

Ιόνιο Πανεπιστήμιο – Τμήμα Πληροφορικής  
Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών  
2024-25

# Λειτουργικά Συστήματα

(διαχείριση επεξεργαστή, μνήμης και Ε/Ε)

<https://mixstef.github.io/courses/csintro/>

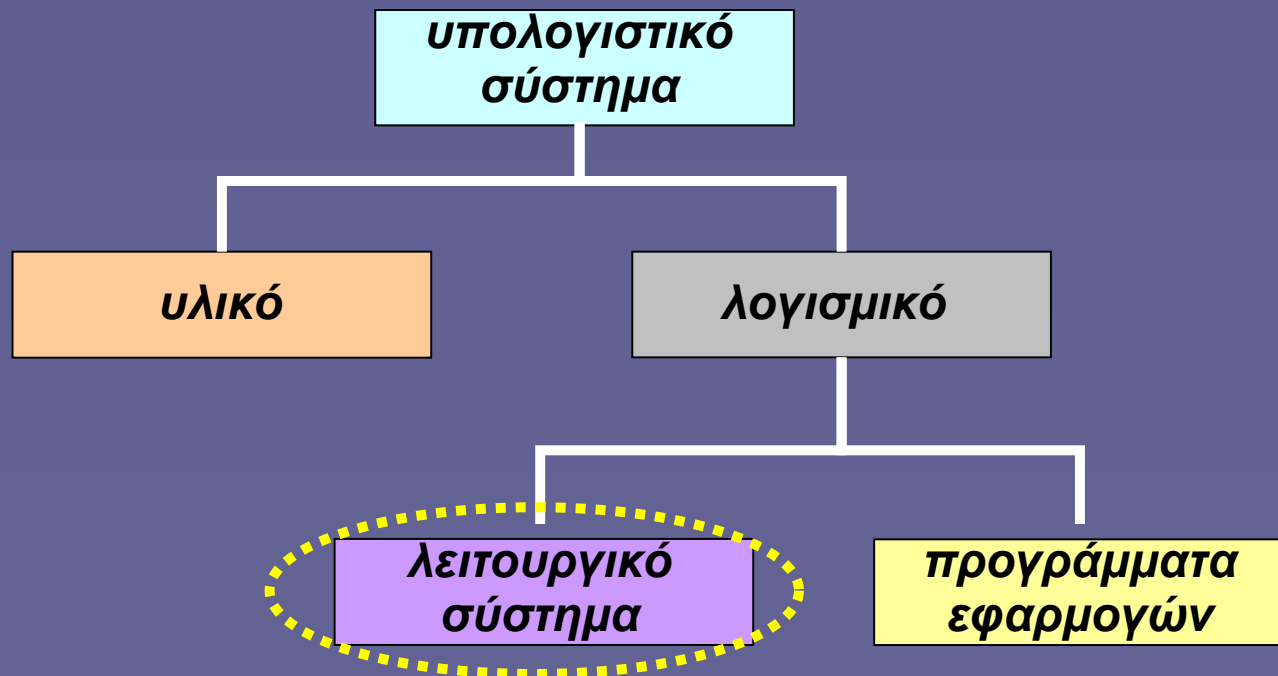
Μ.Στεφανιδάκης



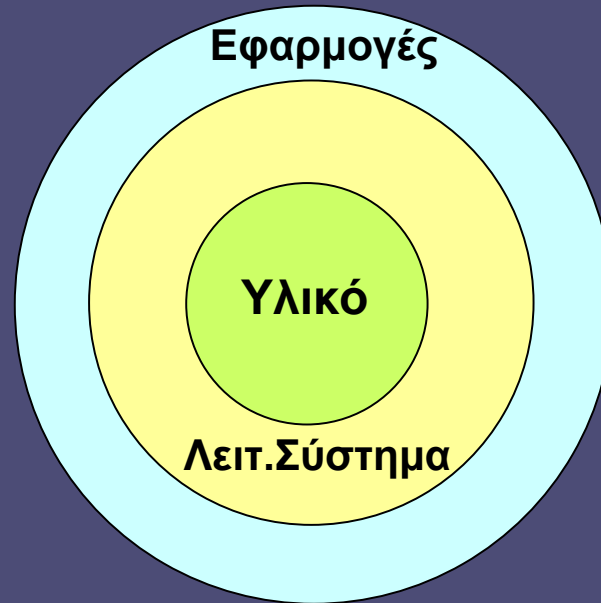
# Τι είναι ένα λειτουργικό σύστημα (ΛΣ);

