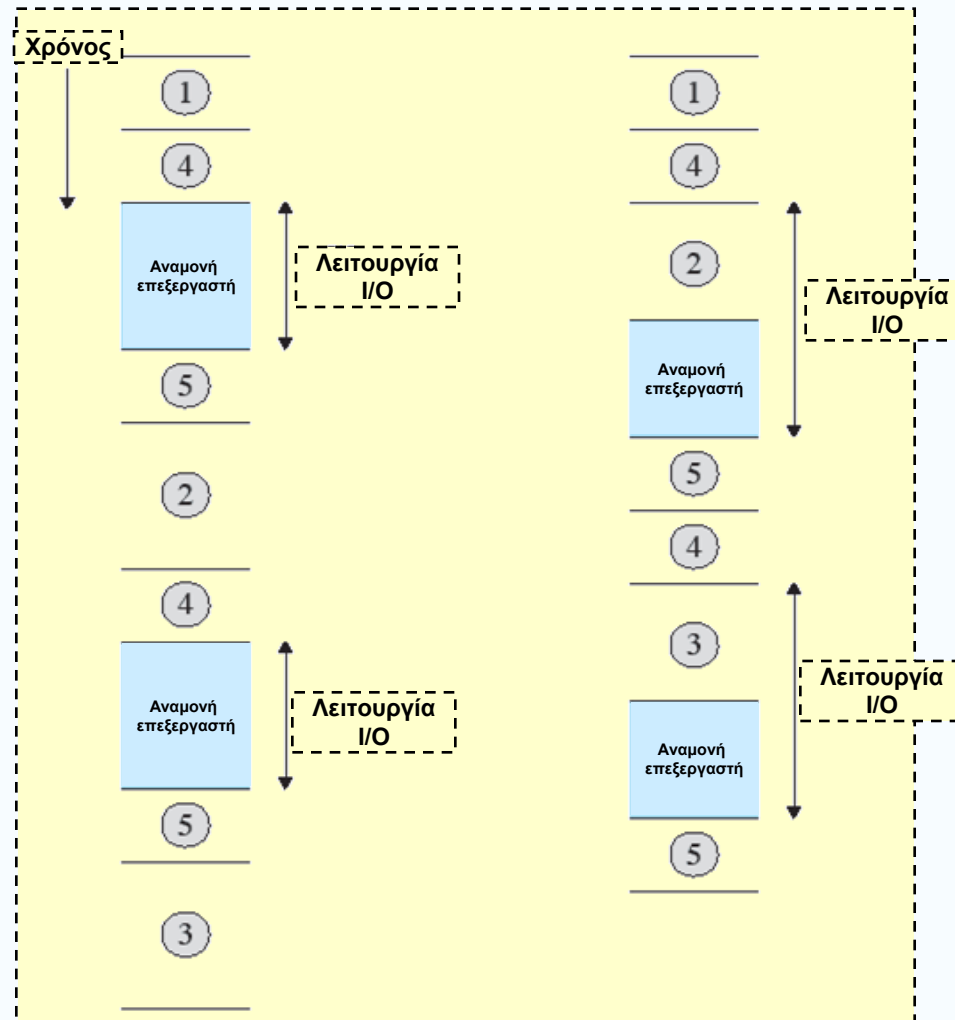




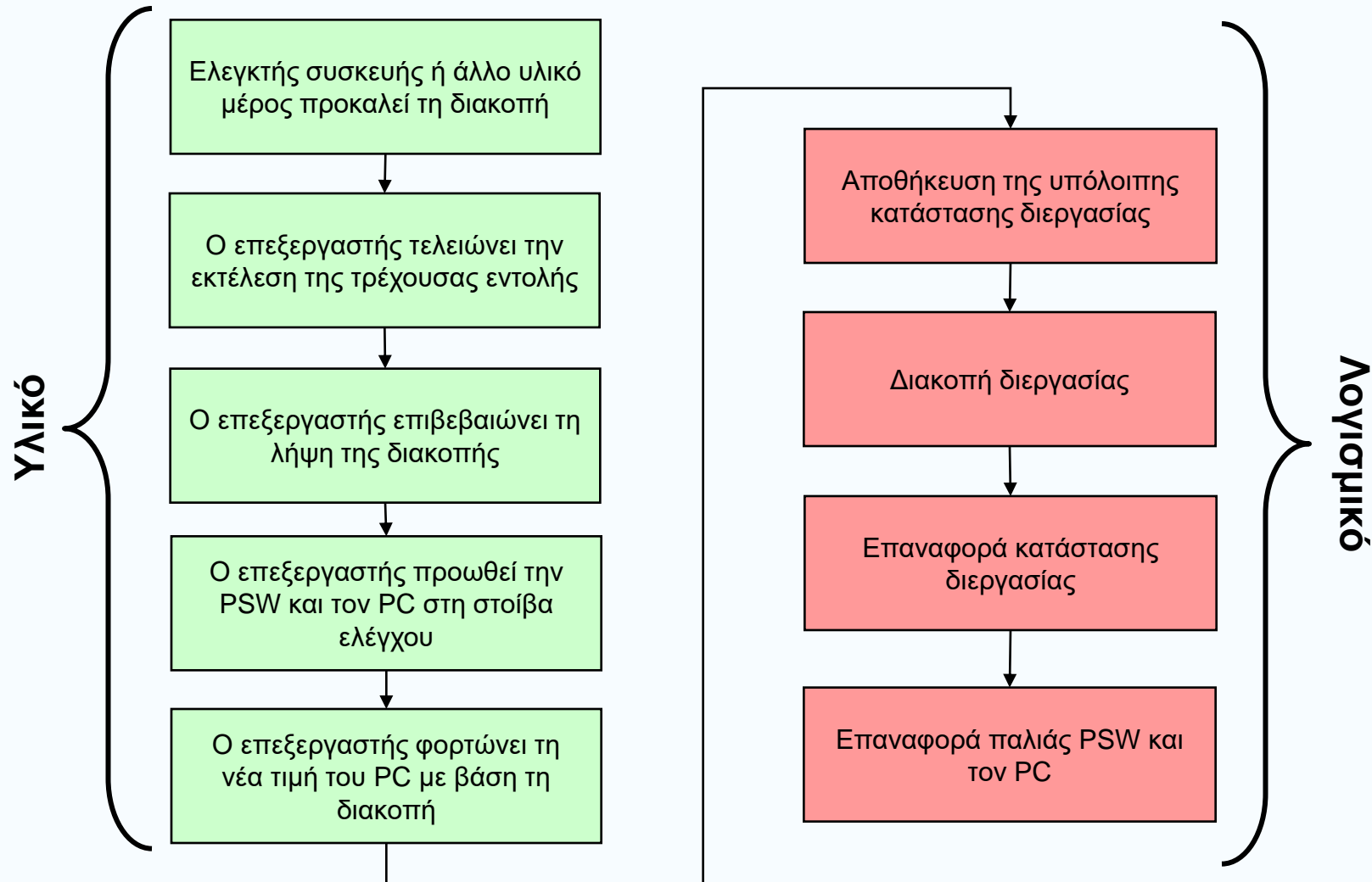
# Χρονισμός προγράμματος: Μικρή αναμονή I/O



