

Λειτουργικά  
συστήματα  
πραγματικού χρόνου

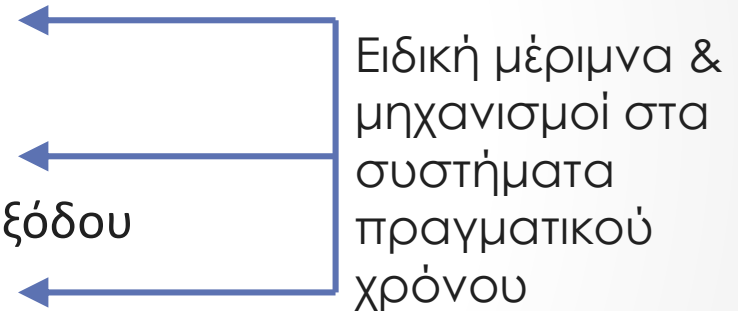
# χρόνου;

- Λειτουργικό Σύστημα Πραγματικού Χρόνου (ΛΣΠΧ) είναι ένα λειτουργικό σύστημα που προορίζεται για εφαρμογές πραγματικού χρόνου
- Παραδείγματα:
  - Κινητά τηλέφωνα (mobile phones / smartphones)
  - προσωπικοί βοηθοί (Personal Digital Assistants – PDAs)
  - Υπολογιστές τσέπης / ταμπλέτες



# Τμήματα και καθήκοντα του ΛΣΠΧ

- Πυρήνας (Kernel) ενός ΛΣΠΧ είναι το τμήμα που βρίσκεται μεταξύ του υλικού και των εφαρμογών που εκτελούνται σε κάποια συσκευή
- Το ΛΣΠΧ υποστηρίζει:
  - Τη διαχείριση των διεργασιών
  - Τη διαχείριση της κύριας μνήμης
  - Τον συγχρονισμό διεργασιών
  - Την εποπτεία των συσκευών εισόδου-εξόδου
  - Τους χρονομετρητές
- Η διαχείριση των διεργασιών θεωρείται το σημαντικότερο καθήκον του ΛΣΠΧ



# Γενικοί μηχανισμοί στα ΛΣΠΧ

- Διαχείριση διεργασιών
  - Είτε βάσει προτεραιοτήτων
  - Είτε με διαμοιρασμό χρόνου
- Διαδιεργασιακή επικοινωνία και συγχρονισμός των διεργασιών
  - Σημαφόροι, ουρές μηνυμάτων
- Διαχείριση μνήμης
  - Προβληματική η χρήση ιδεατής/εικονικής μνήμης, ενδεχομένως και η δυναμική κατανομή για αποφυγή κατάτμησης της μνήμης
- Χρονομετρητές
  - Ορισμός διαστήματος αποστολής σήματος διακοπής



# Ποιότητα ΛΣΠΧ

- Η ποιότητα ενός ΛΣΠΧ προσδιορίζεται από τα ακόλουθα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά:
  - τον χρόνο μεταξύ δημιουργίας μίας αίτησης διακοπής από μία συσκευή και την εξυπηρέτηση της
  - τον χρόνο εναλλαγής μεταξύ δύο διεργασιών που εξυπηρετούνται
  - τη δυνατότητα να εκτελεστούν οι διεργασίες και να τηρηθούν οι προθεσμίες τους
  - την ευκολία συνεργασίας των διεργασιών με το εξωτερικό υλικό
  - τις δυνατότητες ανάκαμψης από σφάλματα
  - το μικρό μέγεθος
  - τη μικρή επιβάρυνση (overhead)
  - τον αριθμό και τον τύπο των συσκευών που δύναται να εξυπηρετηθούν
  - τη διαθέσιμη τεκμηρίωση παραμετροποίησης, λειτουργίας, ανάπτυξης εφαρμογών



