

Ιόνιο Πανεπιστήμιο – Τμήμα Πληροφορικής
Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών
2023-24

Λειτουργικά Συστήματα
(διαχείριση επεξεργαστή, μνήμης και Ε/Ε)

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

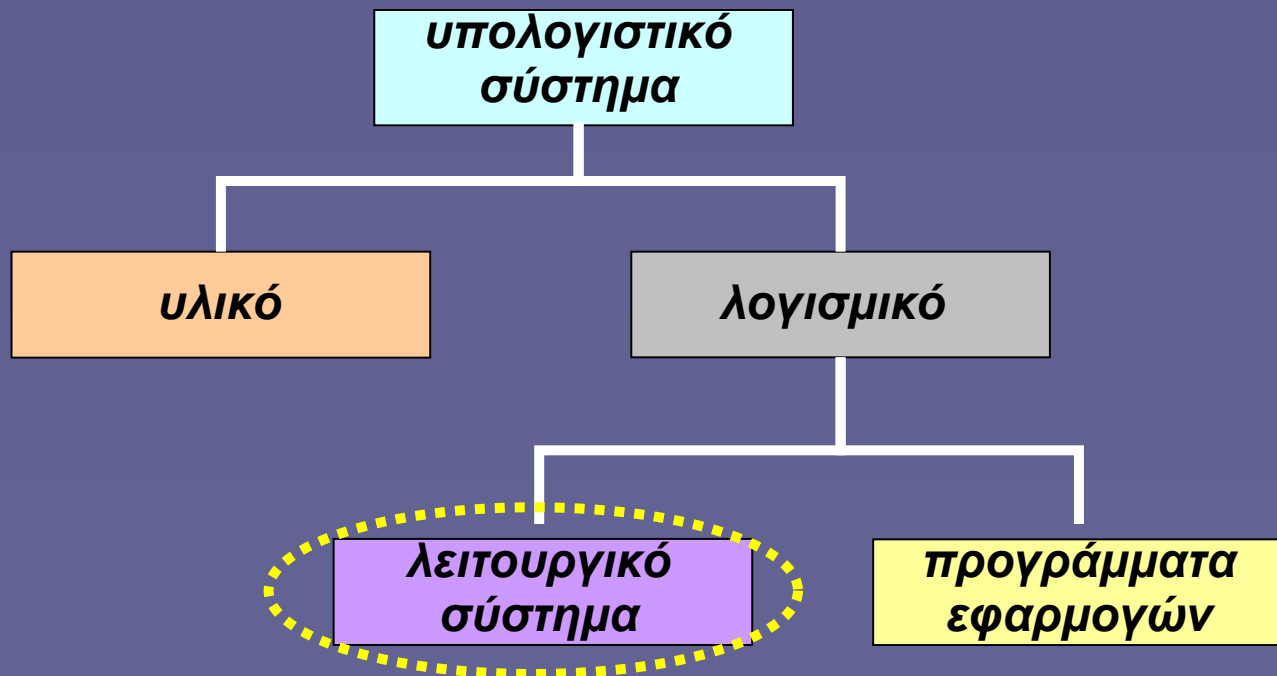
Μ.Στεφανιδάκης



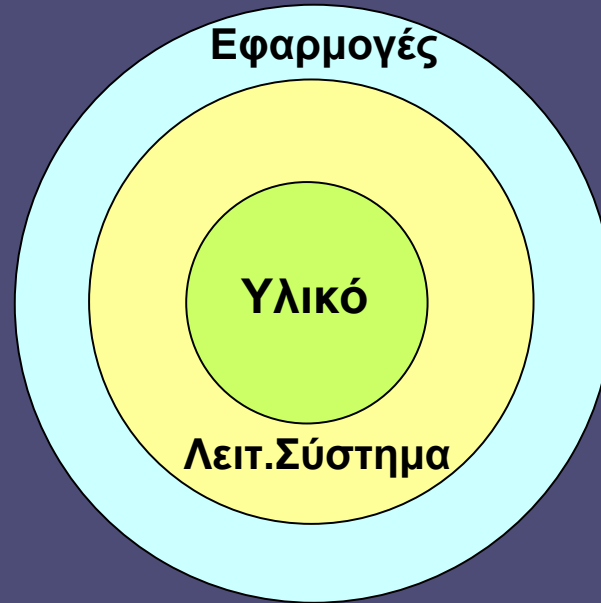
Τι είναι ένα λειτουργικό σύστημα (ΛΣ);

