



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΙ (Θ)

Ενότητα 4: ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΙΙ

- Νικολαΐδης Αθανάσιος
- Διδάκτορας Ανάπτυξης Τεχνικών Προστασίας Πληροφορίας Εικόνας
- ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ

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 παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- 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.



Ενότητα 4

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Ι

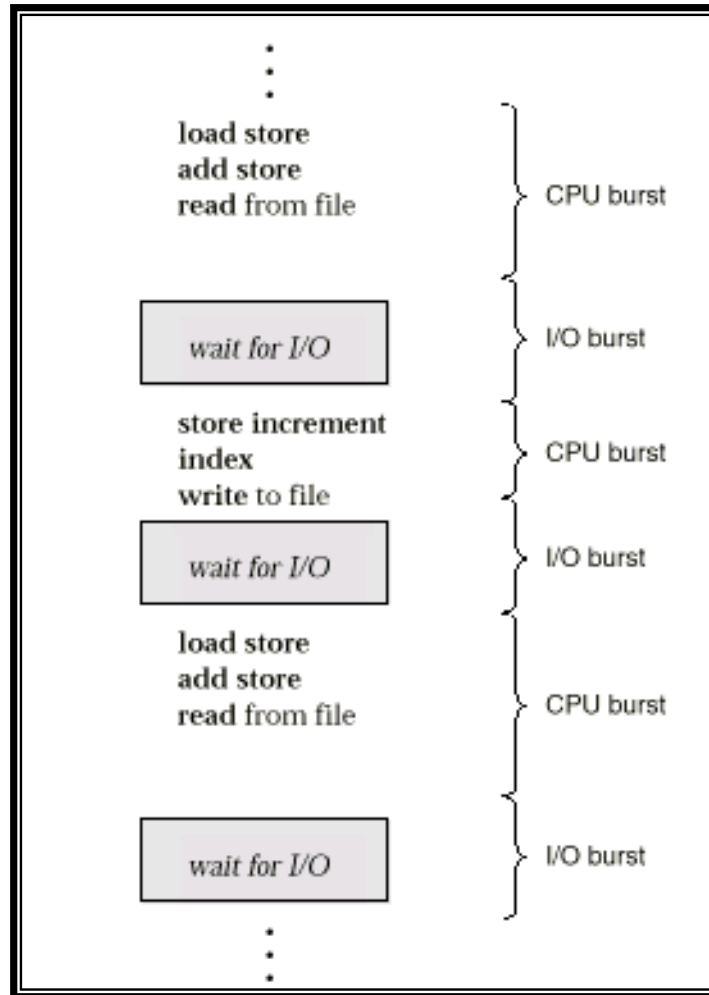
Νικολαΐδης Αθανάσιος
Διδάκτορας Ανάπτυξης Τεχνικών
Προστασίας Πληροφορίας Εικόνας

Περιεχόμενα ενότητας

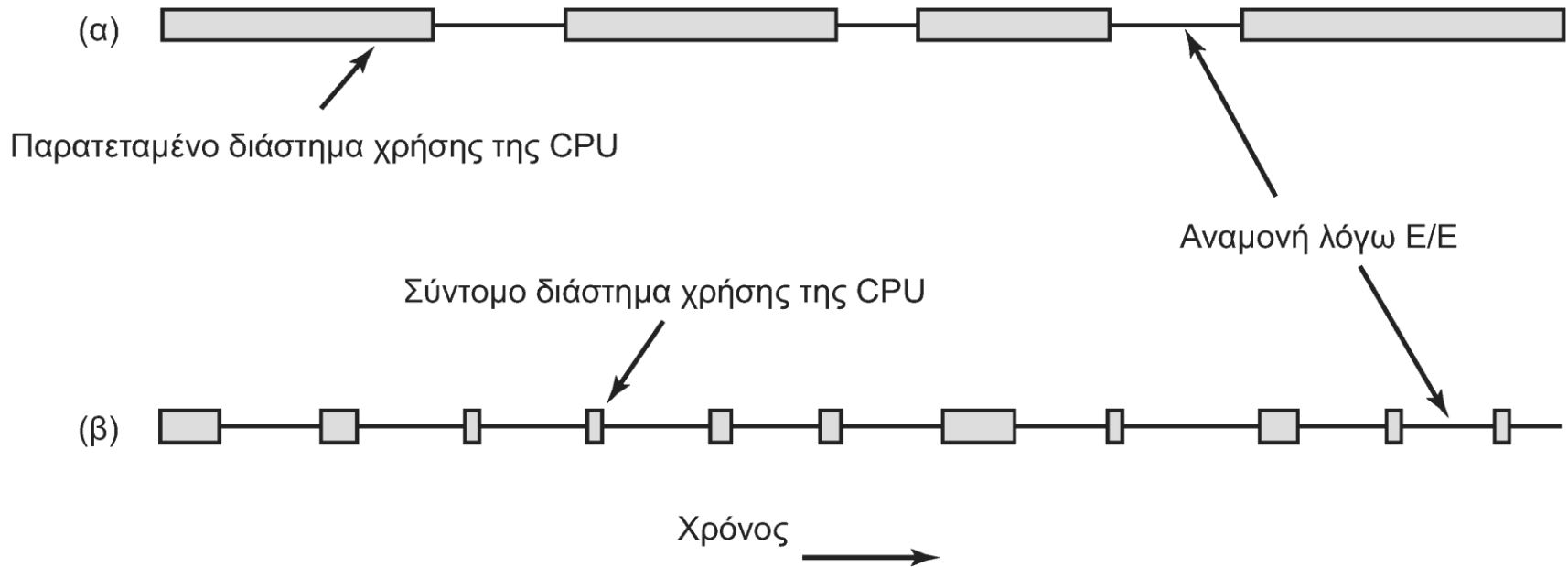
1. Ευρυζωνική Πρόσβαση ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΚΕΣ
2. Ασύρματη Ευρυζωνική Πρόσβαση
3. Ευρυζωνικά Ασύρματα Δίκτυα
4. Ανάπτυξη της Ευρυζωνικότητας
5. Τεχνικές Προκλήσεις Ευρυζωνική Πρόσβαση
6. Τεχνικές Προκλήσεις- Ασύρματο ραδιοκυματικό κανάλι
7. Τεχνικές Προκλήσεις- Παρεμπόδιση λόγω μεγάλων εμποδίων
– Διακύμανση περιβάλλουσας
8. Τεχνικές Προκλήσεις- Διασυμβολική Παρεμβολή
9. Τεχνικές Προκλήσεις- Διασπορά συχνότητας λόγω κίνησης
10. Τεχνικές Προκλήσεις- Παρεμβολή