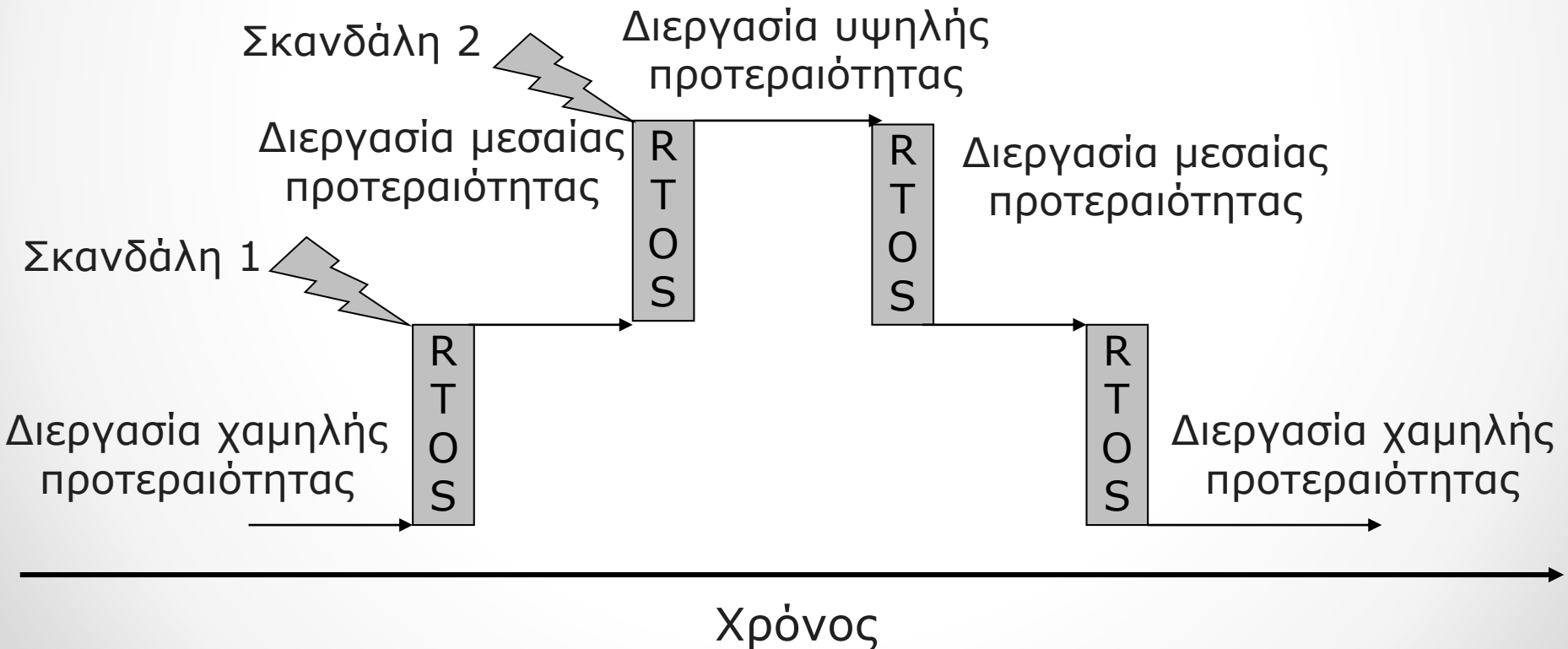
# Βασικές προϋποθέσεις ΛΣΠΧ (1)

- Υποστήριξη πολυνηματισμού και δυνατότητας προεκτόπισης
- Χειρισμός πολλαπλών επιπέδων προτεραιοτήτων σε σήματα διακοπής
  - Αντίστοιχο με την προεκτόπιση διεργασιών
- Προτεραιότητα νημάτων
  - Η προτεραιότητα είναι ο τρόπος με τον οποίο το σύστημα προσπαθεί να ικανοποιήσει τις προθεσμίες: προθεσμία → προτεραιότητα → κατάληψη ΚΜΕ



# Βασικές προϋποθέσεις ΛΣΠΧ (2)

- Κατάληψη ΚΜΕ καθοδηγούμενη από προτεραιότητες



# Βασικές προϋποθέσεις ΛΣΠΧ (3)

- Μηχανισμοί συγχρονισμού που να παρέχουν τη δυνατότητα πρόβλεψης της χρονικής προθεσμίας εντός της οποίας θα ολοκληρωθούν οι σχετικές ενέργειες
- Μηχανισμοί κλειδώματος-άρσης κλειδώματος πόρων





