



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Λειτουργικά Συστήματα

Ενότητα 13 : Δρομολόγηση Διεργασιών<sub>3/3</sub>

Δημήτριος Λιαροκάπης



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

## Λειτουργικά Συστήματα

Ενότητα 13 : Δρομολόγηση Διεργασιών<sub>3/3</sub>

Δημήτριος Λιαροκάπης

Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



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



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



## 6.4. Round Robin

- Βασικές αρχές
  - Στις διεργασίες δίνεται ένα σταθερό ποσό χρόνου της CPU και αναφέρεται ως time quantum, ή time slice, ή slot
  - Η σειρά των διεργασιών είναι συνήθως FIFO
- Συνάρτηση επιλογής: ίδια με τον FCFS
- Κατάσταση απόφασης: προεκχώρηση
  - Μια διεργασία επιτρέπεται να εκτελείται μέχρι να συμπληρωθεί το κβάντο χρόνου (συνήθως 10 έως 100 ms)
  - Στη συνέχεια δημιουργείται μια διακοπή ρολογιού και η εκτελούμενη διεργασία τίθεται στην ουρά των έτοιμων διεργασιών
- Χρησιμοποιείται συχνά σε περιβάλλοντα καταμερισμού χρόνου

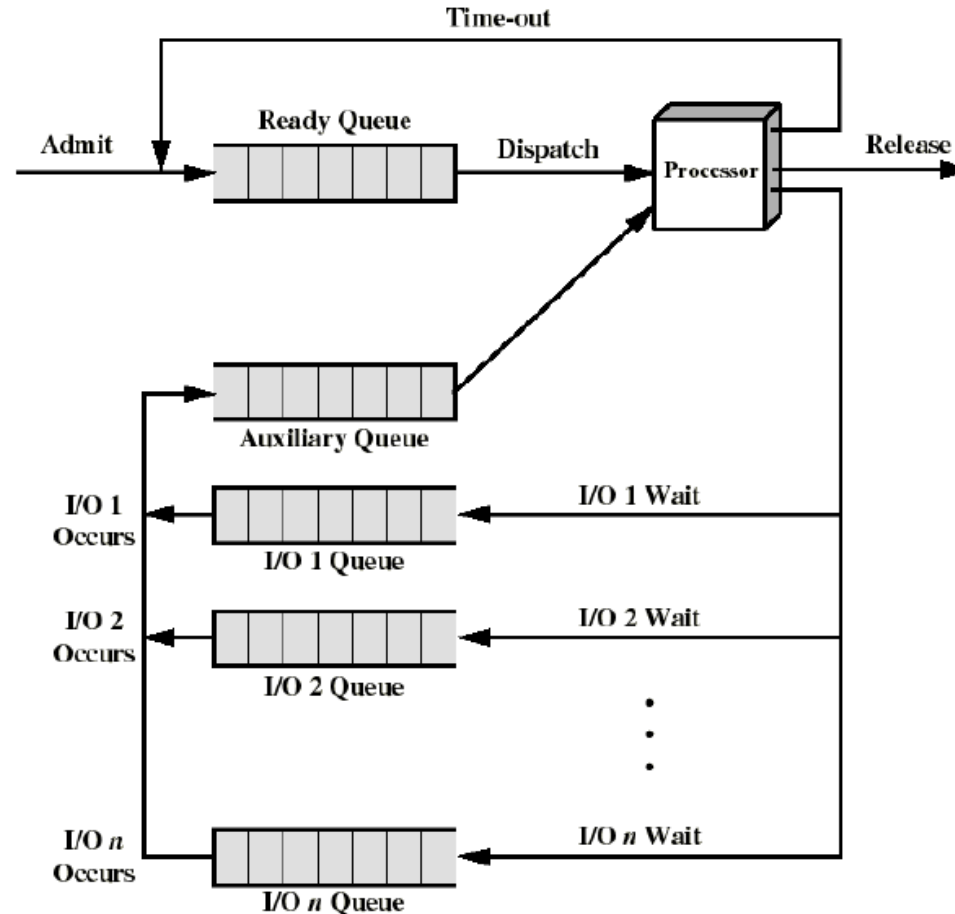


# Round Robin: κριτική

- Ευνοούνται οι προοριζόμενες στην CPU διεργασίες
  - Μια προοριζόμενη για I/O διεργασία χρησιμοποιεί την CPU για χρονικό διάστημα μικρότερο του quantum χρόνου και στη συνέχεια αναστέλλεται περιμένοντας για I/O
  - Μια προοριζόμενη για την CPU διεργασία εκτελείται για όλο το quantum χρόνου και τίθεται μετά στην ουρά των έτοιμων διεργασιών (μπροστά από τις ανασταλμένες διεργασίες)