Σκοποί ενότητας

Εναλλαγή εκρήξεων ΚΜΕ και Ε/Ε μιας διεργασίας

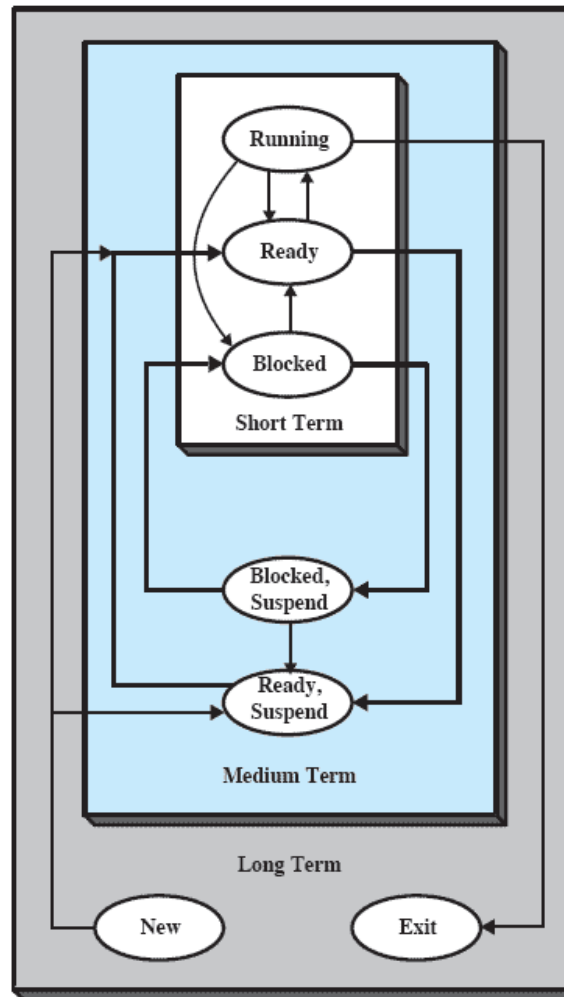


Διεργασίες φραγμένες από ΚΜΕ και φραγμένες από Ε/Ε



α) Διεργασία φραγμένη από ΚΜΕ. β) Διεργασία φραγμένη από Ε/Ε.

Επίπεδα χρονοδρομολόγησης



Μακροπρόθεσμη χρονοδρομολόγηση

- Καθορίζει ποια προγράμματα γίνονται δεκτά στο σύστημα για επεξεργασία
- Ελέγχει το βαθμό πολυπρογραμματισμού
- Επιχειρεί να διατηρήσει ένα ισορροπημένο μείγμα από διεργασίες φραγμένες από ΚΜΕ και από Ε/Ε
 - Χρήση ΚΜΕ
 - Απόδοση συστήματος

Μεσοπρόθεσμη χρονοδρομολόγηση

- Παίρνει αποφάσεις εναλλαγής βάσει του τρέχοντος βαθμού πολυπρογραμματισμού
 - Ελέγχει ποιες εργασίες παραμένουν στη μνήμη και ποιες πρέπει να εναλλαχθούν στο δίσκο για να μειωθεί ο βαθμός πολυπρογραμματισμού

Βραχυπρόθεσμη χρονοδρομολόγηση

- Επιλέγει ανάμεσα στις έτοιμες διεργασίες της μνήμης ποια πρέπει να εκτελεστεί
 - Η ΚΜΕ δίνεται στη διεργασία που επιλέγεται
- Καλείται σε συμβάντα που μπορεί να οδηγήσουν στην επιλογή μιας άλλης διεργασίας για εκτέλεση:
 - Διακοπές ρολογιού
 - Διακοπές E/E
 - Κλήσεις συστήματος και παγιδεύσεις
 - Σήματα

Διεκπεραιωτής (dispatcher)

- Δίνει τον έλεγχο της ΚΜΕ στη διεργασία που επιλέχθηκε από το βραχυπρόθεσμο δρομολογητή:
 - Μεταγωγή περιβάλλοντος
 - Μετάβαση σε τρόπο χρήστη
 - Άλμα στη σωστή θέση στο πρόγραμμα χρήστη για να επανεκκινήσει το πρόγραμμα
- Καθυστέρηση διεκπεραιωτή – χρόνος για να σταματήσει μια διεργασία και να εκκινήσει την εκτέλεση άλλης

Κριτήρια χρονοδρομολόγησης

- Χρησιμοποίηση ΚΜΕ (CPU utilization)
- Απόδοση (throughput)
- Χρόνος ολοκλήρωσης (turnaround time)
- Χρόνος αναμονής (waiting time)
- Χρόνος απόκρισης (response time)
- Προθεσμίες (deadlines)
- Δικαιοσύνη (fairness)

Τρόπος απόφασης

- Μη προεκτοπιστικοί αλγόριθμοι (non-preemptive)
 - Αν μια διεργασία βρεθεί στην κατάσταση «εκτελούμενη» θα συνεχίσει μέχρι να τερματίσει ή να μπλοκαριστεί για μια Ε/Ε.
- Προεκτοπιστικοί αλγόριθμοι (preemptive)
 - Μια διεργασία που εκτελείται μπορεί να διακοπεί και να μετακινηθεί από το Λ.Σ. στην κατάσταση «έτοιμη».
 - Επιτρέπει καλύτερη εξυπηρέτηση γιατί καμία διεργασία δε μπορεί να μονοπωλεί την ΚΜΕ για πολύ.