# Βασικές προϋποθέσεις ΛΣΠΧ (4)

- Μηχανισμός κληρονομιάς προτεραιότητας (1)
  - Στον χρονοπρογραμματισμό προτεραιοτήτων, είναι σημαντικό να υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός επιπέδων προτεραιότητας ώστε:
    - να μπορούν να αντανakλώνται όλες οι διαβαθμίσεις προτεραιοτήτων
    - οι εφαρμογές με τις αυστηρές απαιτήσεις προτεραιότητας να μπορούν να υλοποιηθούν μέσα στις προθεσμίες τους.
  - Εμφανίζεται όμως το φαινόμενο της *αντιστροφής προτεραιότητας* (priority inversion) όταν μία διεργασία υψηλής προτεραιότητας παρεμποδίζεται με έμμεσο τρόπο να καταλάβει την Κ.Μ.Ε. από μία διεργασία χαμηλότερης προτεραιότητας.



# Βασικές προϋποθέσεις ΛΣΠΧ (5)

- Μηχανισμός κληρονομιάς προτεραιότητας (2)
  - Ας θεωρήσουμε το εξής παράδειγμα:
    - έστω ότι στο σύστημα υπάρχει η διεργασία χαμηλής προτεραιότητας  $P_L$ , η οποία έχει στην κατοχή της τον πόρο R.
    - Μία διεργασία υψηλής προτεραιότητας  $P_H$  αιτείται τον πόρο R και εξαναγκάζεται έτσι σε αναστολή, μέχρις ότου η  $P_L$  να απελευθερώσει τον πόρο R.
    - Στο σύστημα υπάρχει μία διεργασία μέσης προτεραιότητας  $P_M$  έτοιμη να εκτελεστεί, οπότε ο χρονοπρογραμματιστής θα επιλέξει αυτή προς εκτέλεση
    - Συνεπώς η  $P_L$  δεν μπορεί να συνεχίσει μέχρι το σημείο που απελευθερώνει τον πόρο R, κάτι που θα επέτρεπε να αρθεί η αναστολή της  $P_H$  και έτσι να συνεχιστεί η εκτέλεσή της.
    - Συνοπτικά, η  $P_M$  εμποδίζει την εκτέλεση της  $P_H$ .



# Βασικές προϋποθέσεις ΛΣΠΧ (6)

- Μηχανισμός κληρονομιάς προτεραιότητας (3)
  - Για την αντιμετώπιση του προβλήματος εισάγεται ο μηχανισμός *κληρονομιάς προτεραιότητας*
    - Το Λ.Σ. δίνει στη διεργασία με τη χαμηλή προτεραιότητα, ίδια προτεραιότητα με τη διεργασία της πιο υψηλής προτεραιότητας που εμποδίζεται.
    - Στο ανωτέρω παράδειγμα, ο μηχανισμός κληρονομιάς προτεραιότητας θα αύξανε προσωρινά την προτεραιότητα της  $P_L$  θέτοντάς τη ίση με την προτεραιότητα της  $P_H$ 
      - Έτσι ο χρονοπρογραμματιστής θα επέλεγε την  $P_L$  αντί της  $P_M$
      - Η αύξηση της προτεραιότητας της  $P_L$  θα διαρκούσε μόνο τόσο όσο η  $P_L$  κατέχει τον πόρο που χρειάζεται η  $P_H$



# Είδη καθυστερήσεων σε ένα σύστημα πραγματικού χρόνου (1/2)

- Καθυστέρηση μεταγωγής διεργασιών
  - Η καθυστέρηση μεταγωγής διεργασιών είναι ο χρόνος που απαιτείται για να αποθηκευθεί το περιβάλλον (καταχωρητές, κατάσταση κ.τ.λ.) μιας διεργασίας που εκτελείται τώρα και να μεταπηδήσει το σύστημα σε μια άλλη διεργασία. Είναι σημαντικό η καθυστέρηση αυτή να είναι σύντομη.
- Καθυστέρηση εξυπηρέτησης διακοπής
  - Είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της έλευσης ενός σήματος διακοπής και της εκτέλεσης της πρώτης εντολής του χειριστή διακοπών, ή απλά ο χρόνος από τη δημιουργία του σήματος διακοπής ως την εκτέλεση της άλλης εργασίας (θεωρώντας ότι ο χειριστής διακοπών είναι μία αυτόνομη εργασία). Αυτό είναι ένα μέτρο για την αντίδραση του συστήματος σε ένα εξωτερικό γεγονός.