- Operating System (OS)
- Λογισμικό – ο «γενικός επιβλέπων» ενός υπολογιστικού συστήματος
  - Εκτέλεση προγραμμάτων εφαρμογών
  - Διαχείριση υπολογιστικών πόρων
    - Επεξεργαστής
    - Μνήμη
    - Συσκευές E/E
  - Ενδιάμεσο μεταξύ χρήστη και υπολογιστή
  - Παρέχει κοινές/συχνά χρησιμοποιούμενες λειτουργίες εφαρμογών
    - «Βιβλιοθήκες» (libraries) λειτουργικού συστήματος

# Το Λειτουργικό Σύστημα ως μέρος του υπολογιστή

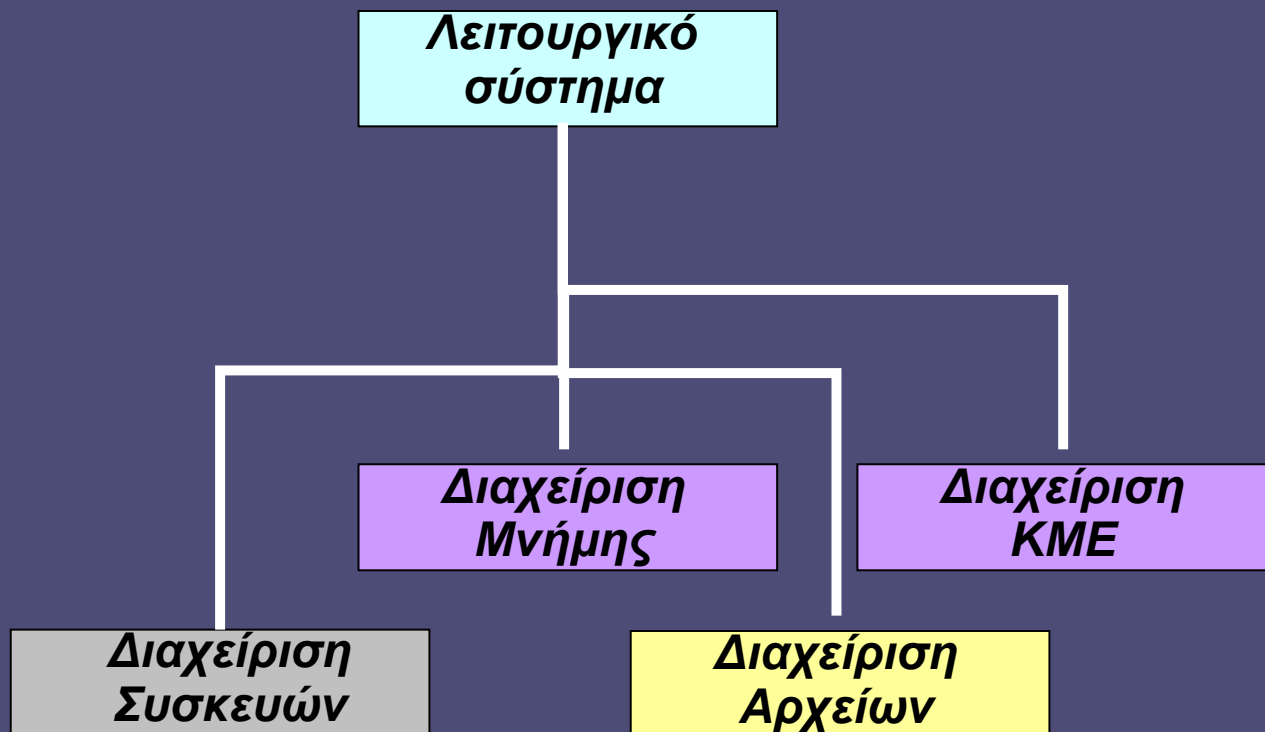


# Μια άλλη απεικόνιση



- Το Λειτουργικό Σύστημα ως κέλυφος (shell) μεταξύ των εφαρμογών χρήστη και του υλικού
- Οι εφαρμογές χρήστη δεν έχουν δικαιώματα διαχείρισης του υλικού