Αλγόριθμος χρονοδρομολόγησης με σειρά άφιξης (First Come First Served)

Διεργασία

Χρόνος έκρηξης

P_1

24

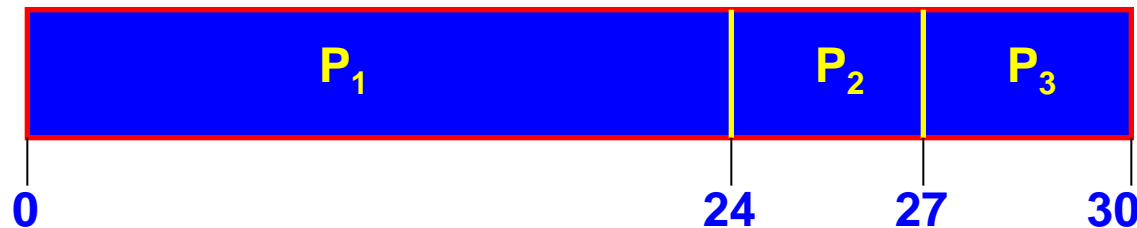
P_2

3

P_3

3

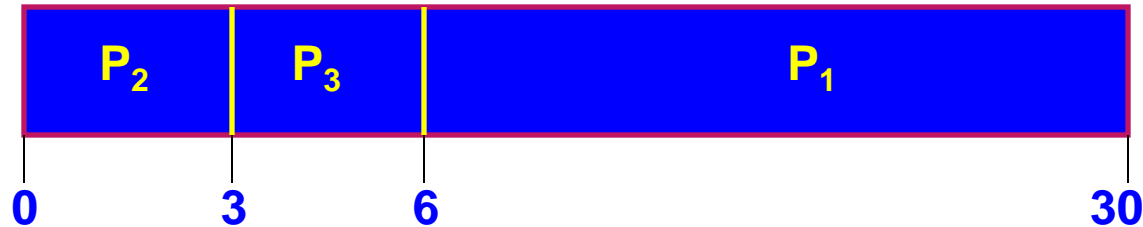
- Υποθέτουμε ότι οι διεργασίες φτάνουν με τη σειρά: P_1, P_2, P_3
Το διάγραμμα Gantt για τη δρομολόγηση είναι:



- Χρόνος αναμονής για $P_1 = 0$, για $P_2 = 24$, για $P_3 = 27$
- Μέσος χρόνος αναμονής: $(0 + 24 + 27)/3 = 17$
- Μέσος χρόνος απόκρισης: $(0+24 + 24+3 + 27+3)/3=27$

Αλγόριθμος χρονοδρομολόγησης με σειρά άφιξης (FCFS)

- Υποθέτουμε ότι οι διεργασίες φτάνουν με τη σειρά: P_2, P_3, P_1
- Το διάγραμμα Gantt για τη δρομολόγηση είναι:



- Χρόνος αναμονής για $P_1 = 6$, για $P_2 = 0$, για $P_3 = 3$
- Μέσος χρόνος αναμονής: $(6 + 0 + 3)/3 = 3$
- Μέσος χρόνος απόκρισης: $(6+24 + 0+3 +3+3)/3=13$
- Πολύ καλύτερα από πριν
- Κυμαινόμενος μέσος χρόνος αναμονής

Αλγόριθμος χρονοδρομολόγησης με σειρά άφιξης (FCFS)

- Ο FCFS είναι μη-προεκτοπιστικός
- Όχι καλός για συστήματα καταμερισμού χρόνου όπου κάθε χρήστης πρέπει να παίρνει μερίδιο της ΚΜΕ σε τακτά διαστήματα
- Φαινόμενο φάλαγγας (convooy effect): σύντομες διεργασίες περιμένουν πολύ για να ολοκληρωθεί μια μεγάλη
 - Μειώνει τη χρησιμοποίηση ΚΜΕ και Ε/Ε

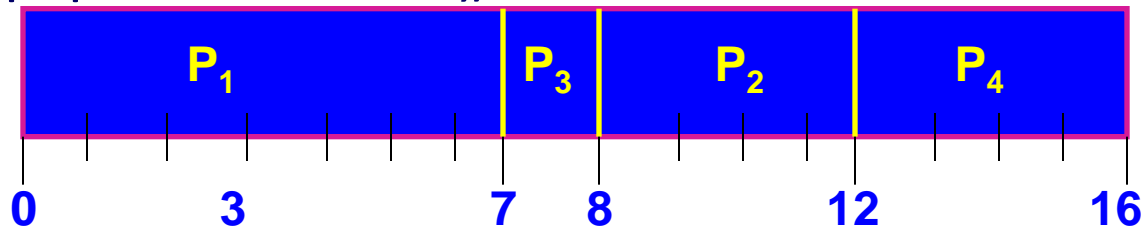
Δρομολόγηση με βάση τη διάρκεια (Shortest Job First)

- Συσχέτισε κάθε διεργασία με τη διάρκεια της επόμενης έκρηξης της ΚΜΕ. Δρομολόγησε τη διεργασία με τη μικρότερη διάρκεια (σε ισοπαλία χρησιμοποίησε FCFS).
- Δύο σχήματα:
 - Μη-προεκτοπιστικό: αν δοθεί η ΚΜΕ σε μια διεργασία, δεν προεκτοπίζεται μέχρι το τέλος της έκρηξης ΚΜΕ
 - Προεκτοπιστικό: αν φτάσει νέα διεργασία με διάρκεια έκρηξης ΚΜΕ μικρότερη από τον εναπομείναντα χρόνο της τρέχουσας διεργασίας, προεκτόπισέ την. Αυτό είναι γνωστό ως SRTF.
- Βέλτιστος ως προς το μέσο χρόνο αναμονής.