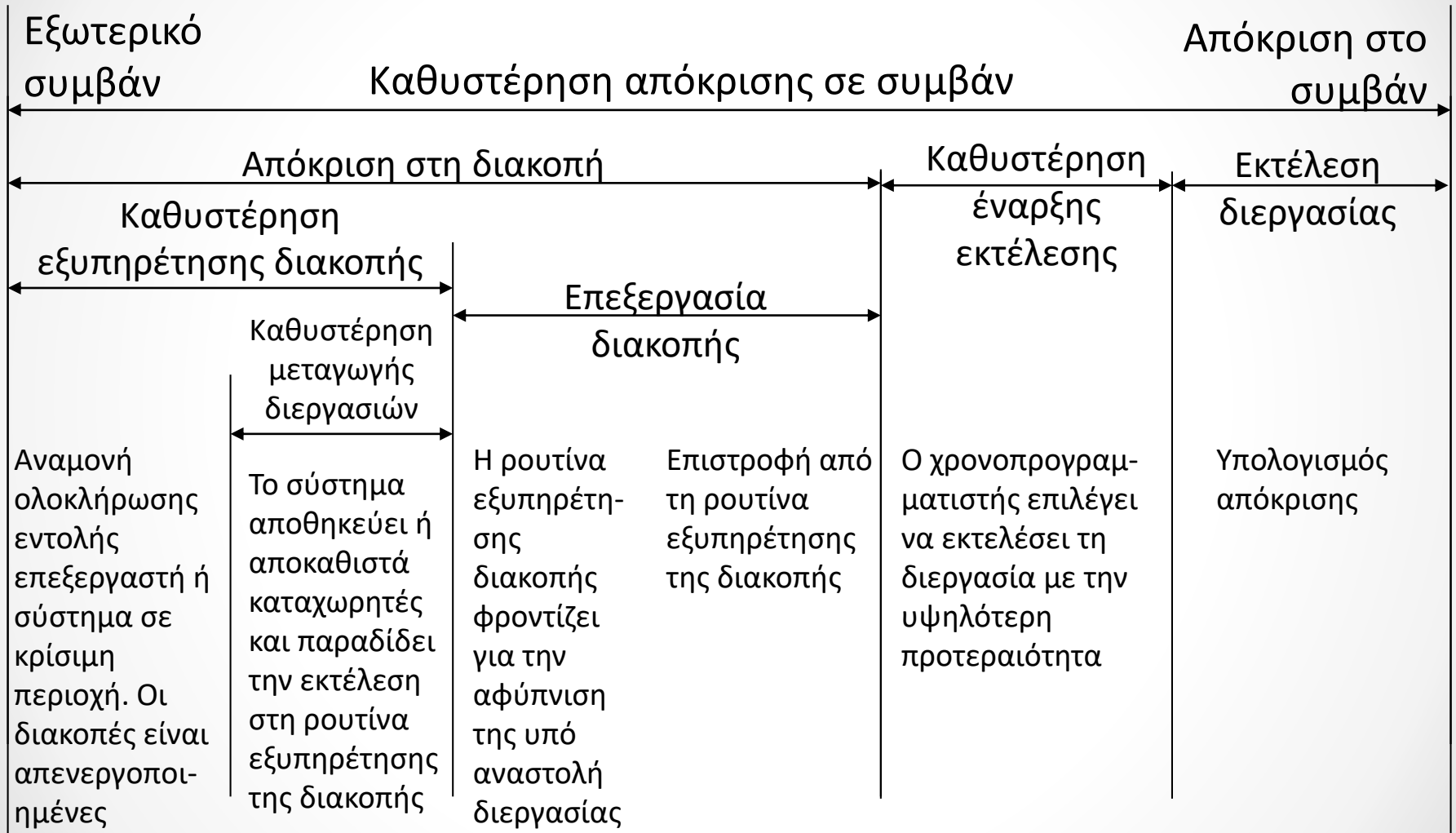


# Είδη καθυστερήσεων σε ένα σύστημα πραγματικού χρόνου (2/2)

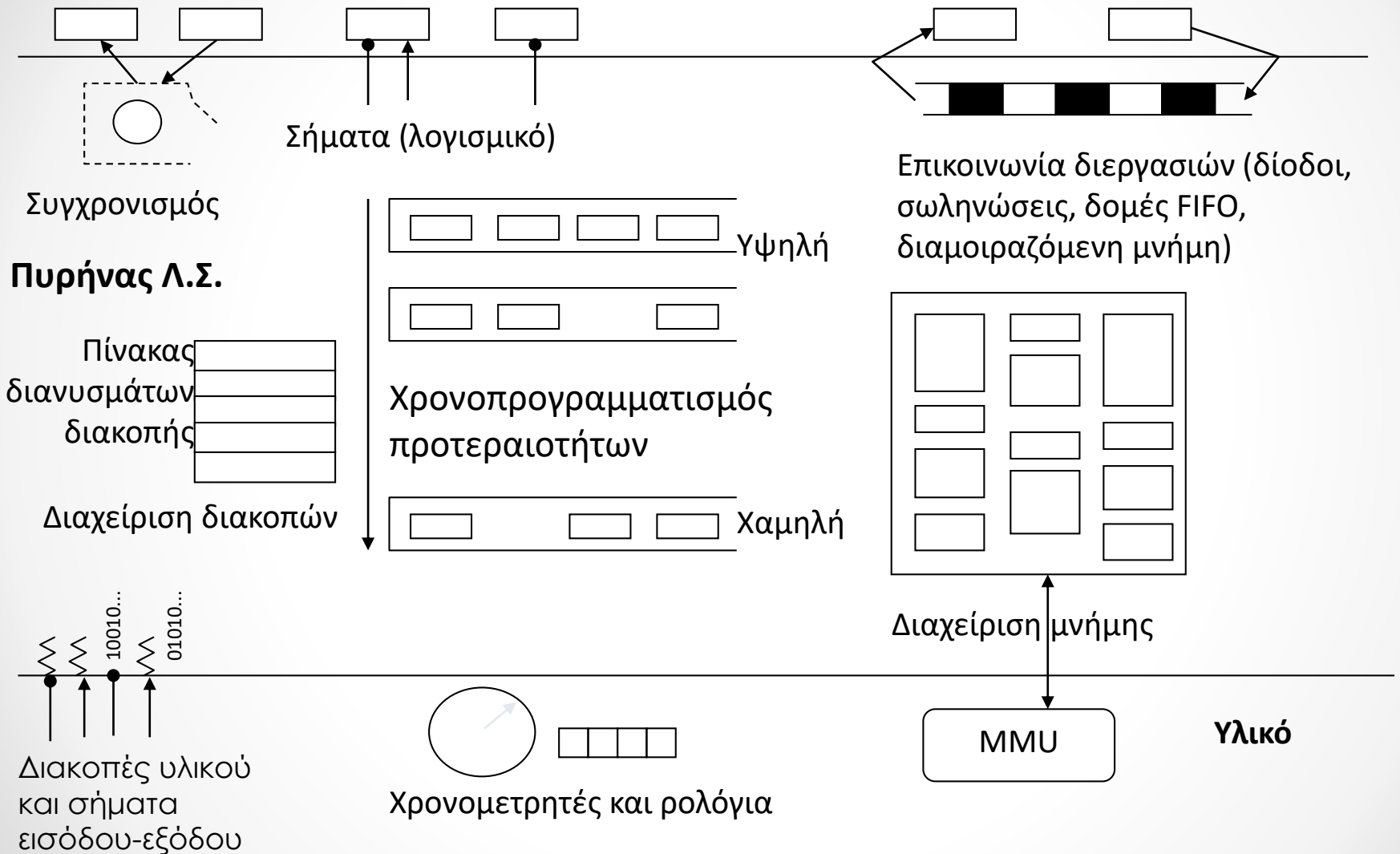
- Καθυστέρηση έναρξης εκτέλεσης
  - Είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από την εκτέλεση της τελευταίας εντολής στον χειριστή διακοπών έως την εκτέλεση της πρώτης εντολής της επόμενης διεργασίας που χρονοδρομολογείται. Αυτό το μέγεθος αντικατοπτρίζει τον χρόνο που απαιτείται για να μεταβεί το σύστημα από το επίπεδο εξυπηρέτησης διακοπής στο επίπεδο εκτέλεσης διεργασιών των χρηστών.
- Καθυστέρηση απόκρισης σε συμβάν
  - Είναι ο χρόνος που μεσολαβεί από τη δημιουργία ενός εξωτερικού συμβάντος μέχρι την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του σχετικού κώδικα που χειρίζεται το συμβάν και παράγει την απόκριση σε αυτό.