# Χρονισμός προγράμματος: Μεγάλη αναμονή I/O

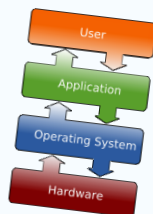
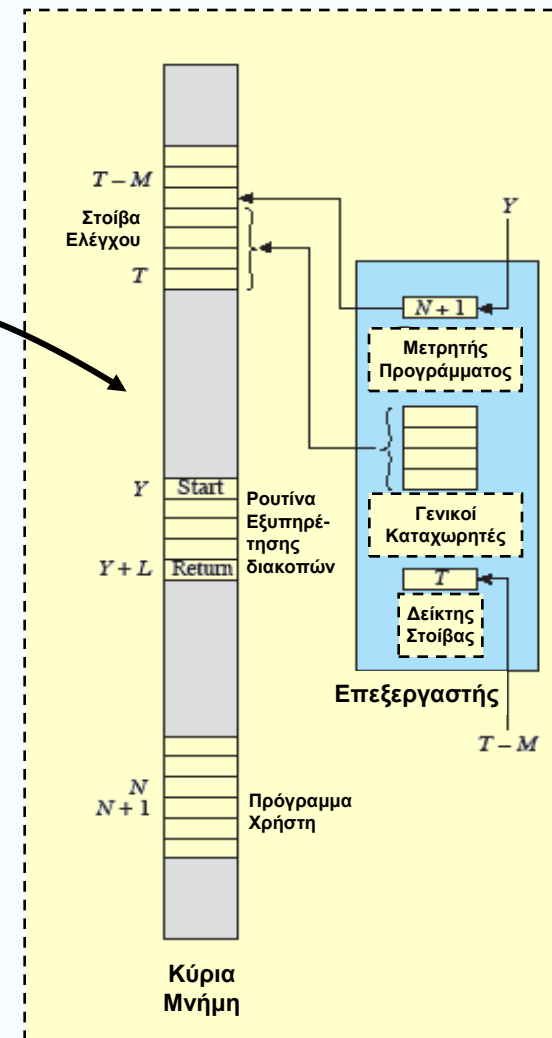


# Απλή επεξεργασία διακοπών



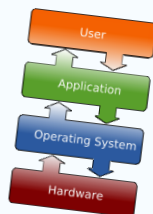
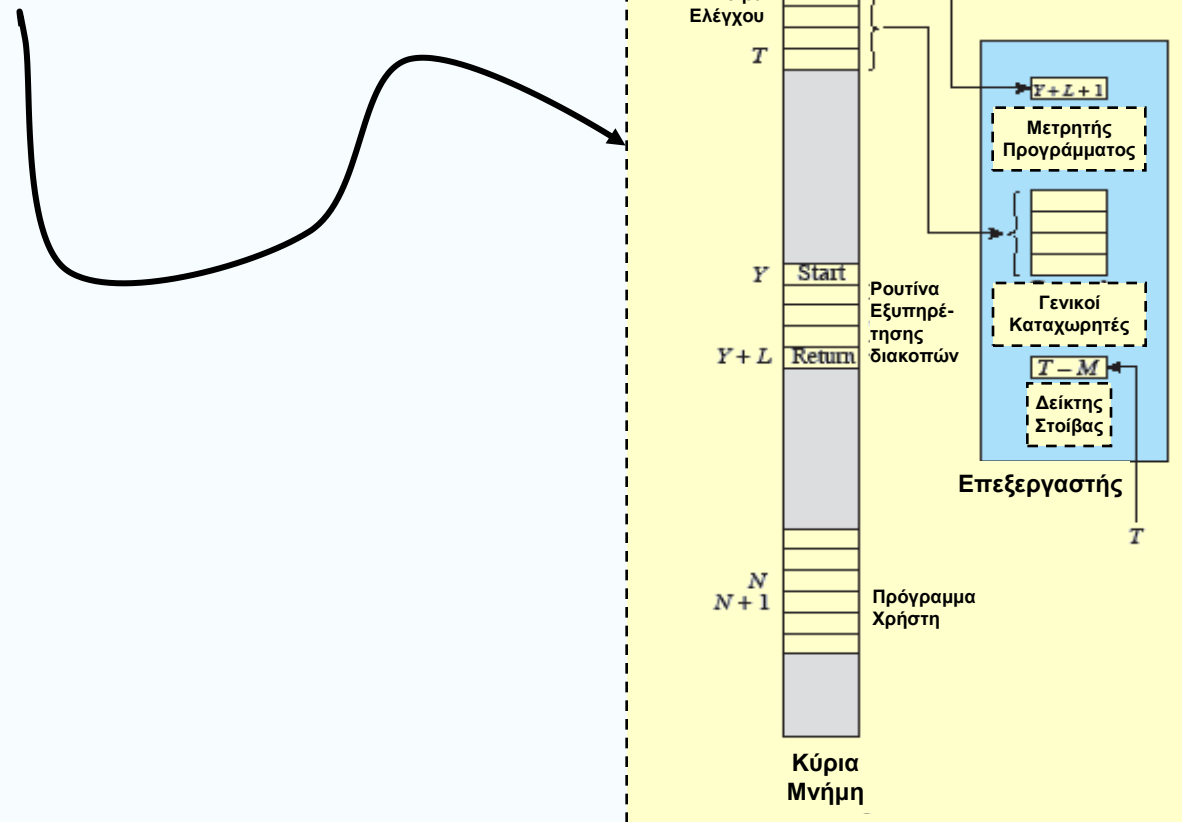
# Αλλαγές στη μνήμη & τους καταχωρητές για την εκτέλεση μιας διακοπής