Παράδειγμα μη-προεκτοπιστικού SJF

<u>Διεργασία</u>	<u>Χρόνος άφιξης</u>	<u>Χρόνος έκρηξης</u>
P1	0.0	7
P2	2.0	4
P3	4.0	1
P4	5.0	4

● SJF (μη προεκτοπιστικός)



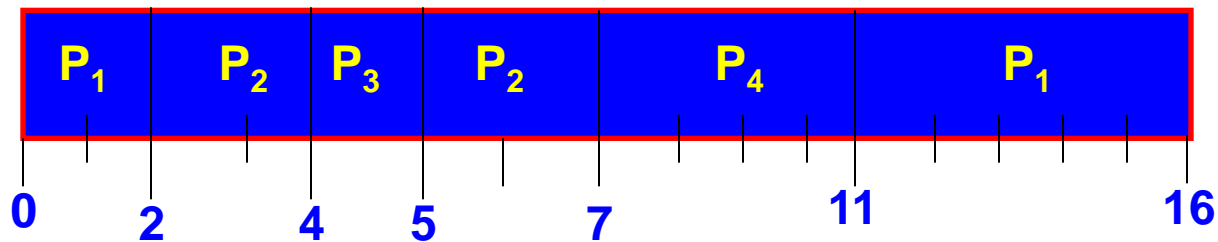
● Μέσος χρόνος αναμονής = $(0 + 6 + 3 + 7)/4 = 4$

● Μέσος χρόνος απόκρισης = $(0+7 + 6+4 + 3+1 + 7+4)/4 = 8$

Παράδειγμα προεκτοπιστικού SJF

<u>Διεργασία</u>	<u>Χρόνος άφιξης</u>	<u>Χρόνος έκρηξης</u>
P1	0.0	7
P2	2.0	4
P3	4.0	1
P4	5.0	4

- SJF (προεκτοπιστικός)

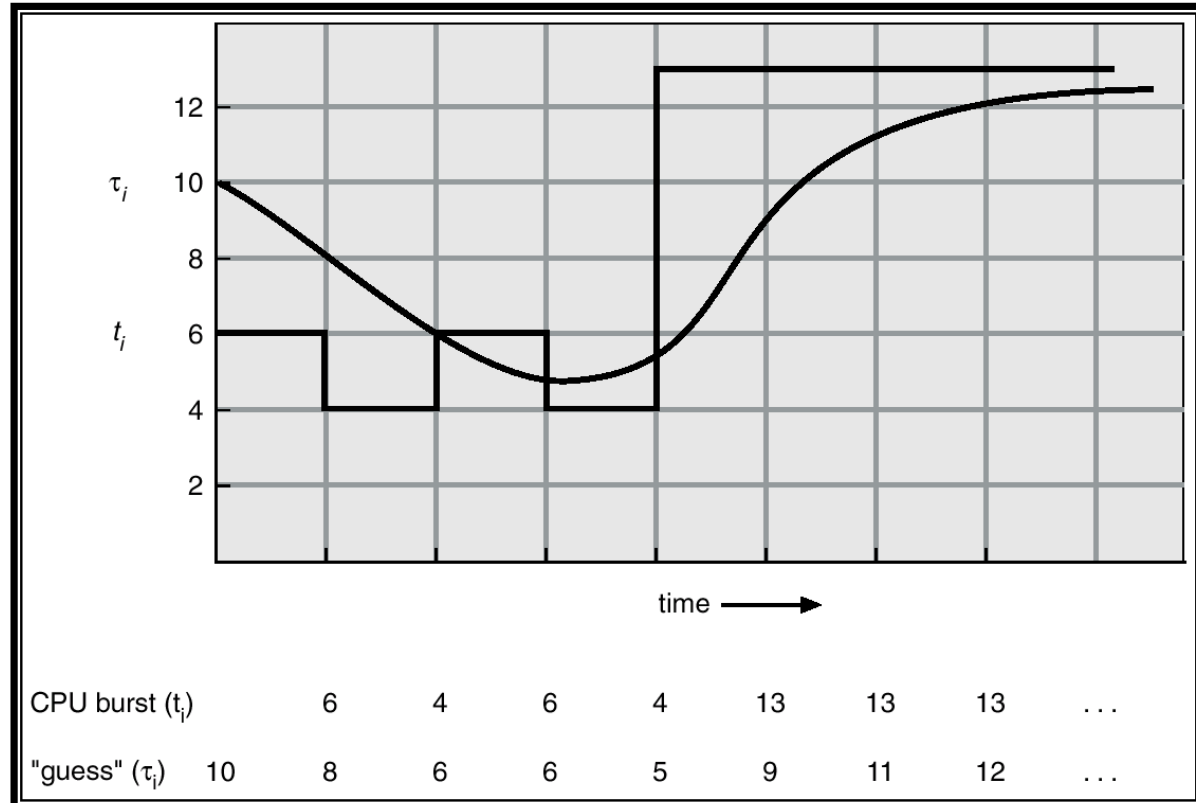


- Μέσος χρόνος αναμονής = $(9 + 1 + 0 + 2)/4 = 3$
- Μέσος χρόνος απόκρισης = $(9+7 + 1+4 + 0+1 + 2+4)/4 = 7$

Προσδιορισμός διάρκειας επόμενης έκρηξης ΚΜΕ

- Μπορεί να γίνει μόνο εκτίμηση της διάρκειας
 - Μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας τη διάρκεια προηγούμενων εκρήξεων ΚΜΕ, με χρήση εκθετικού μέσου όρου (exponential averaging).
1. t_n = πραγματική διάρκεια της n-οστής έκρηξης ΚΜΕ
 2. τ_{n+1} = προβλεπόμενη τιμή της επόμενης έκρηξης ΚΜΕ
 3. α , $0 \leq \alpha \leq 1$
 4. Όρισε: $\tau_{n+1} = \alpha t_n + (1-\alpha) \tau_n$
 5. Αν $\alpha=0$ τότε $\tau_{n+1} = \tau_n$ και το t_n αγνοείται.
 6. Αν $\alpha=1$ τότε $\tau_{n+1} = t_n$ και το τ_n αγνοείται.
 7. Συνηθέστερα, $\alpha = 1/2$ και έτσι πρόσφατο και παλιό ιστορικό ζυγίζονται εξίσου.