# Καθυστερήσεις - σχηματικά



# Δομή και συστατικά ΛΣΠΧ



# Πρότυπα ΛΣΠΧ (1)

- Το βασικό πρότυπο για ΛΣ είναι το POSIX, το οποίο περιλαμβάνει ειδικά υπό-πρότυπα για ΛΣΠΧ
  - 1003.1a: Βασικοί ορισμοί. Προσδιορίζει βασικές διεπαφές λειτουργικών συστημάτων, υποστηρίζει απλές διεργασίες και πολλαπλές διεργασίες, σήματα, ομάδες χρηστών, συστήματα αρχείων, συσκευές εισόδου-εξόδου.
  - 1003.1b: Επεκτάσεις πραγματικού χρόνου. Παρέχει επεκτάσεις πραγματικού χρόνου, δηλαδή παρέχει συναρτήσεις που χρειάζονται για λειτουργικά συστήματα πραγματικού χρόνου, συμπεριλαμβάνοντας σήματα πραγματικού χρόνου, ασύγχρονες λειτουργίες εισόδου-εξόδου, προτεραιότητες εισόδου-εξόδου, κλείδωμα μνήμης, προστασία μνήμης, διανομή μηνυμάτων, σημαφόρους και κοινή/διαμοιραζόμενη μνήμη.





# Πρότυπα ΛΣΠΧ (2)

- Πρότυπο POSIX και επεκτάσεις του
  - 1003.1c: Συναρτήσεις νημάτων για υποστήριξη πολλαπλών νημάτων μέσα σε μία διεργασία. Περιλαμβάνει υποστήριξη για έλεγχο νημάτων, συμπεριφορά νημάτων, μεταβλητές αμοιβαίου αποκλεισμού, κληρονομιά προτεραιότητας αυτών μέσω των μεταβλητών αμοιβαίου αποκλεισμού, καθώς και μεταβλητές συνθήκης.
  - 1003.1d: Πρόσθετες επεκτάσεις πραγματικού χρόνου. Παρέχει υποστήριξη εκτός των άλλων για αποτελεσματική δημιουργία διεργασιών, χρονοπρογραμματισμό σποραδικών διεργασιών από τον εξυπηρέτη (Sporadic Server Scheduling), παρακολούθηση χρόνων εκτέλεσης για διεργασίες και νήματα, έλεγχο διακοπών και έλεγχο συσκευών.