- 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

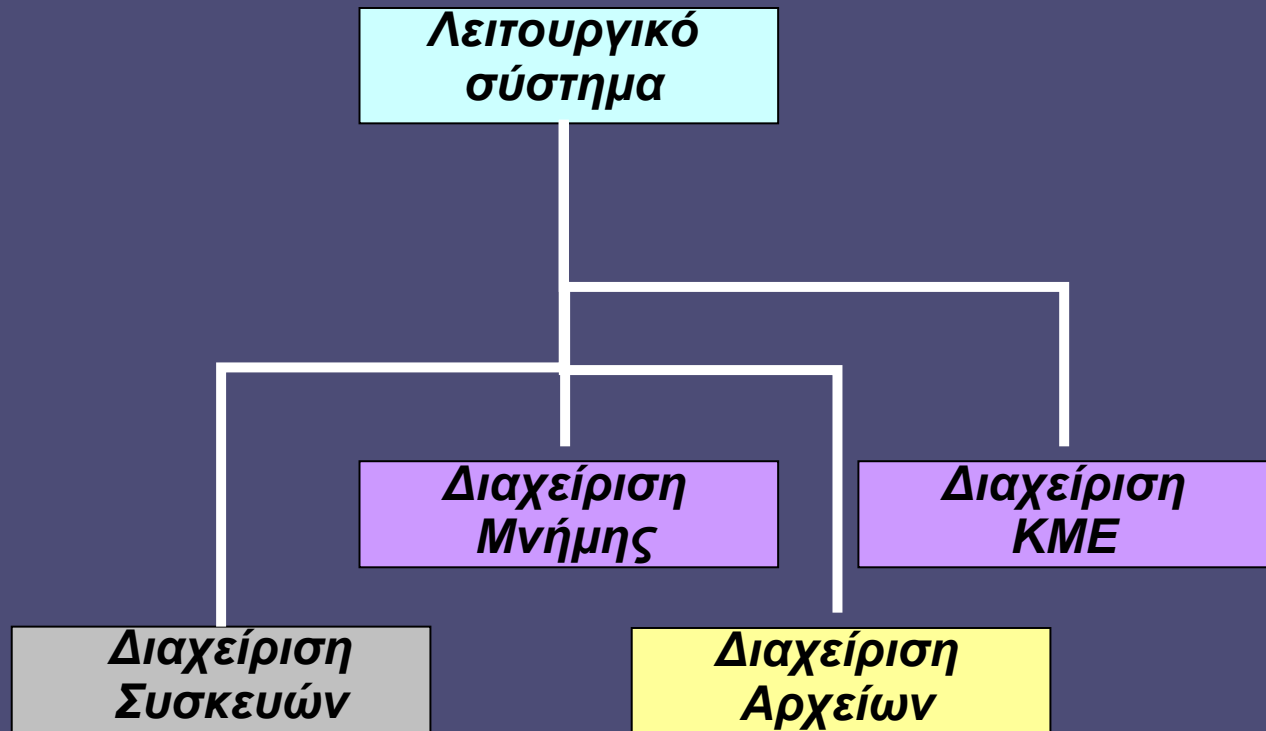


Μια άλλη απεικόνιση



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

Διαχείριση πόρων

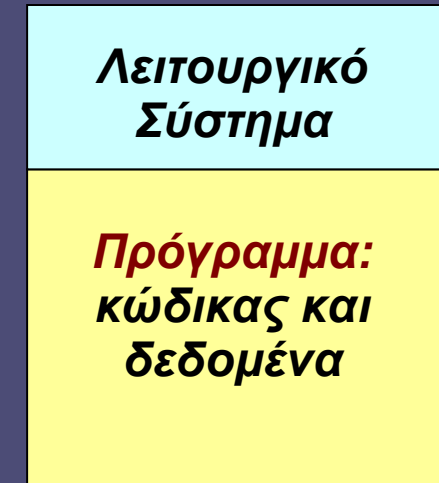


Η εξέλιξη των Λειτουργικών Συστημάτων

- 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
 - Το 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 (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



μνήμη

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

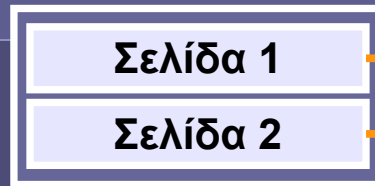
- Πώς θα εξασφαλιστεί η διαθεσιμότητα της μνήμης για τα προγράμματα που εκτελούνται «ταυτόχρονα»
- Που βρίσκεται ένα πρόγραμμα (εντολές και δεδομένα) στη μνήμη;
 - 1. Χωρίς δυνατότητα εναλλαγής
 - Το πρόγραμμα παραμένει συνεχώς στη μνήμη
 - 2. Με εναλλαγή (swapping)
 - Μέρος του προγράμματος μπορεί να 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
 - Το Λ.Σ. διατηρεί λίστα χρησιμοποιούμενων τμημάτων μνήμης
 - Αντιμετώπιση κενών με συμπίκνωση (compaction)
 - Αργή διαδικασία!