Προκύπτει διακοπή μετά την εντολή της θέσης  $N$

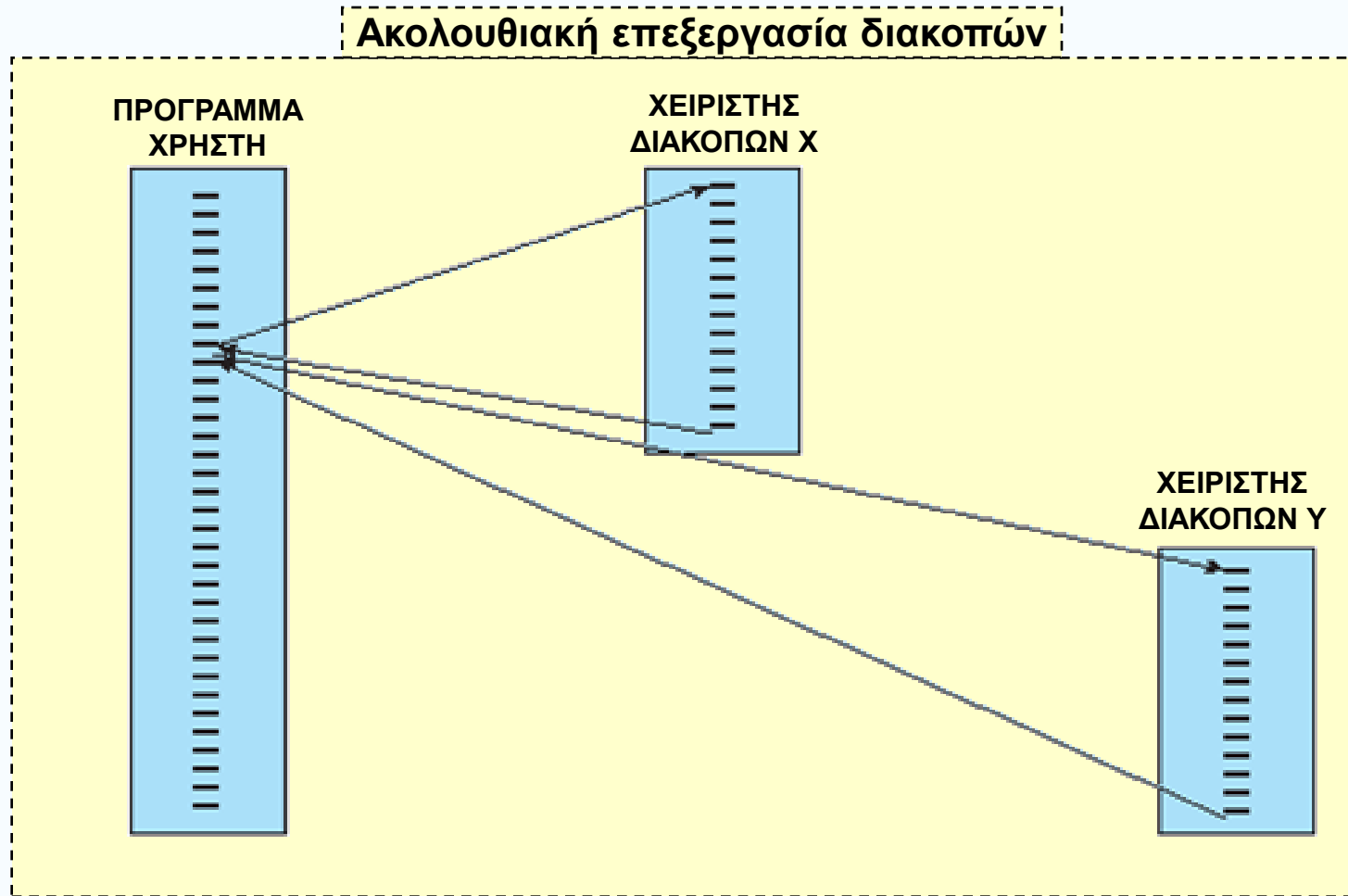


# Αλλαγές στη μνήμη & τους καταχωρητές για την εκτέλεση μιας διακοπής (συν.)

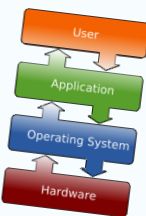
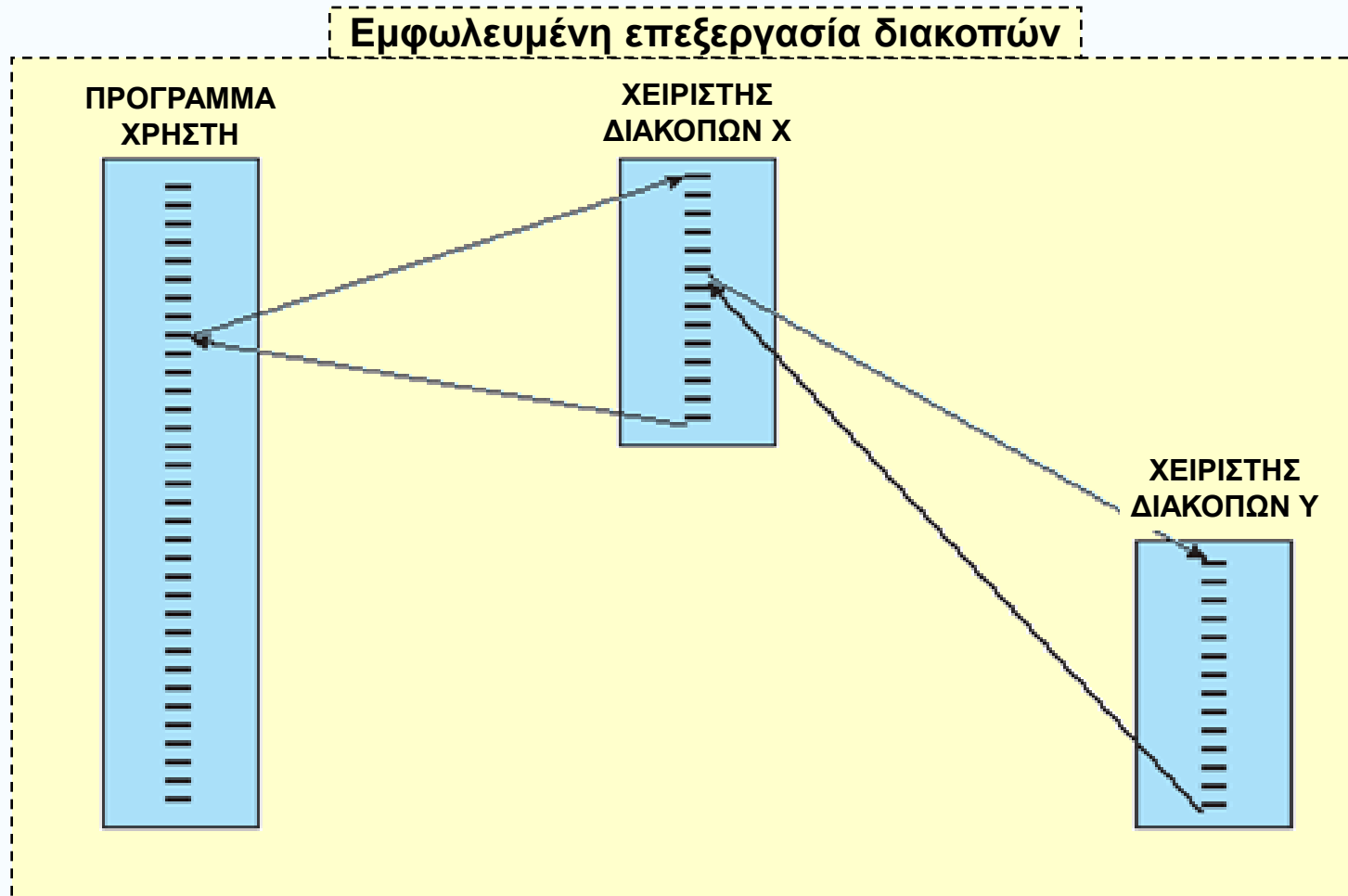
Επιστροφή από διακοπή



# Ακολουθιακή επεξεργασία διακοπών



# Εμφωλευμένη επεξεργασία διακοπών



# Πολυπρογραμματισμός

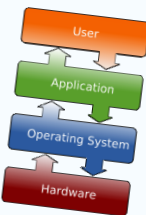