# Διαχείριση πόρων

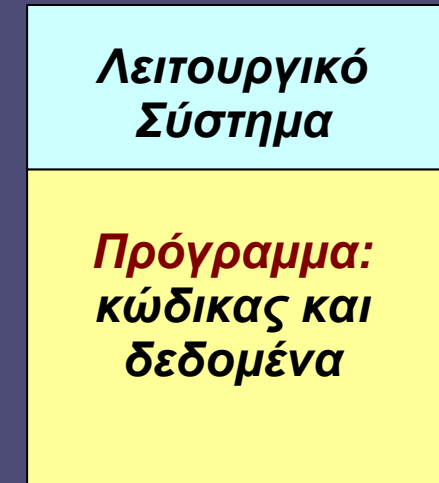


# Η εξέλιξη των Λειτουργικών Συστημάτων

- Αντίστοιχη με την εξέλιξη των υπολογιστών:
- Τα πρώτα μεγάλα συστήματα (mainframes)
  - ΛΣ δέσμης (batch operating systems)
- Συστήματα με πολυπρογραμματισμό (multiprogramming)
  - ΛΣ με δυνατότητες χρονοπρογραμματισμού
- Προσωπικοί Υπολογιστές
  - ΛΣ ενός χρήστη (single user operating system)
- Παράλληλα συστήματα (πολλές ΚΜΕ)
  - Σύνθετα ΛΣ για κατανομή εργασίας
- Κατανεμημένα συστήματα (μέσω δικτύου)
  - ΛΣ με πρόσθετες ικανότητες (συντονισμός, μηνύματα, ασφάλεια δεδομένων..)

# Μονοπρογραμματισμός

- Τα πρώτα χρόνια των υπολογιστών...
- Στη μνήμη βρίσκονται
  - Ένα μοναδικό πρόγραμμα
  - Και ένα πολύ απλό λειτουργικό σύστημα
- Απλή διαχείριση μνήμης
  - Τι θα συμβεί αν το μέγεθος του προγράμματος είναι μεγαλύτερο από τον διαθέσιμο χώρο;
  - Πότε μπορεί να εκτελεστεί άλλο πρόγραμμα;



μνήμη

# Πολυπρογραμματισμός

- Πολλά προγράμματα στη μνήμη
- «Ταυτόχρονη» εκτέλεση
  - Στην πραγματικότητα εναλλαγή εκτέλεσης εντολών από κάθε πρόγραμμα (αρχικά υπήρχε μόνο μια ΚΜΕ)
  - Φαινομενικά τα προγράμματα εκτελούνται «παράλληλα»
- Οι υπολογιστικοί πόροι πρέπει να μοιράζονται μεταξύ των προγραμμάτων
  - Μνήμη, ΚΜΕ, συσκευές...
  - Αναγκαία η διαιτησία
  - Ρόλος του Λειτουργικού Συστήματος





# Πολυπρογραμματισμός (συνέχεια)

- Το Λειτουργικό Σύστημα διατηρεί πληροφορία για κάθε εκτελούμενο πρόγραμμα (διεργασία)
  - Process Control Block (PCB) ή Task Control Block (TCB)
- Όταν διακόπτεται η εκτέλεση:
  - Αποθήκευση τιμής `program counter` (PC)
    - Τρέχουσα διεύθυνση εκτελούμενης εντολής
  - Αποθήκευση τιμών `καταχωρητών`
- Όταν ξεκινά πάλι η εκτέλεση:
  - Αποκατάσταση αποθηκευμένων τιμών
    - Το πρόγραμμα συνεχίζει την εκτέλεση από το σημείο που διακόπηκε

# Τεχνικές διαχείρισης μνήμης

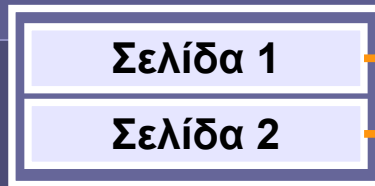
- Πώς θα εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα της μνήμης για τα προγράμματα που εκτελούνται «ταυτόχρονα»
- Που βρίσκεται ένα πρόγραμμα (εντολές και δεδομένα) στη μνήμη;
  - 1. Χωρίς δυνατότητα εναλλαγής
    - Το πρόγραμμα παραμένει συνεχώς στη μνήμη
  - 2. Με εναλλαγή (swapping)
    - Μέρος του προγράμματος μπορεί να εναλλάσσει θέση μεταξύ μνήμης και δίσκου κατά την εκτέλεση
    - Ελευθερώνοντας χώρο μνήμης για άλλα προγράμματα