Με εναλλαγή: Σελιδοποίηση (1)

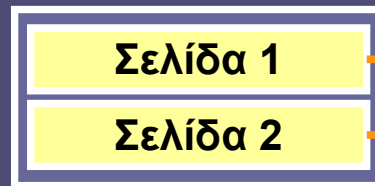
Πρόγραμμα 1



Πρόγραμμα 2



Πρόγραμμα 3



Κύρια μνήμη

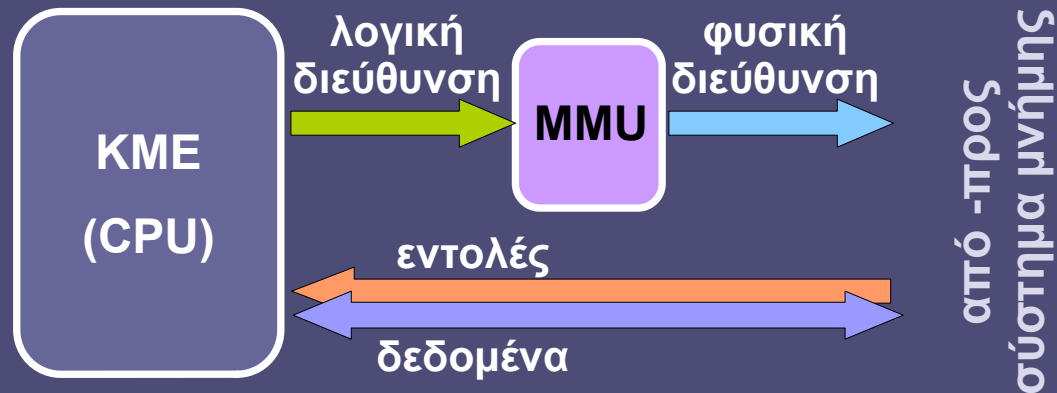


- Κάθε πρόγραμμα χωρίζεται σε σελίδες (**pages**)
- Η μνήμη χωρίζεται σε πλαίσια (**frames**)
 - Σελίδες και πλαίσια: ίδιο μέγεθος
 - Αποδοτικότερη χρήση μνήμης (λιγότερα κενά)
 - Πώς λύνεται το πρόβλημα της ανεπαρκούς μνήμης;