- Λύση: ιδεατό round robin
  - Όταν μια I/O ολοκληρώνεται, η ανασταλμένη διεργασία μετακινείται σε μια βοηθητική ουρά που προτιμάται έναντι της βασικής ουράς των έτοιμων διεργασιών
  - Μια διεργασία που αποστέλλεται από την βοηθητική ουρά εκτελείται όχι περισσότερο από το βασικό κβάντο χρόνου μείον το συνολικό χρόνο που δαπανήθηκε για εκτέλεση κατά το τελευταίο κβάντο
    - Έτσι η διεργασία «συμπληρώνει» το κβάντο που άφησε στη μέση όταν διακόπηκε για I/O



# Διάγραμμα ουράς για ιδεατό Round Robin





# Round Robin

- Πλεονεκτήματα: απλότητα, χαμηλό overhead, λειτουργεί αποτελεσματικά για αλληλεπιδραστικά συστήματα
- Μειονεκτήματα: αν το κβάντο είναι πολύ μικρό, δαπανάται πολύς χρόνος για εναλλαγή πλαισίων. Αν είναι πολύ μεγάλο τότε ο RR προσεγγίζει τον FCFS.
  - Τυπικές τιμές για το κβάντο : 10 - 100 msec
  - Γενικός κανόνας: επιλογή κβάντου έτσι ώστε η μεγάλη πλειοψηφία (80-90%) των διεργασιών να ολοκληρώνουν τον καταιγισμό τους σε ένα κβάντο





# Μέγεθος του κβάντου χρόνου

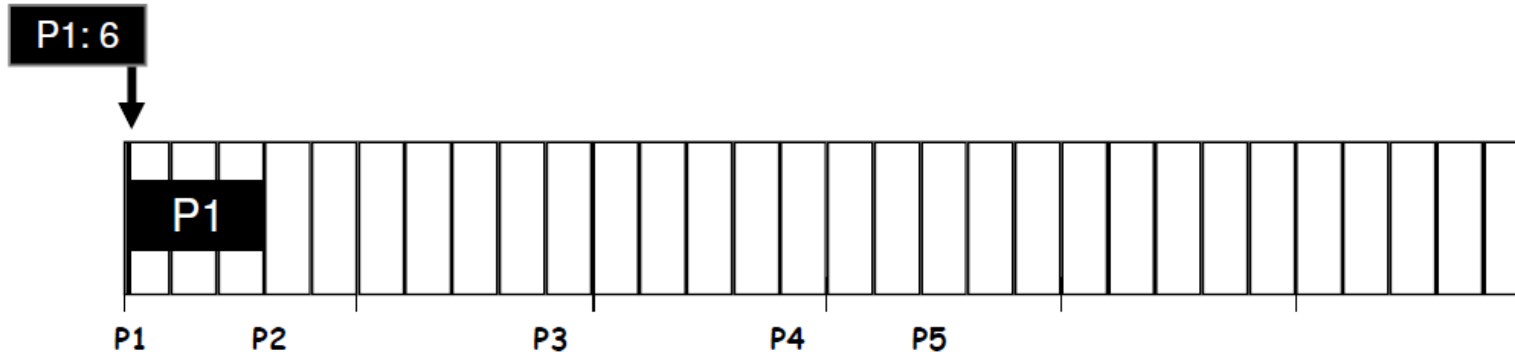
- Επιλογές
  - Μικρό ή μεγάλο κβάντο
  - Σταθερό ή μεταβλητό κβάντο
  - Το ίδιο για όλες τις διεργασίες ή διαφορετικό
- Αν το κβάντο είναι πολύ μεγάλο ο αλγόριθμος RR εκφυλίζεται σε FCFS
- Αν το κβάντο είναι πολύ μικρό υπάρχουν πολλές εναλλαγές πλαισίων
- Βασική αρχή: το κβάντο πρέπει να είναι ελαφρά μεγαλύτερο από το χρόνο που απαιτεί μια τυπική αλληλεπίδραση