# Χωρίς εναλλαγή: διαμέριση (partitioning)

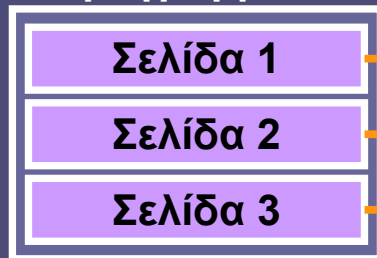
- Κάθε πρόγραμμα έχει τον δικό του χώρο (διαμέριση) στη μνήμη
  - Όλο το πρόγραμμα σε συνεχόμενες θέσεις μνήμης
  - Αντικατάσταση προγραμμάτων μετά τον τερματισμό
  - Εισαγωγή νέων
  - Πιθανή δημιουργία κενών τμημάτων
    - Εάν το νέο πρόγραμμα απαιτεί περισσότερη μνήμη από το κενό τμήμα
  - Το Λ.Σ. διατηρεί λίστα χρησιμοποιούμενων τμημάτων μνήμης
  - Αντιμετώπιση κενών με συμπίκνωση (compaction)
    - Αργή διαδικασία

# Με εναλλαγή: Σελιδοποίηση (1)

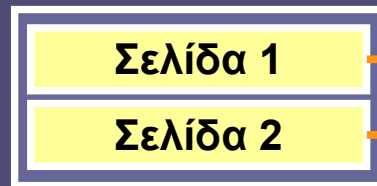
## Πρόγραμμα 1



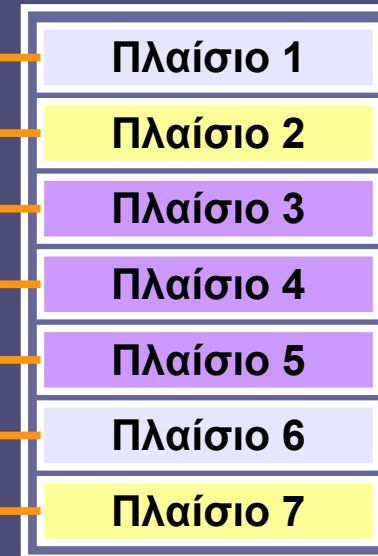
## Πρόγραμμα 2



## Πρόγραμμα 3



## Κύρια μνήμη

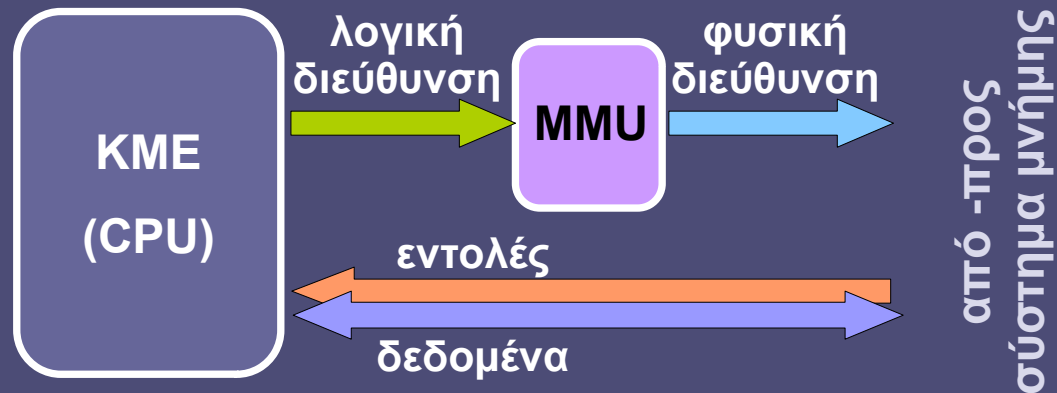


- Η μνήμη κάθε προγράμματος χωρίζεται σε σελίδες (**pages**)
- Η μνήμη χωρίζεται σε πλαίσια (**frames**) ίδιου μεγέθους με τις σελίδες
- Δεν απαιτείται η δέσμευση συνεχόμενων πλαισίων ανά πρόγραμμα