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

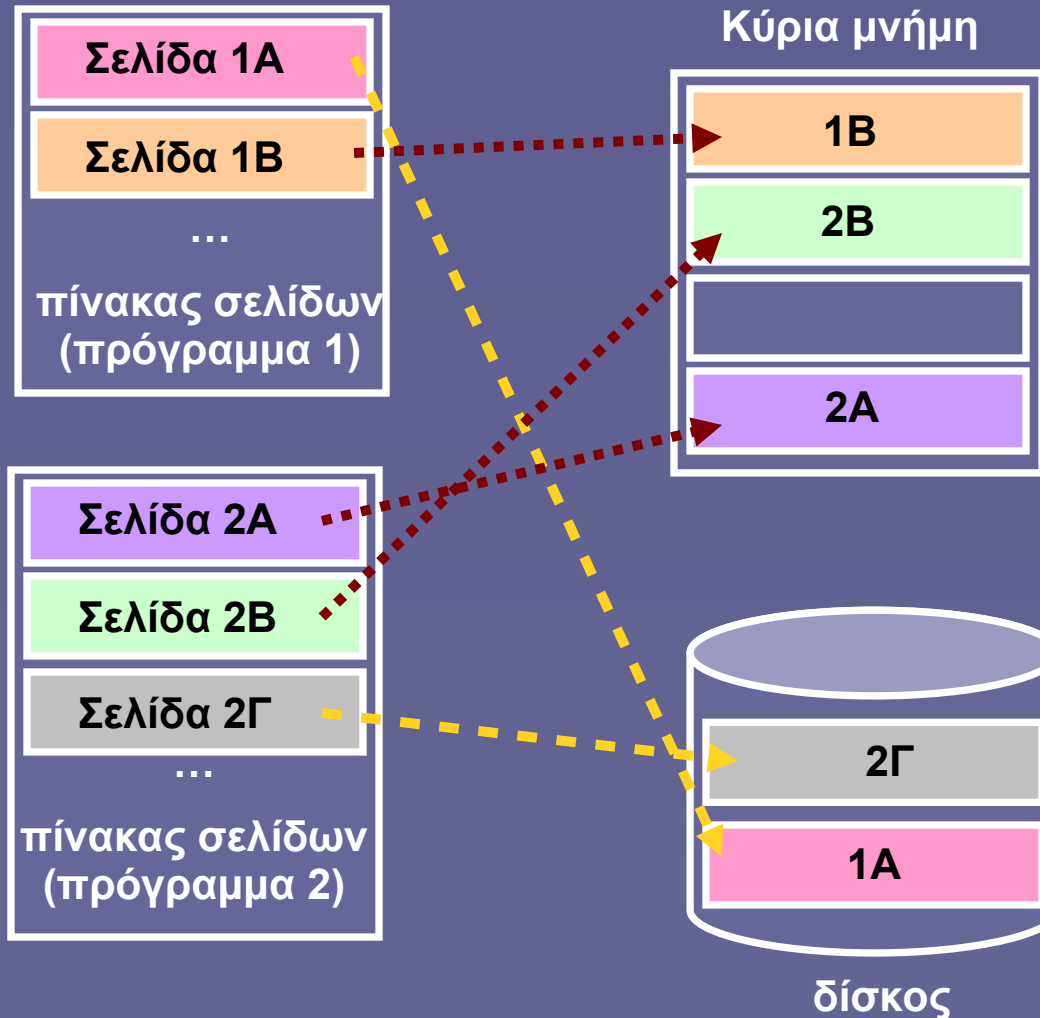


- Ένα πρόγραμμα «βλέπει» **λογικές** διευθύνσεις
 - Εικονική Μνήμη (virtual memory)
 - Μετάφραση σε **φυσικές** διευθύνσεις μνήμης
 - Από το σύστημα διαχείρισης μνήμης (**memory management unit – MMU**) που συνοδεύει την ΚΜΕ
 - Για τη μετάφραση: αναζήτηση φυσικής διεύθυνσης σε **πίνακες σελίδων** (βρίσκονται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

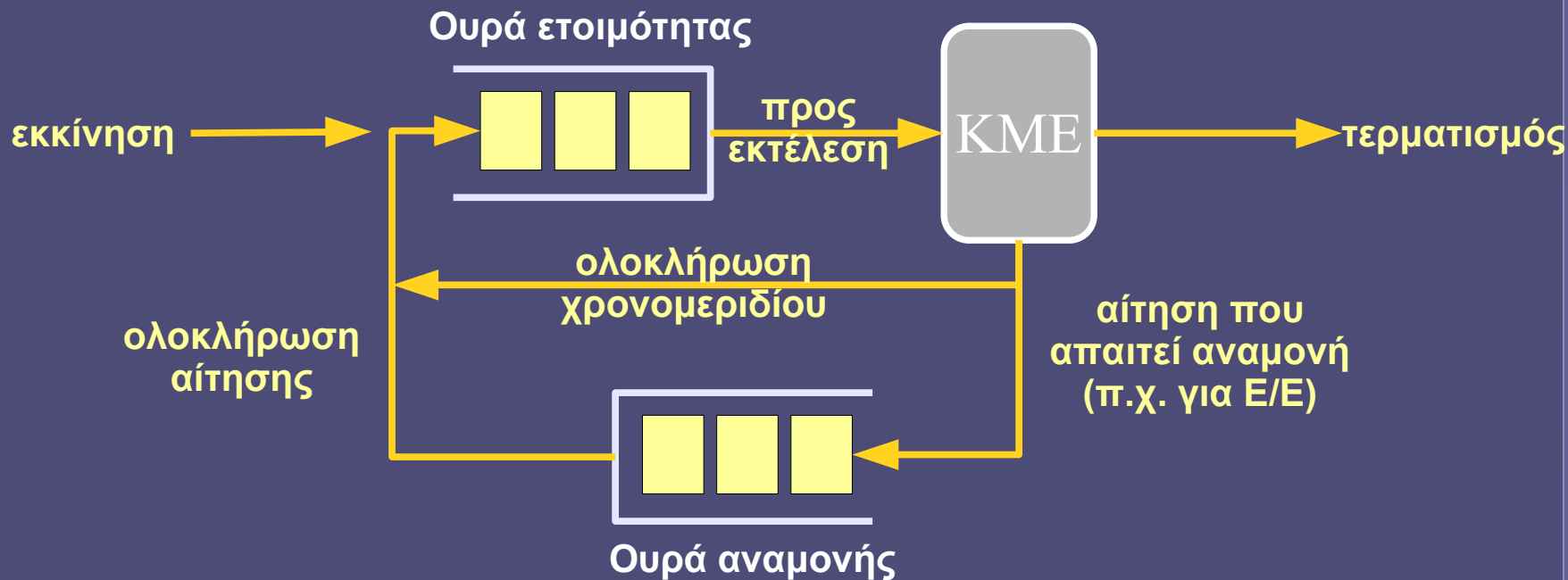
Προγράμματα, εργασίες και διεργασίες

- **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)