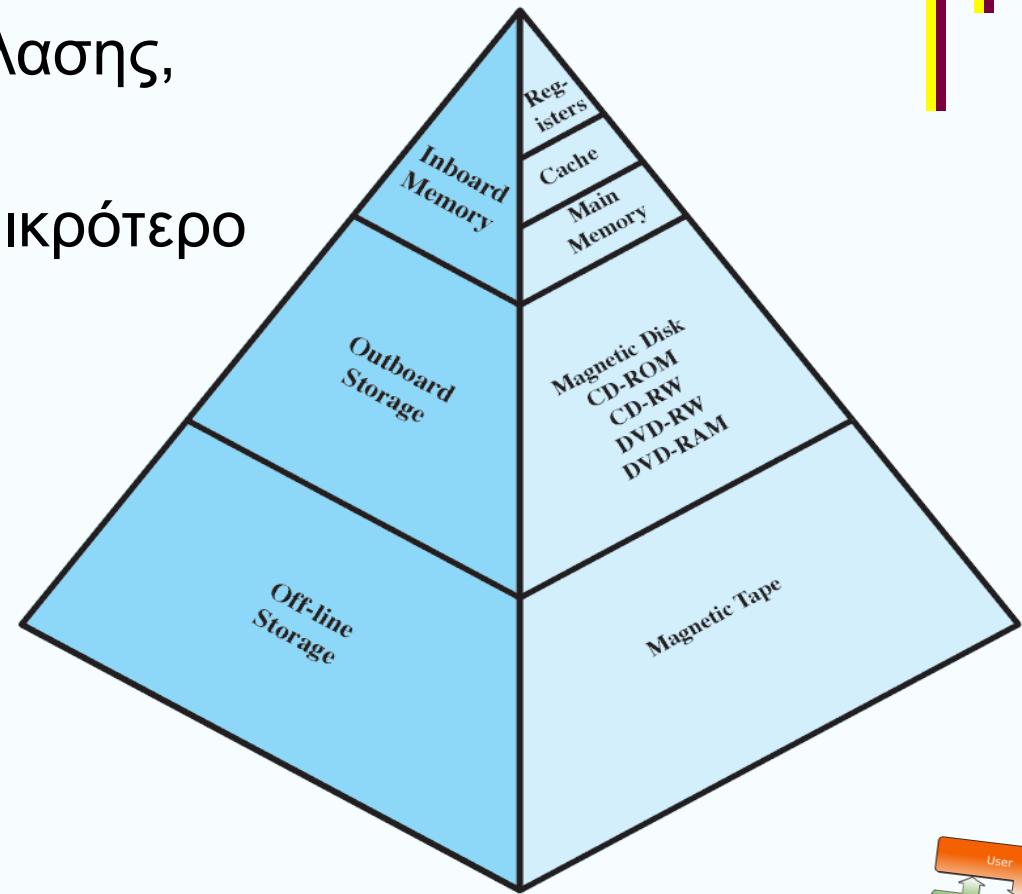
- Ο επεξεργαστής έχει πάνω από ένα προγράμματα να εκτελέσει
- Η σειρά με την οποία εκτελούνται τα προγράμματα εξαρτάται από τη σχετική τους προτεραιότητα και από το κατά πόσο περιμένουν για Ε/Ε
- Αφού ολοκληρωθεί ένας διαχειριστής διακοπών, ο έλεγχος ενδέχεται να μην επιστρέψει στο πρόγραμμα το οποίο εκτελούνταν τη στιγμή της διακοπής