## Σελιδοποίηση (2)

- Οι σελίδες έχουν προκαθορισμένο μέγεθος
  - π.χ. 4KBytes
- Μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε πλαίσιο μνήμης
- Ενδεχομένως να μην βρίσκονται όλες στη μνήμη
  - Ανάκληση από δίσκο όταν τις χρειαστεί το πρόγραμμα
  - Σελιδοποίηση κατ'απαίτηση (demand paging)
- Πρακτικά...
  - Το πρόγραμμα βλέπει διαφορετική διεύθυνση μνήμης από την πραγματική (φυσική) του πλαισίου
  - Εικονική μνήμη (virtual memory)
  - Απαιτείται η τήρηση πινάκων αντιστοίχισης διευθύνσεων
  - Για τη λειτουργία της εικονικής μνήμης είναι απαραίτητη η συνδυασμένη υποστήριξη από το υλικό (KME) και το λειτουργικό σύστημα

# Εικονική μνήμη: τι παρέχει το υλικό

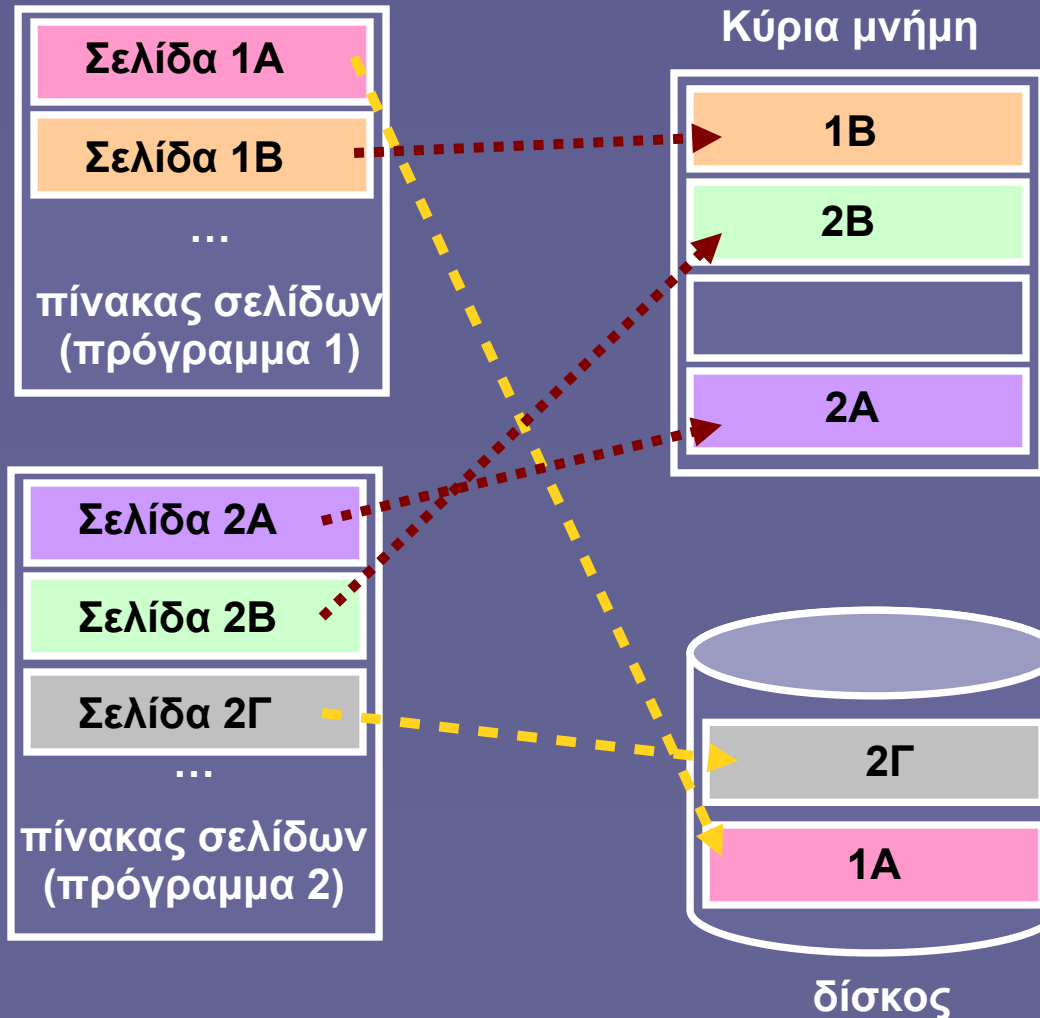


- Ένα πρόγραμμα «βλέπει» **λογικές** διευθύνσεις
  - Εικονική Μνήμη (virtual memory)
  - Μετάφραση σε **φυσικές** διευθύνσεις μνήμης
  - Από το σύστημα διαχείρισης μνήμης (**memory management unit – MMU**) που συνοδεύει την ΚΜΕ
    - Για τη μετάφραση: αναζήτηση φυσικής διεύθυνσης σε **πίνακες σελίδων** (βρίσκονται στη μνήμη)
    - Αποθήκευση των πιο πρόσφατων μεταφράσεων στην ΚΜΕ