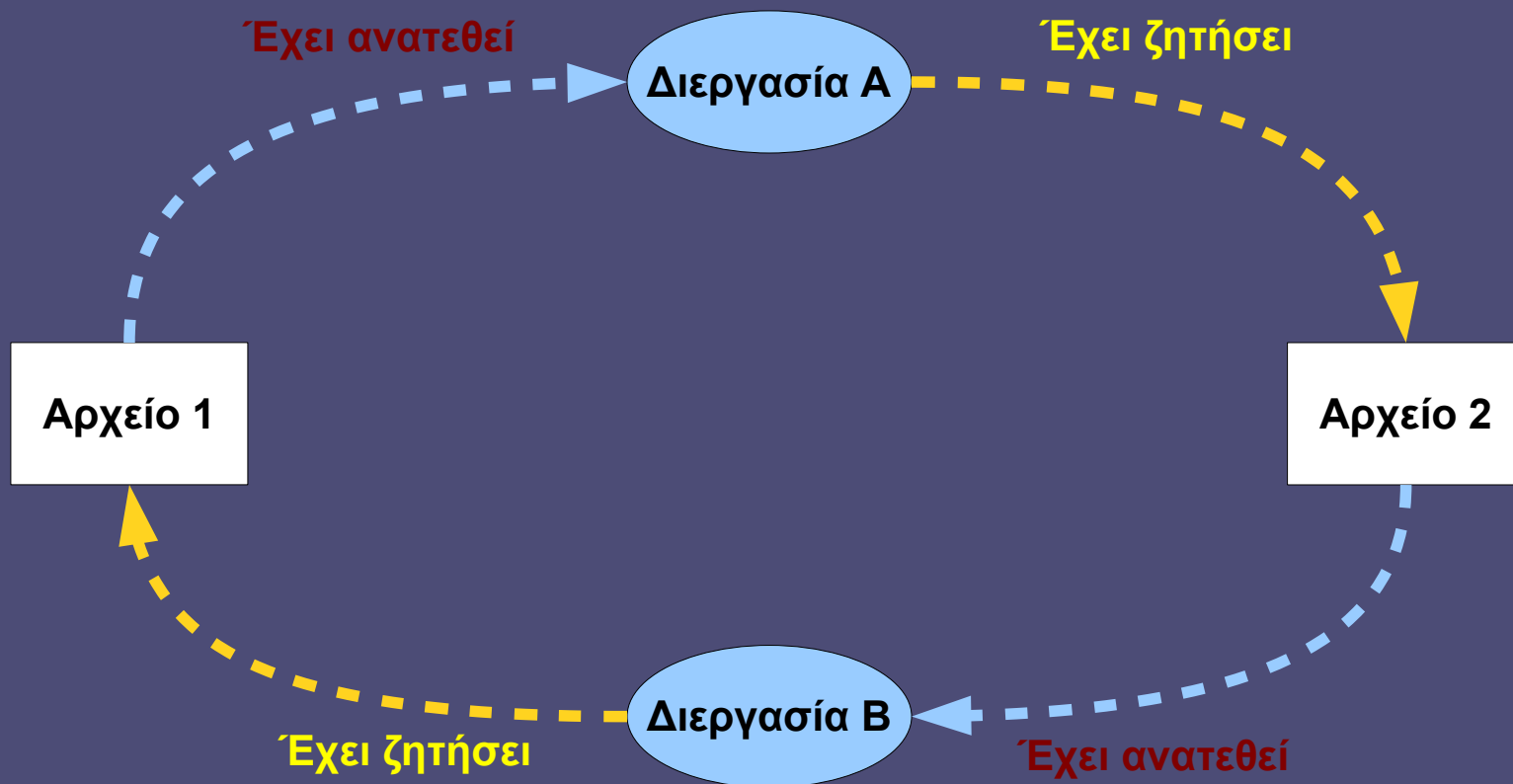
Ουρές διαχείρισης διεργασιών



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)