# Ιεραρχία Μνήμης

- Μικρότερος χρόνος προσπέλασης, μεγαλύτερο κόστος ανά bit
- Μεγαλύτερη χωρητικότητα, μικρότερο κόστος ανά bit
- Μεγαλύτερη χωρητικότητα, μεγαλύτερος χρόνος προσπέλασης



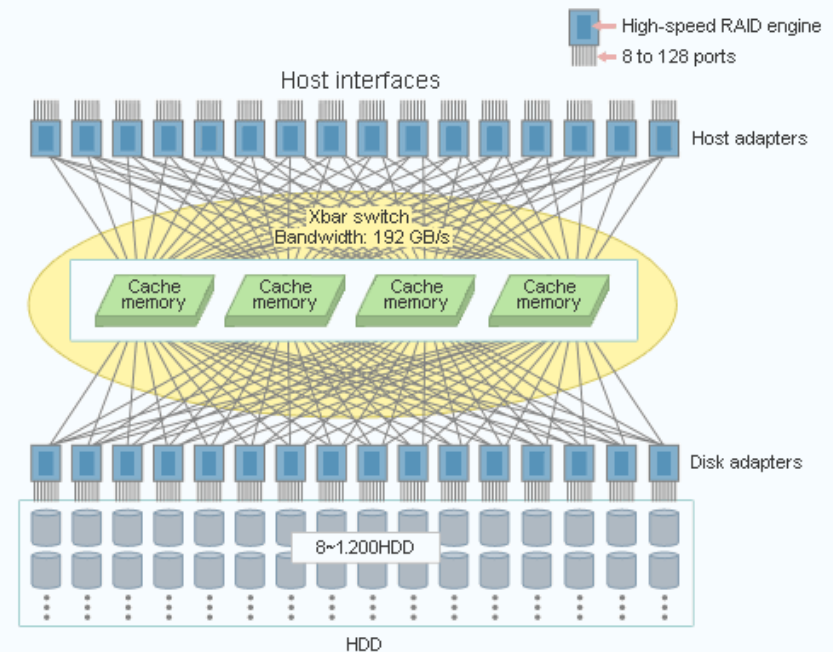
# Κατεβαίνοντας την Ιεραρχία

- Μείωση του κόστους ανά bit
- Αύξηση της χωρητικότητας
- Αύξηση του χρόνου προσπέλασης
- Μείωση της συχνότητας προσπέλασης της μνήμης από τον επεξεργαστή



# Δευτερεύουσα Μνήμη

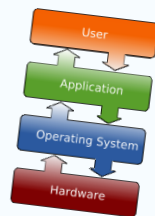
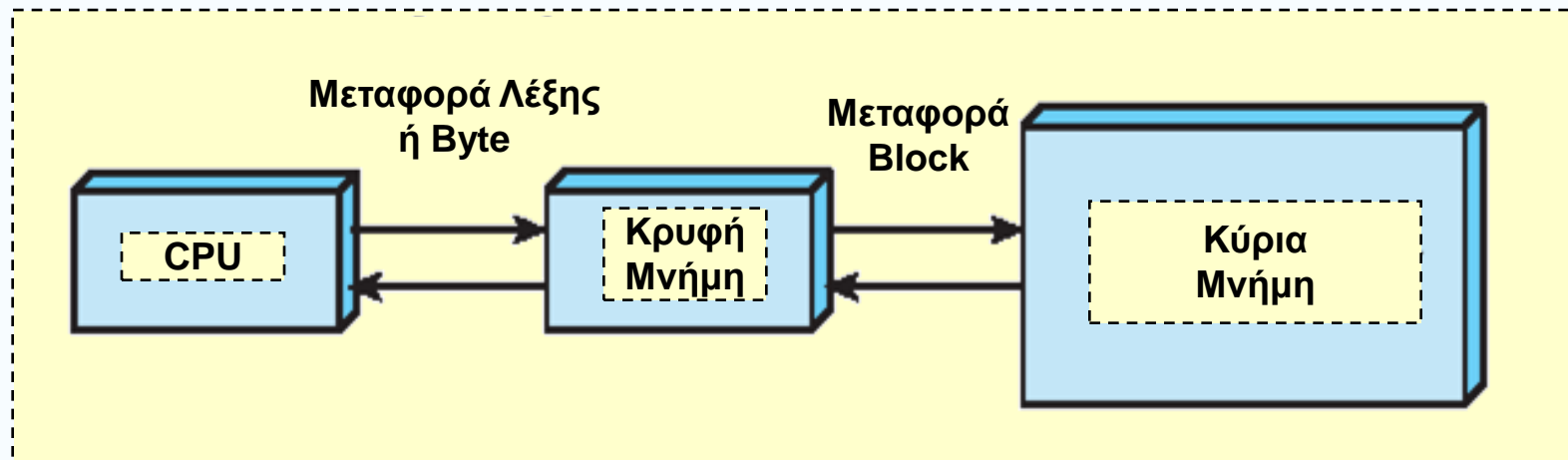
- Εφεδρική μνήμη
- Εξωτερική
- Μη-προσωρινή
- Χρησιμοποιείται για να αποθηκεύει προγράμματα και αρχεία δεδομένων



# Κρυφή μνήμη (Cache Memory)

- Η ταχύτητα του επεξεργαστή είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα προσπέλασης της μνήμης
- Εκμεταλλεύεται την αρχή της τοπικότητας (locality) με μια μικρή γρήγορη μνήμη

## Κρυφή & κύρια μνήμη



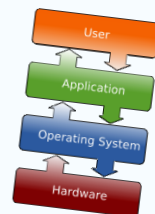
# Αρχές της Κρυφής μνήμης

- Περιέχει αντίγραφο τμήματος της κύριας μνήμης
- Ο επεξεργαστής πρώτα ψάχνει στην κρυφή μνήμη
- Εάν δε βρεθεί, το block της μνήμης εισάγεται στην κρυφή μνήμη
- Λόγω της τοπικότητας της αναφοράς, πιθανές μελλοντικές αναφορές στη μνήμη θα βρίσκονται σε αυτό το block



# Αρχές Κρυφής μνήμης (συν.)

- Μέγεθος κρυφής μνήμης
  - Μικρές κρυφές μνήμες έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην επίδοση του υπολογιστικού συστήματος
- Μέγεθος Block
  - Η μονάδα που ανταλλάσσεται ανάμεσα στην κρυφή και την κύρια μνήμη
  - Μεγαλύτερο μέγεθος block, περισσότερες επιτυχίες, μέχρι η πιθανότητα χρήσης νέων δεδομένων να γίνει μικρότερη από την πιθανότητα επαναχρησιμοποίησης δεδομένων που έπρεπε να απομακρυνθούν από την κρυφή μνήμη



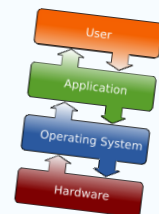
# Αρχές Κρυφής μνήμης (συν.)