Πρόβλεψη της διάρκειας της επόμενης έκρηξης ΚΜΕ



$$\alpha = 1/2$$

Δρομολόγηση με βάση το λόγο απόκρισης (Highest Response Ratio First)

- Επιλέγεται ως επόμενη διεργασία για εκτέλεση αυτή με το μεγαλύτερο λόγο απόκρισης:

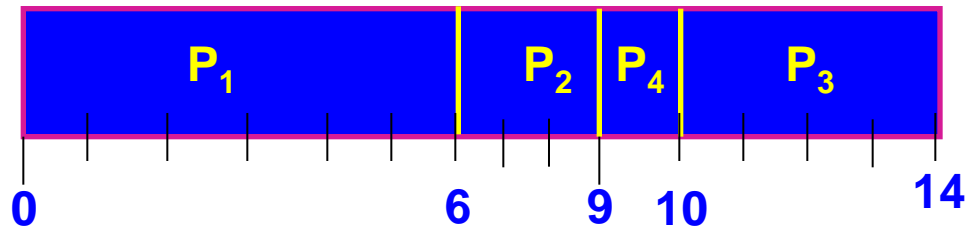
Λόγος απόκρισης = (χρόνος αναμονής + χρόνος έκρηξης)/χρόνος έκρηξης

Ή, ισοδύναμα

Λόγος απόκρισης = $1 + \frac{\text{χρόνος αναμονής}}{\text{χρόνος έκρηξης}}$

Δρομολόγηση με βάση το λόγο απόκρισης (Highest Response Ratio First)

<u>Διεργασία</u>	<u>Χρόνος άφιξης</u>	<u>Χρόνος έκρηξης</u>
P1	0.0	6
P2	2.0	3
P3	4.0	4
P4	7.0	1



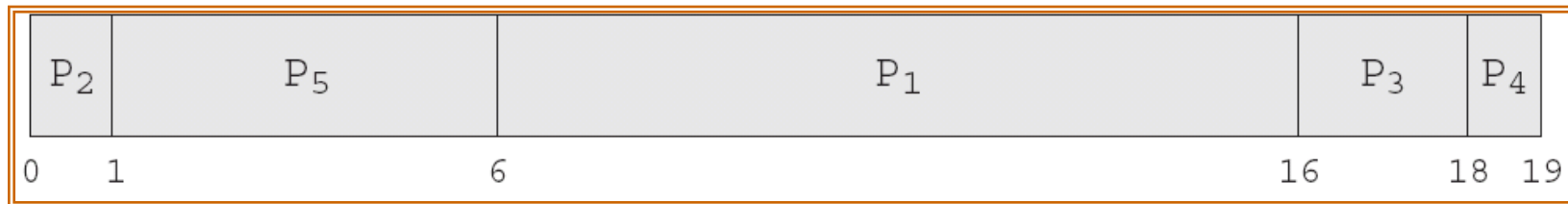
- Μέσος χρόνος αναμονής = $(0 + 4 + 6 + 2)/4 = 3$
- Μέσος χρόνος απόκρισης = $(0+6 + 4+3 + 6+4 + 2+1)/4 = 6,5$

Χρονοδρομολόγηση με προτεραιότητες

- Με κάθε διεργασία συσχετίζεται ένας αριθμός προτεραιότητας
- Η ΚΜΕ ανατίθεται στη διεργασία με την υψηλότερη προτεραιότητα (μικρότερος ακέραιος \equiv υψηλότερη προτεραιότητα).
- Ο SJF χρησιμοποιεί προτεραιότητες θεωρώντας ότι προτεραιότητα είναι η πρόβλεψη για την επόμενη έκρηξη ΚΜΕ.
- Πρόβλημα \equiv Λιμοκτονία (starvation) – διεργασίες χαμηλής προτεραιότητας μπορεί να μην εκτελεστούν ποτέ.
- Λύση \equiv Ηλικίωση (aging) – καθώς περνά ο χρόνος αύξησε την προτεραιότητα της διεργασίας.

Χρονοδρομολόγηση με προτεραιότητες

Διεργασία	Χρόνος έκρηξης	Προτεραιότητα
P ₁	10	3
P ₂	1	1
P ₃	2	4
P ₄	1	5
P ₅	5	2



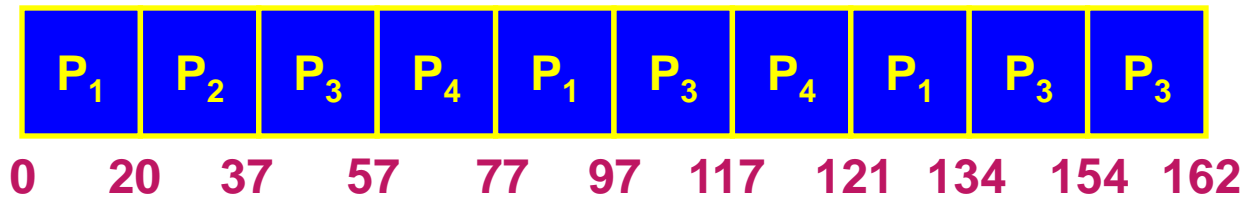
Εκ περιτροπής χρονοδρομολόγηση (Round Robin)

- Κάθε διεργασία παίρνει μια μικρή μονάδα χρόνου ΚΜΕ (κβάντο χρόνου), συνήθως 10-100 milliseconds. Μετά την παρέλευση αυτού του χρόνου, η διεργασία προεκτοπίζεται και προστίθεται στο τέλος της ουράς.
- Αν υπάρχουν n διεργασίες στην ουρά έτοιμων διεργασιών και το κβάντο χρόνου είναι q , τότε κάθε διεργασία παίρνει $1/n$ του χρόνου ΚΜΕ σε τμήματα το πολύ q χρονικών μονάδων με μιας. Καμιά διεργασία δεν περιμένει περισσότερο από $(n-1)q$ χρονικές μονάδες.
- Απόδοση
 - q μεγάλο \Rightarrow FIFO
 - q μικρό \Rightarrow το q πρέπει να είναι μεγάλο σε σχέση με τη μεταγωγή περιβάλλοντος, αλλιώς η επιβάρυνση είναι πολύ υψηλή.