# Σελιδοποίηση κατ' απαίτηση

- Οι σελίδες των προγραμμάτων (κώδικας-δεδομένα) βρίσκονται αρχικά μόνο στον δίσκο
- Το ΛΣ τις σημειώνει ως «**απούσες**» από τη μνήμη
- Όταν προσπελαστεί μια «απούσα» σελίδα, δημιουργείται ένα σφάλμα εκτέλεσης (**page fault**)...
- ...και το ΛΣ τη φορτώνει σε ένα πλαίσιο στη μνήμη
- Ενδεχομένως εκτοπίζοντας πίσω στον δίσκο μια άλλη σελίδα από τη μνήμη
  - Η τελευταία σημειώνεται ως «**απούσα**»
- **Page faults**: μεγάλο κόστος σε κύκλους αναμονής
  - 1-10Μκύκλοι ρολογιού

# Εικονική μνήμη: τι παρέχει το Λ.Σ.



Κάθε πρόγραμμα έχει τους δικούς του πίνακες σελίδων

Κατά την εναλλαγή εκτέλεσης των προγραμμάτων αλλάζει και ποιος πίνακας θα χρησιμοποιηθεί για τη μετάφραση



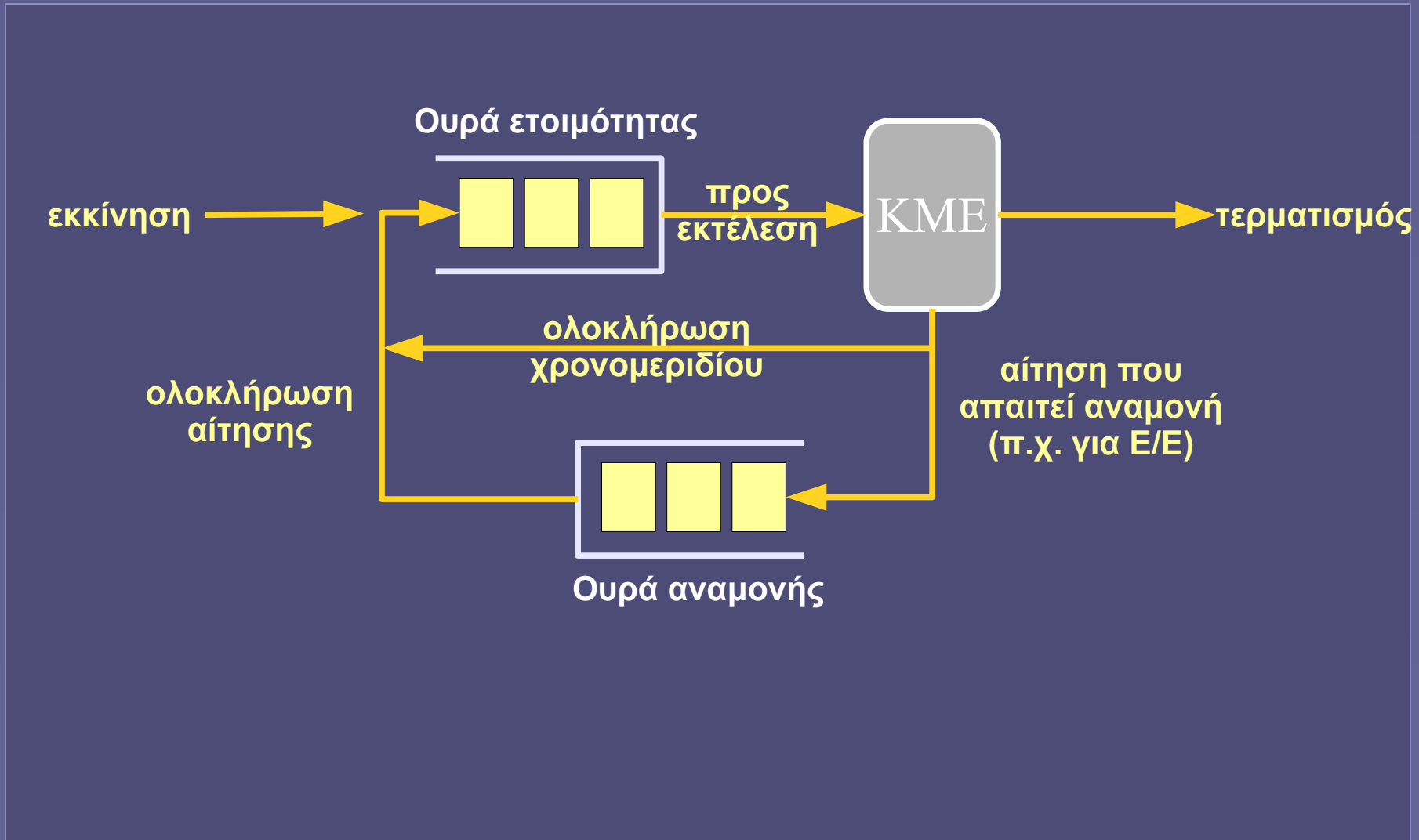
# Προγράμματα, εργασίες και διεργασίες

- **Πρόγραμμα (program)**