- Συνάρτηση αντιστοίχισης
  - Καθορίζει τη θέση στην κρυφή μνήμη που θα καταλάβει το νέο block δεδομένων
- Αλγόριθμος αντικατάστασης
  - Επιλέγει ποιο block να αντικαταστήσει
  - Αλγόριθμος του λιγότερο-πρόσφατα-χρησιμοποιούμενου (Least-recently-used LRU)



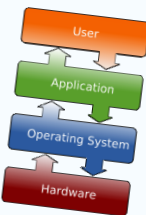
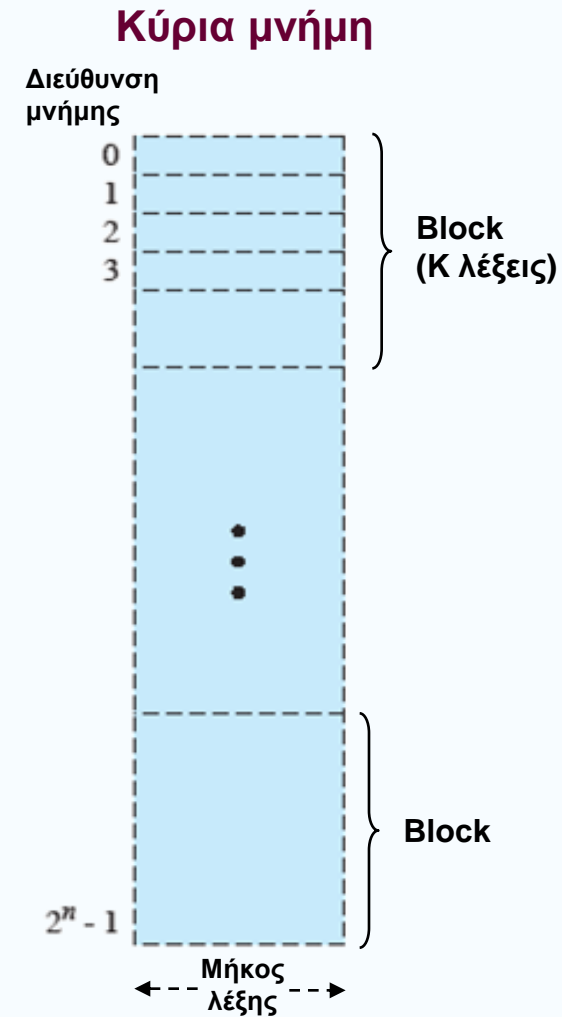
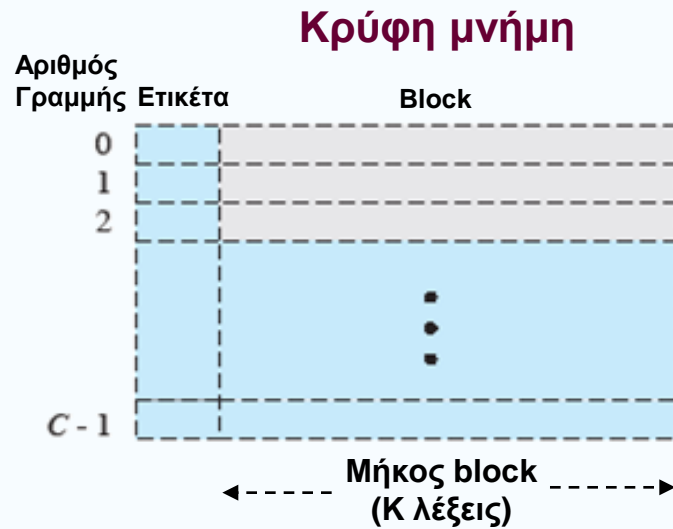
# Αρχές της Κρυφής μνήμης (συν.)

- Πολιτική εγγραφών
  - Υπαγορεύει πότε γίνεται λειτουργία εγγραφής στη μνήμη
  - Μπορεί να συμβεί κάθε φορά που ενημερώνεται ένα block
  - Μπορεί να συμβεί όταν αντικαθίσταται ένα block
    - ◆ Ελαχιστοποιεί τις λειτουργίες εγγραφής
    - ◆ Αφήνει την κύρια μνήμη σε παλιά (μη επίκαιρη) κατάσταση