Παράδειγμα RR με κβάντο χρόνου = 20

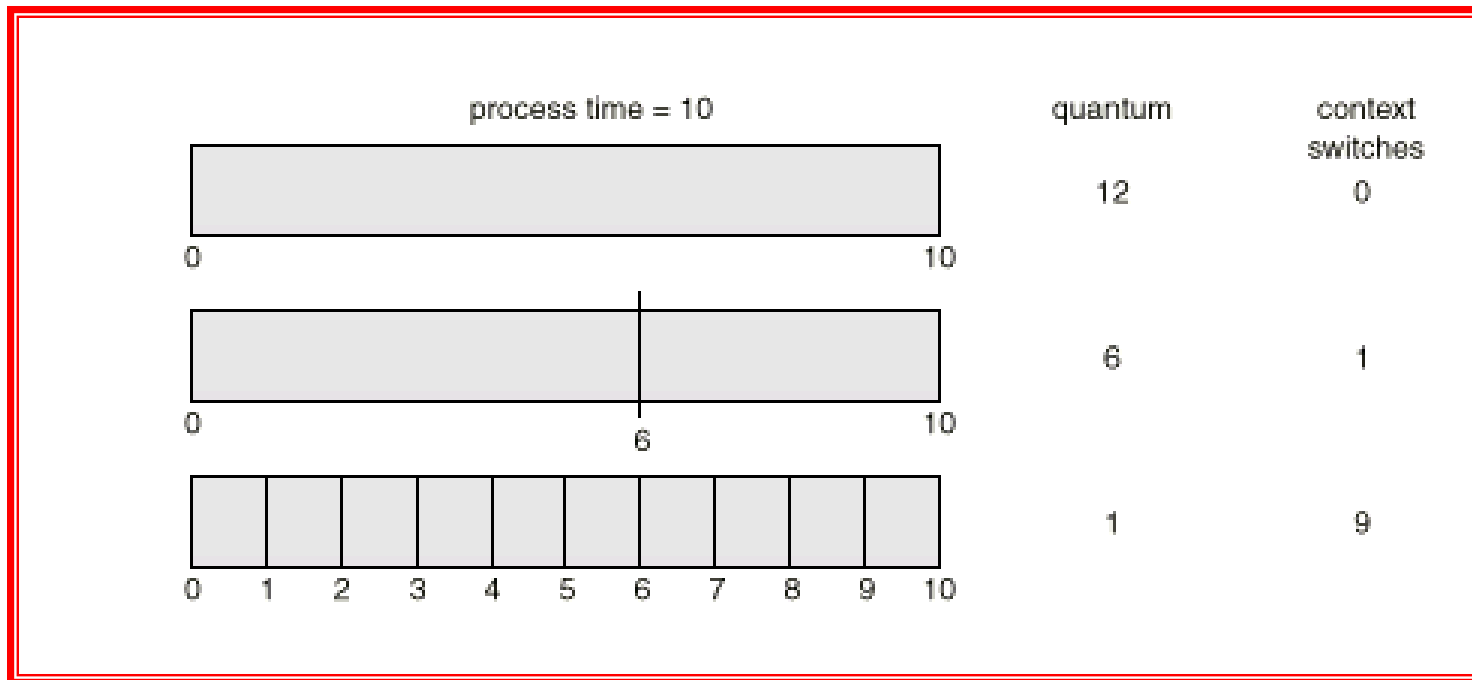
<u>Διεργασία</u>	<u>Χρόνος έκρηξης</u>
P_1	53
P_2	17
P_3	68
P_4	24

- Το διάγραμμα Gantt είναι:



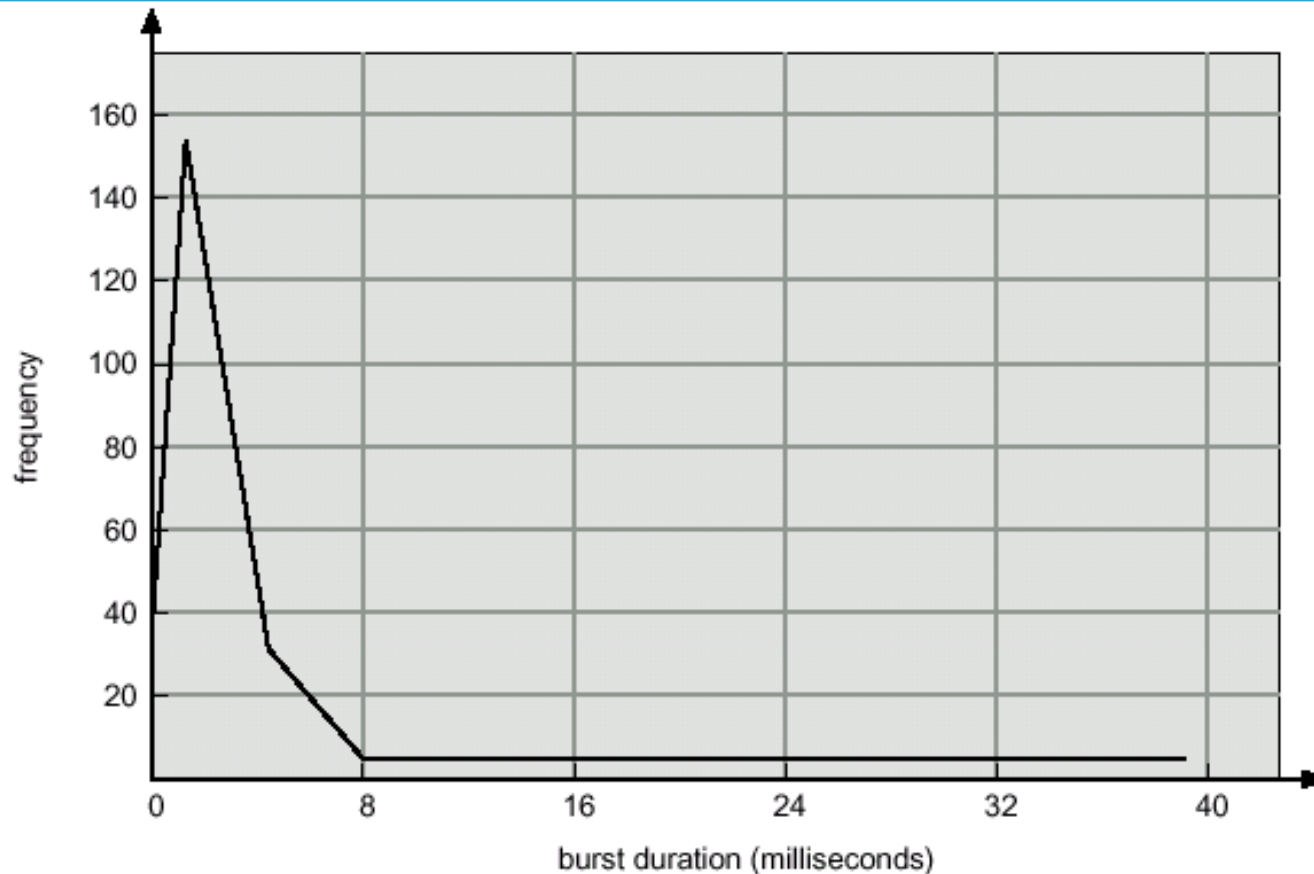
- Τυπικά, υψηλότερος μέσος χρόνος ολοκλήρωσης από τον SJF, αλλά καλύτερη απόκριση.