  - Ανενεργό σύνολο εντολών (στον δίσκο)
- **Εργασία (job)**
  - Πρόγραμμα που έχει επιλεγεί για εκτέλεση
  - Στον δίσκο ή στη μνήμη
- **Διεργασία (process)**
  - Πρόγραμμα υπό εκτέλεση
  - Στη μνήμη
  - Εκτελείται ή αναμένει για χρήση πόρων
  - Μπορεί να διακοπεί οποιαδήποτε στιγμή «παρά τη θέλησή της» από το Λ.Σ. (προεκτοπισμός – preemption)

# Χρονοδρομολόγηση (scheduling)

- **Καταστάσεις διεργασίας**
  - Έτοιμη προς εκτέλεση (ready)
  - Εκτελούμενη (running)
  - Σε αναμονή (waiting/blocked)
    - Για τη χρήση υπολογιστικών πόρων
- **Όταν πολλές διεργασίες είναι έτοιμες, ποια θα εκτελεστεί;**
  - Απόφαση χρονοδρομολογητή (scheduler)
    - Μέρος του Λειτουργικού Συστήματος
  - Κριτήρια Επιλογής
    - «Όποιος ήρθε πρώτος» (first-in first-out – FIFO)
    - Χρησιμοποιώντας προτεραιότητες
    - Ανάλογα με προθεσμίες (συστήματα real-time)