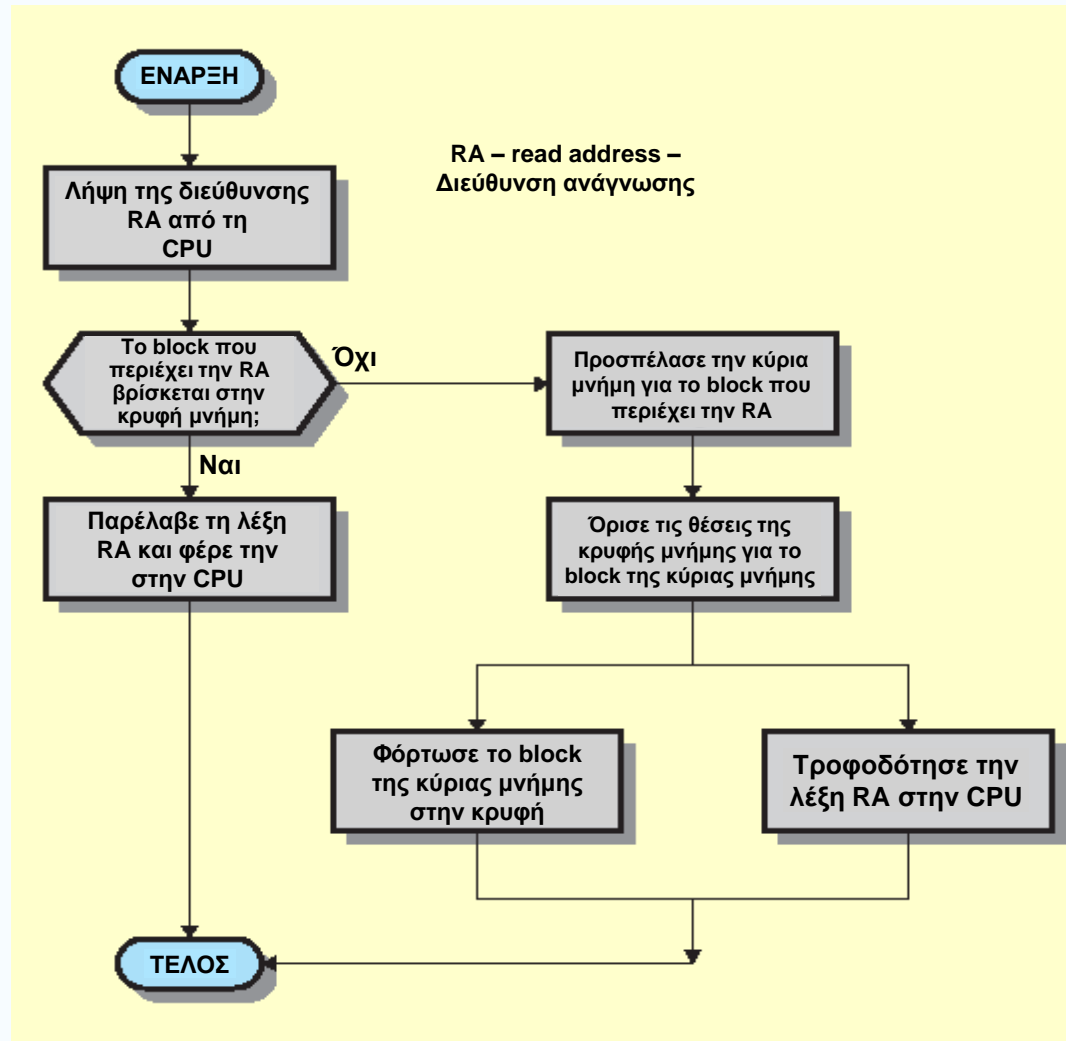




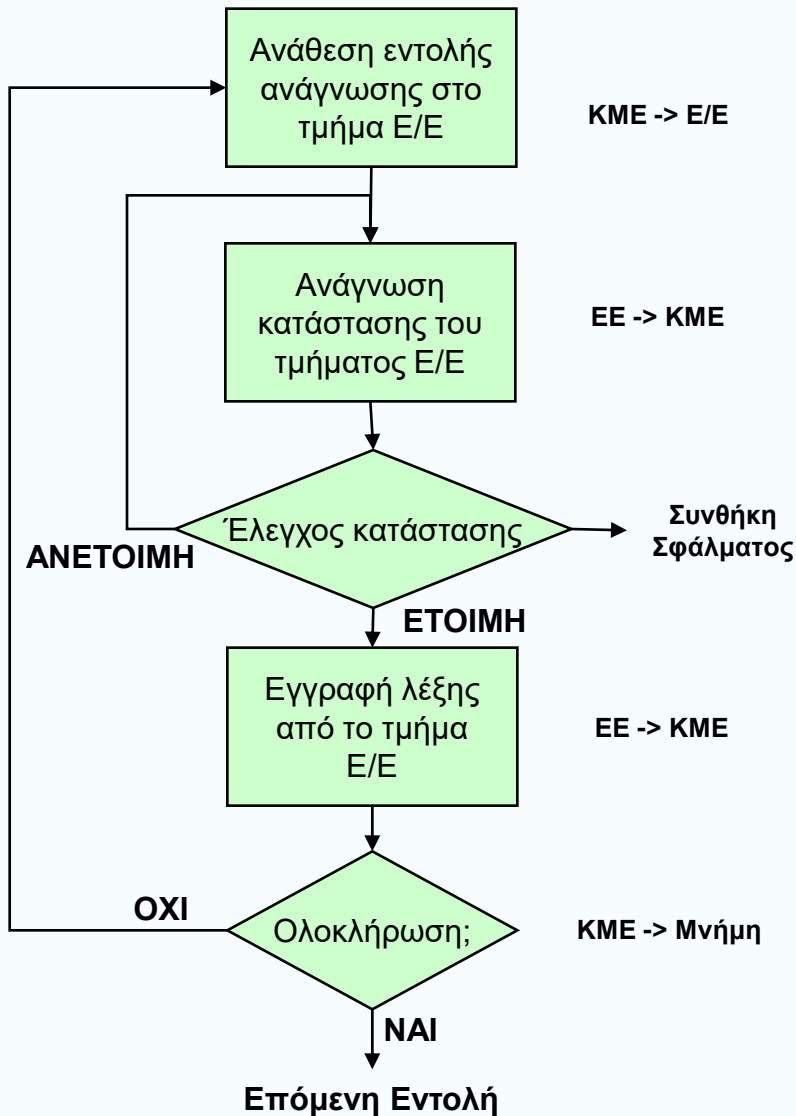
# Δομή Κρυφής/Κύριας μνήμης



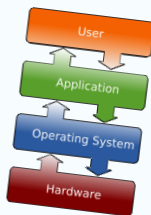
# Λειτουργία ανάγνωσης κρυφής μνήμης



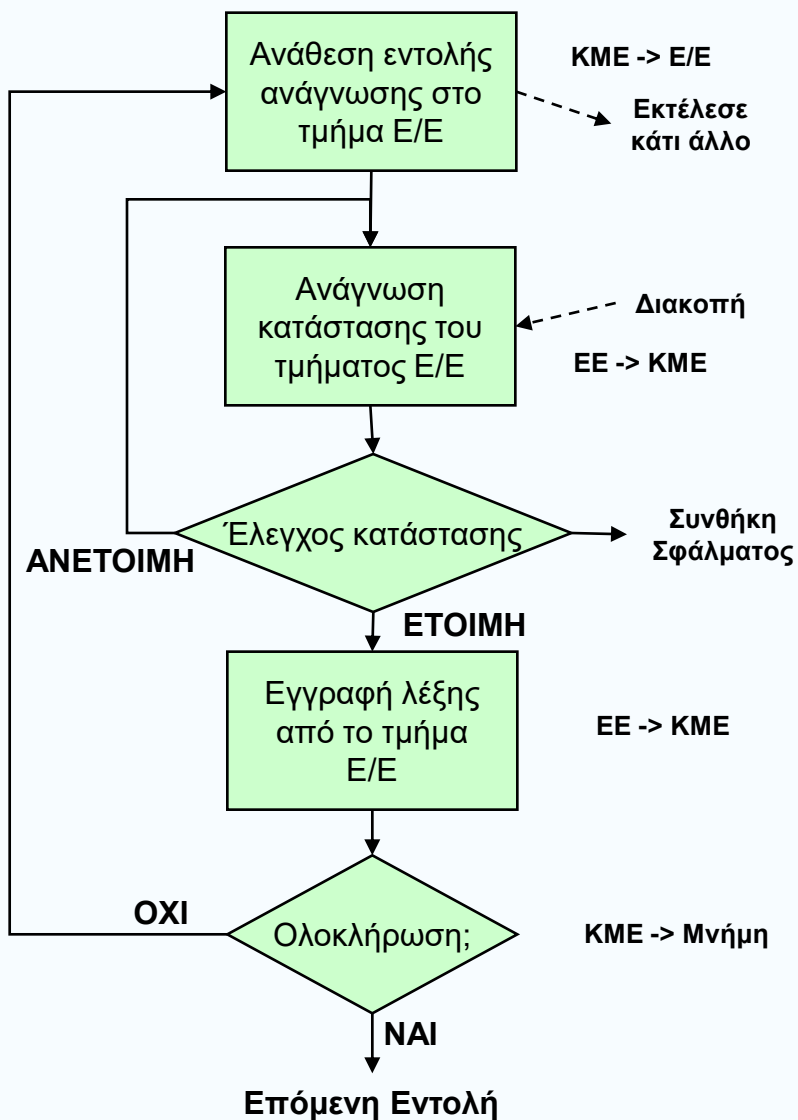
# Προγραμματισμένη Ε/Ε



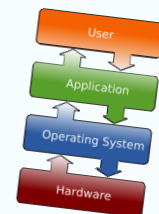
- Οι συσκευές Ε/Ε είναι αυτές που εκτελούν την πράξη, όχι ο επεξεργαστής
- Καθορίζονται τα απαραίτητα bits στον καταχωρητή κατάστασης Ε/Ε
- Δεν συμβαίνουν διακοπές
- Ο επεξεργαστής ελέγχει την κατάσταση μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία



# Ε/Ε οδηγούμενη από διακοπές

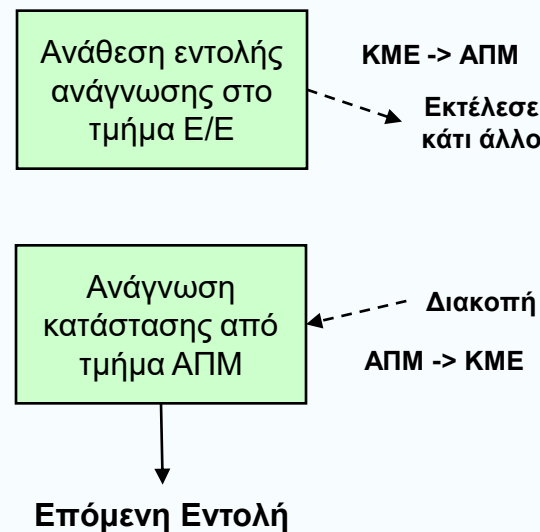


- Ο επεξεργαστής διακόπτεται μόλις η συσκευή Ε/Ε είναι έτοιμη να ανταλλάξει δεδομένα
- Ο επεξεργαστής αποθηκεύει το περιεχόμενο της εκτέλεσης του προγράμματος και εκκινεί την εκτέλεση του διαχειριστή διακοπών
- Χωρίς αχρείαστες καθυστερήσεις
- Καταναλώνει πολύ χρόνο επεξεργαστή γιατί κάθε λέξη στην οποία γίνεται ανάγνωση ή εγγραφή περνά από τον επεξεργαστή



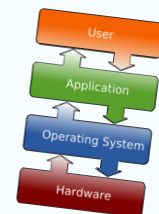