Κβάντο χρόνου και χρόνος μεταγωγής περιβάλλοντος



- Ένα μικρότερο κβάντο χρόνου αυξάνει τις μεταγωγές περιβάλλοντος

Κβάντο χρόνου και εκρήξεις ΚΜΕ

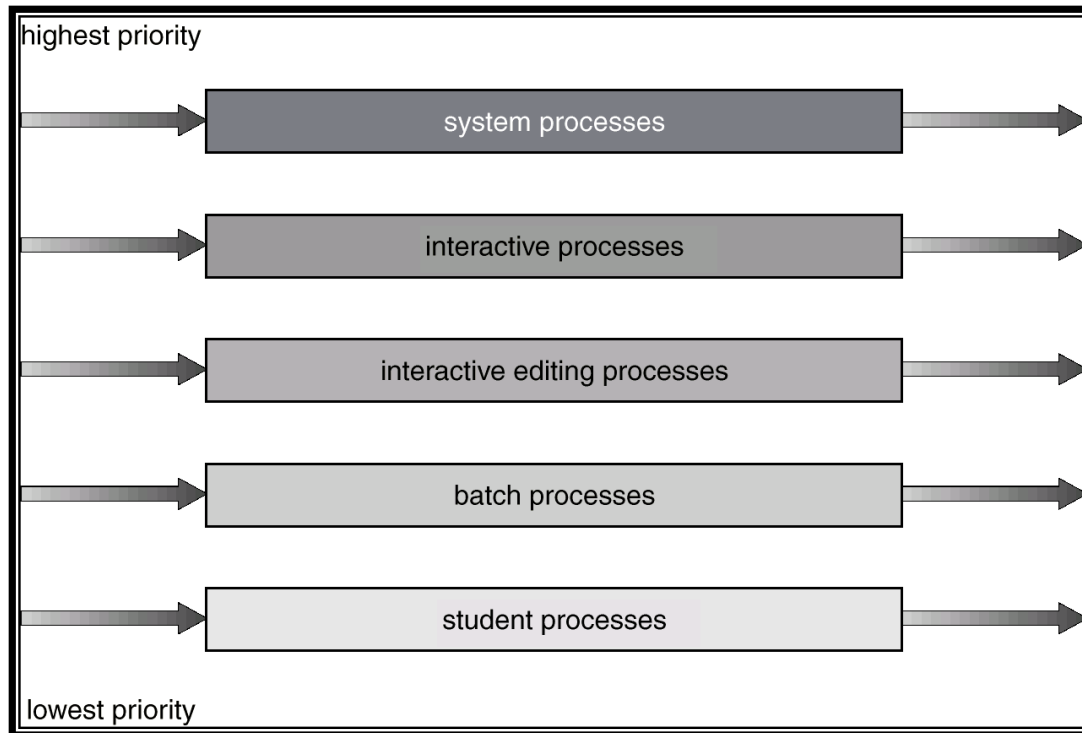


- Πρακτικός κανόνας : το 80% των εκρήξεων ΚΜΕ θα πρέπει να είναι μικρότερο από το κβάντο χρόνου.

Ουρές πολλαπλών επιπέδων

- Η ουρά έτοιμων διεργασιών διαμερίζεται σε ξεχωριστές ουρές: προσκηνίου (διαδραστικές) παρασκηνίου (μαζικής επεξεργασίας)
- Κάθε ουρά έχει τον δικό της αλγόριθμο δρομολόγησης, προσκηνίου – RR παρασκηνίου – FCFS
- Πρέπει να γίνεται προγραμματισμός μεταξύ των ουρών.
 - Δρομολόγηση σταθερής προτεραιότητας (δηλ., εξυπηρέτησε όλες του προσκηνίου και μετά του παρασκηνίου). Πιθανότητα λιμοκτονίας.
 - Χρονομερίδα – κάθε ουρά παίρνει ορισμένο ποσό χρόνου ΚΜΕ το οποίο μπορεί να δρομολογήσει ανάμεσα στις διεργασίες της, δηλ. 80% στο προσκήνιο με RR, 20% στο παρασκήνιο με FCFS

Δρομολόγηση ουρών πολλαπλών επιπέδων



- Κάθε ουρά έχει απόλυτη προτεραιότητα επί των ουρών χαμηλότερης προτεραιότητας
- Μια διεργασία χαμηλής προτεραιότητας που εκτελείται θα προεκτοπιζόταν αν έφθανε μια διεργασία υψηλότερης προτεραιότητας

Ουρές ανάδρασης πολλαπλών επιπέδων

- Μια διεργασία μπορεί να μετακινηθεί μεταξύ των διαφορετικών ουρών. Με αυτόν τον τρόπο υλοποιείται και η ηλικίωση.
- Ο δρομολογητής ορίζεται από τις παρακάτω παραμέτρους:
 - Πλήθος ουρών
 - Αλγόριθμοι δρομολόγησης για κάθε ουρά
 - Μέθοδος που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί πότε θα αναβαθμιστεί μια διεργασία
 - Μέθοδος που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί πότε θα υποβιβαστεί μια διεργασία
 - Μέθοδος που χρησιμοποιείται για να καθοριστεί σε ποια ουρά θα μπει μια διεργασία όταν χρειαστεί εξυπηρέτηση