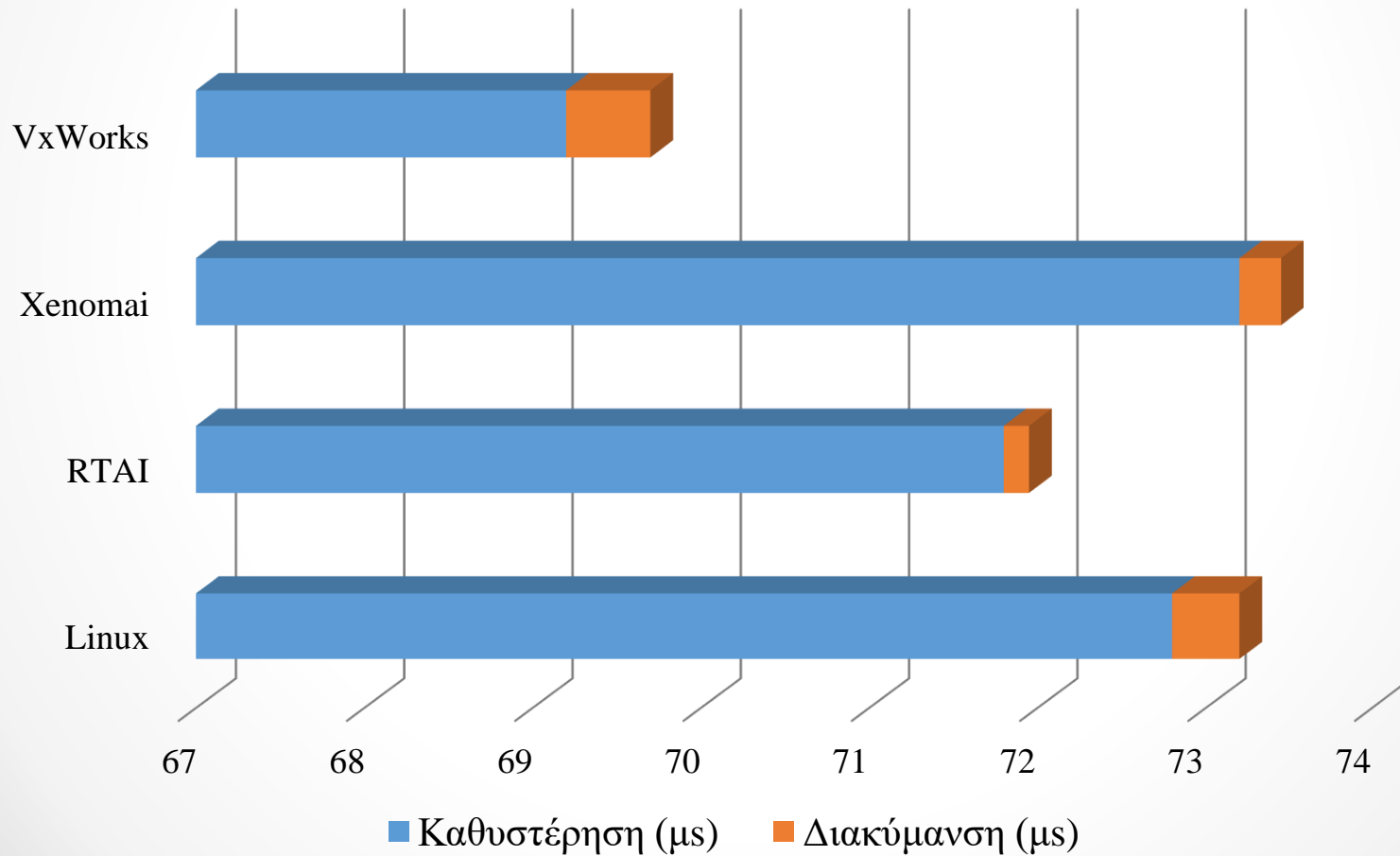
# Πρότυπα ΛΣΠΧ (3)

- Πρότυπο POSIX και επεκτάσεις του
  - 1003.1j: Προχωρημένες επεκτάσεις πραγματικού χρόνου. Παρέχει ακόμα περισσότερες συναρτήσεις, συμπεριλαμβάνοντας υποστήριξη για συγχρονισμό και κλείδωμα για ανάγνωση-εγγραφή.
  - 1003.1h: Περιλαμβάνει προβλέψεις για τήρηση ημερολογίου και ενημερώσεις για σφάλματα και συμβάντα, ρύθμιση της δημιουργίας αρχείου αποτύπωσης μνήμης (core dump), τερματισμό λειτουργίας και επανεκκίνηση του υπολογιστικού συστήματος καθώς και διαχείριση της διαμόρφωσης του συστήματος