# Απευθείας προσπάθεια Μνήμης

- Μεταφέρει ένα block δεδομένων απευθείας από ή προς τη μνήμη
- Μια διακοπή αποστέλλεται όταν ολοκληρωθεί η μεταφορά
- Πιο αποδοτικό



# Σύνοψη – Βασικά σημεία

- Τα βασικές οντότητες που απαρτίζουν ένα υπολογιστικό σύστημα είναι:
  - Επεξεργαστής (Processor)
  - Κύρια Μνήμη (Main memory)
  - Μέρη Ε/Ε (I/O Components)
  - Αρτηρία συστήματος (System Bus)
- Οι βασικές οντότητες που σχετίζονται με την εκτέλεση μιας εντολής είναι:
  - Καταχωρητές, ΚΜΕ, Κύρια-Κρυφή-Ιδεατή Μνήμη, Διακοπές, Κύκλος Εντολής, Διαχείριση διακοπών, Ε/Ε
- Ένα λειτουργικό σύστημα (ΛΣ) αξιοποιεί του πόρους του υλικού μέρους των συστημάτων
- Ένα ΛΣ παρέχει στους χρήστες ένα σετ από υπηρεσίες.



# Αναφορές

- “Λειτουργικά Συστήματα – Αρχές Σχεδίασης”, 9η έκδοση, W. Stallings, Εκδόσεις Τζιόλα, 2017.
- “Operating System Concepts”, 7η έκδοση, από Abraham Silberschatz, Peter Galvin και Greg Gagne, Addison-Wesley, 2004.
- “Operating Systems: Design and Implementation”, 3η έκδοση, από Andrew Tanenbaum και Albert Woodhull, Prentice Hall, 2006.