Παράδειγμα ουρών ανάδρασης πολλαπλών επιπέδων

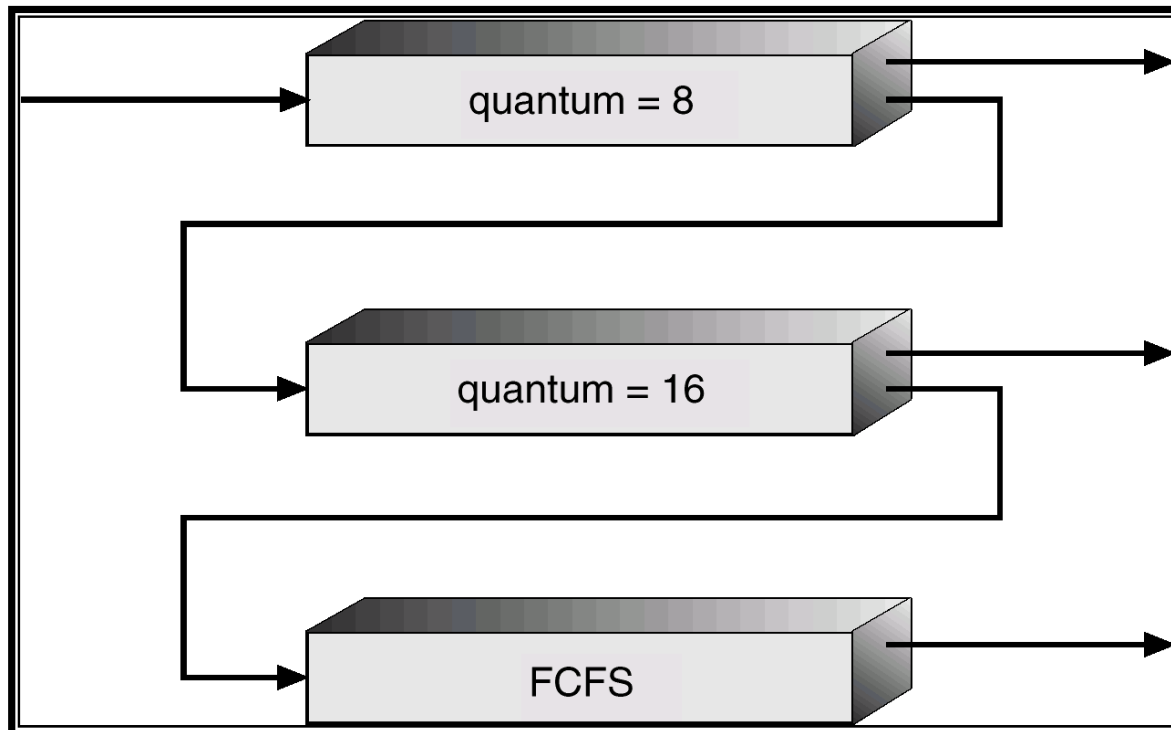
● Τρεις ουρές:

- Q_0 – κβάντο χρόνου 8 milliseconds
- Q_1 – κβάντο χρόνου 16 milliseconds
- Q_2 – FCFS

● Δρομολόγηση

- Μια νέα εργασία εισέρχεται στην ουρά Q_0 η οποία εξυπηρετείται κατά FCFS. Όταν αποκτά την ΚΜΕ, η εργασία παίρνει 8 milliseconds. Αν δεν τελειώσει σε 8 milliseconds, η εργασία μετακινείται στην ουρά Q_1 .
- Στην ουρά Q_1 η εργασία εξυπηρετείται πάλι κατά FCFS και παίρνει 16 επιπλέον milliseconds. Αν και πάλι δεν ολοκληρωθεί, προεκτοπίζεται και μετακινείται στην ουρά Q_2 .

Παράδειγμα ουρών ανάδρασης πολλαπλών επιπέδων



- Διεργασίες με έκρηξη ΚΜΕ 8 msec ή λιγότερο έχουν μεγαλύτερη προτεραιότητα
- Αυτές που χρειάζονται περισσότερο από 8 αλλά λιγότερο από 24 msec έχουν την αμέσως μικρότερη προτεραιότητα
- Οτιδήποτε μεγαλύτερο βυθίζεται στην τελευταία ουρά και εξυπηρετείται μόνο όταν οι δύο πρώτες ουρές είναι ανενεργές

Δρομολόγηση πραγματικού χρόνου

- **Συστήματα *hard real-time*** – απαιτείται να ολοκληρωθεί μια κρίσιμη εργασία μέσα σε ένα εγγυημένο χρονικό διάστημα.
 - Κράτηση αγαθών (δρομολόγηση μόνο αν είναι διαθέσιμα τα απαιτούμενα αγαθά)
 - Απαιτεί λογισμικό ειδικού σκοπού που τρέχει σε υλικό αφοσιωμένο στην κρίσιμη διεργασία
- **Συστήματα *soft real-time*** – απαιτεί ότι οι κρίσιμες διεργασίες παίρνουν προτεραιότητα επί των λιγότερο τυχερών.
 - Το σύστημα πρέπει να έχει δρομολόγηση προτεραιότητας όπου οι διεργασίες πραγματικού χρόνου παίρνουν την υψηλότερη προτεραιότητα (όχι ηλικίωση ώστε να είναι σταθερές οι προτεραιότητες)
 - Η καθυστέρηση διεκπεραίωσης πρέπει να είναι μικρή – χρειάζεται να υπάρχει η δυνατότητα να προεκτοπίζονται κλήσεις συστήματος

Αξιολόγηση αλγορίθμων

- Ντετερμινιστική μοντελοποίηση – θεωρεί συγκεκριμένο φόρτο εργασίας.
 - Απαιτεί πολύ ακριβή γνώση, δε μπορεί να γενικευθεί
- Μοντέλα ουρών
 - Κατανομές άφιξης και εξυπηρέτησης είναι συχνά μη ρεαλιστικές
 - Τα είδη αλγορίθμων και κατανομών που μπορεί να χειριστεί είναι περιορισμένα
- Προσομοίωση
 - Η κατανομή των εργασιών μπορεί να μην είναι ακριβής. Χρήση ταινιών ίχνους δραστηριότητας πραγματικού χρόνου
 - Ακριβή στην εκτέλεση, χρονοβόρα. Συγγραφή και δοκιμή του προσομοιωτή είναι μεγάλη εργασία
- Υλοποίηση – γράψε τον κώδικα και αξιολόγησέ τον πραγματικά στο Λ.Σ.
 - Ακριβή συγγραφή κώδικα και τροποποίηση του Λ.Σ. Χρήστες όχι ευτυχείς με μεταβαλλόμενο περιβάλλον
 - Χρήστες επωφελούνται από τη γνώση του αλγορίθμου δρομολόγησης και τρέχουν διαφορετικούς τύπους προγραμμάτων (διαδραστικά ή μικρά προγράμματα παίρνουν υψηλότερη προτεραιότητα)

Τέλος Ενότητας