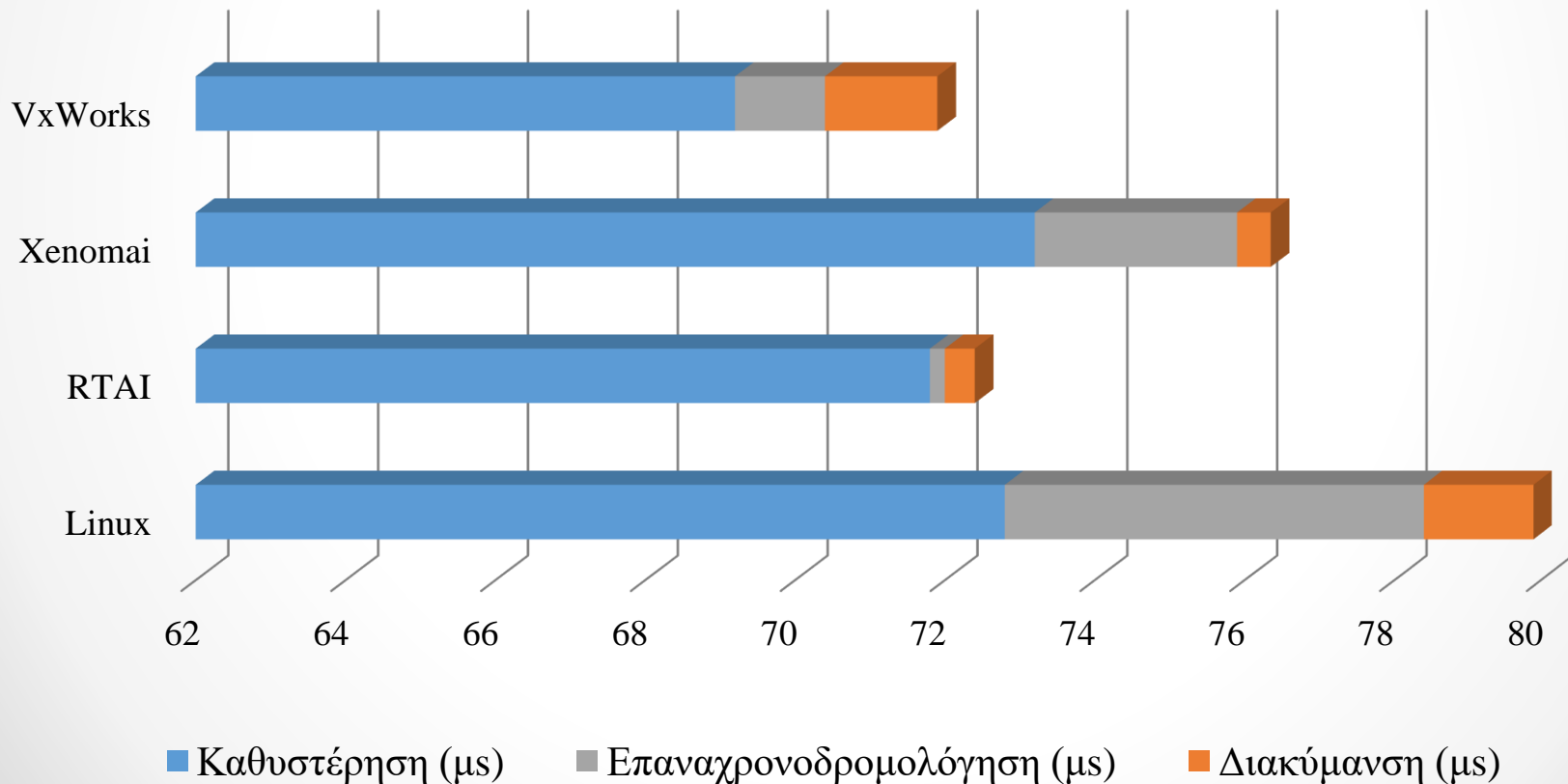
# Σύγκριση επιδόσεων ΛΣΠΧ (1)

- Καθυστέρηση εξυπηρέτησης διακοπής



# Σύγκριση επιδόσεων ΛΣΠΧ (2)

- Καθυστέρηση εξυπηρέτησης διακοπής (συμπεριλαμβάνοντας την επαναχρονοδρομολόγηση)



# Σύγκριση επιδόσεων ΛΣΠΧ (3)

- Καθυστέρηση δικτυακής επικοινωνίας