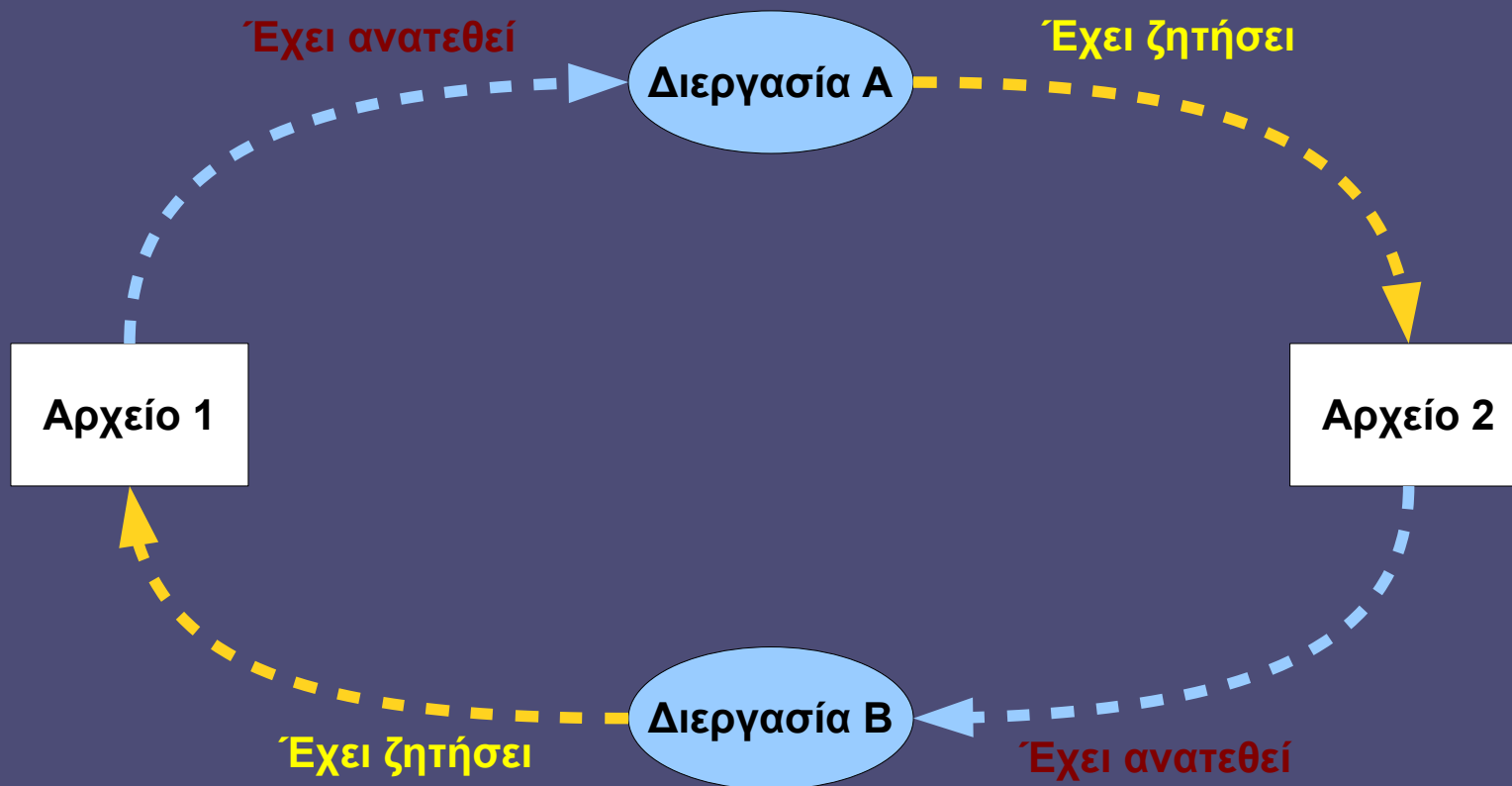
# Ουρές διαχείρισης διεργασιών



# Συγχρονισμός διεργασιών

- Στη χρήση διαμοιραζόμενων πόρων
  - Οι κοινοί πόροι μπορούν να χρησιμοποιούνται μόνο από μία διεργασία κάθε στιγμή
- Αναμονή υπολοίπων διεργασιών
- Εμφάνιση καταστάσεων σύγκρουσης
  - Αδιέξοδο
  - Λιμοκτονία

# Αδιέξοδο



- Τα αρχεία είναι κοινόχρηστοι πόροι

# Αδιέξοδο (συνέχεια)

- **Συνθήκες εμφάνισης**
  - Αμοιβαίος αποκλεισμός στη χρήση των πόρων
  - Παρακράτηση περισσότερων από έναν πόρο
  - Κυκλική αναμονή
- **Αν επιτρέψουμε την εκτέλεση διεργασίας μόνο εάν όλοι οι πόροι που ζητά είναι ελεύθεροι;**
  - Κίνδυνος «λιμοκτονίας»
    - Η διεργασία μπορεί να μην εκτελεστεί «ποτέ»

# Διαχείριση συσκευών

- **Συσκευές εισόδου-εξόδου (E/E)**
  - Διαχείριση από ΛΣ μόνο
    - Η απευθείας προσπέλαση των συσκευών E/E είναι απαγορευμένη στις εφαρμογές χρήστη
  - Ρύθμιση χρήσης από διεργασίες
    - Οι συσκευές E/E είναι ένα τυπικό παράδειγμα διαμοιραζόμενων (κοινόχρηστων) πόρων
  - Παρακολούθηση ολοκλήρωσης αιτήσεων E/E
    - Και επανεκκίνηση των διεργασιών που αναμένουν τα δεδομένα E/E
  - Το εξειδικευμένο πρόγραμμα συστήματος που «συνομιλεί» με τη συσκευή E/E ονομάζεται «οδηγός» της συσκευής (device driver)