# RR – Παράδειγμα

<i>Process #</i>	<i>Arrival Time</i>	<i>Burst Length</i>	<i>Priority</i>
P1	0	6	1
P2	3	15	1
P3	9	3	1
P4	14	4	1
P5	17	2	1

time  
quantum:  
3 units

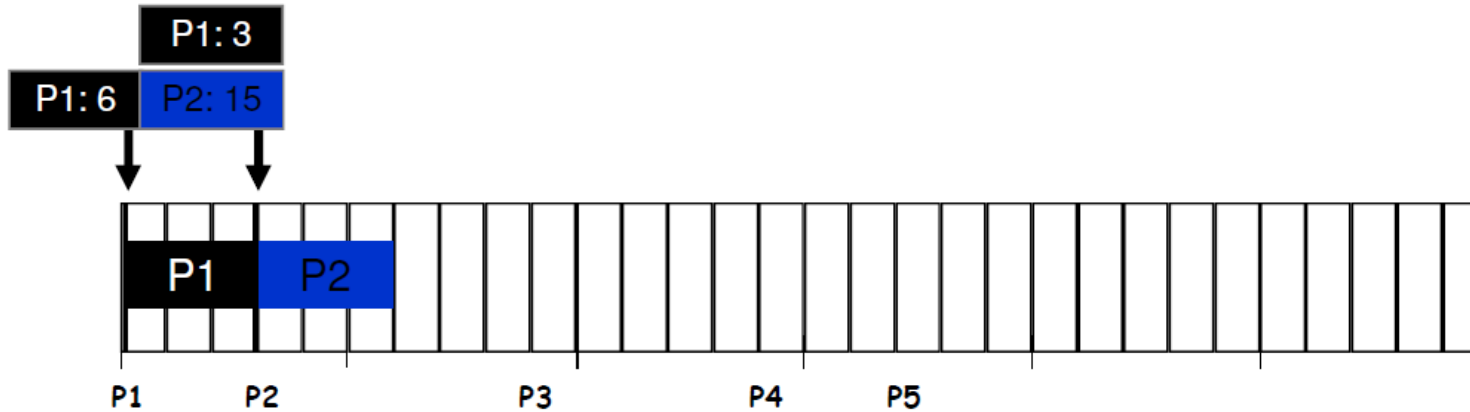




# RR – Παράδειγμα

<i>Process #</i>	<i>Arrival Time</i>	<i>Burst Length</i>	<i>Priority</i>
P1	0	6	1
P2	3	15	1
P3	9	3	1
P4	14	4	1
P5	17	2	1

time  
quantum:  
3 units

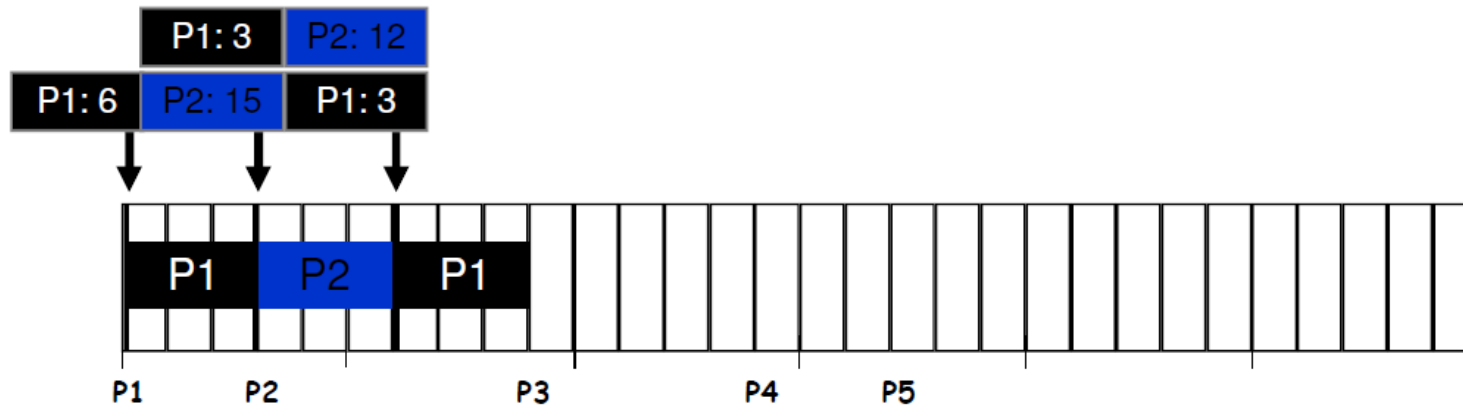




# RR – Παράδειγμα

<i>Process #</i>	<i>Arrival Time</i>	<i>Burst Length</i>	<i>Priority</i>
P1	0	6	1
P2	3	15	1
P3	9	3	1
P4	14	4	1
P5	17	2	1

time  
quantum:  
3 units

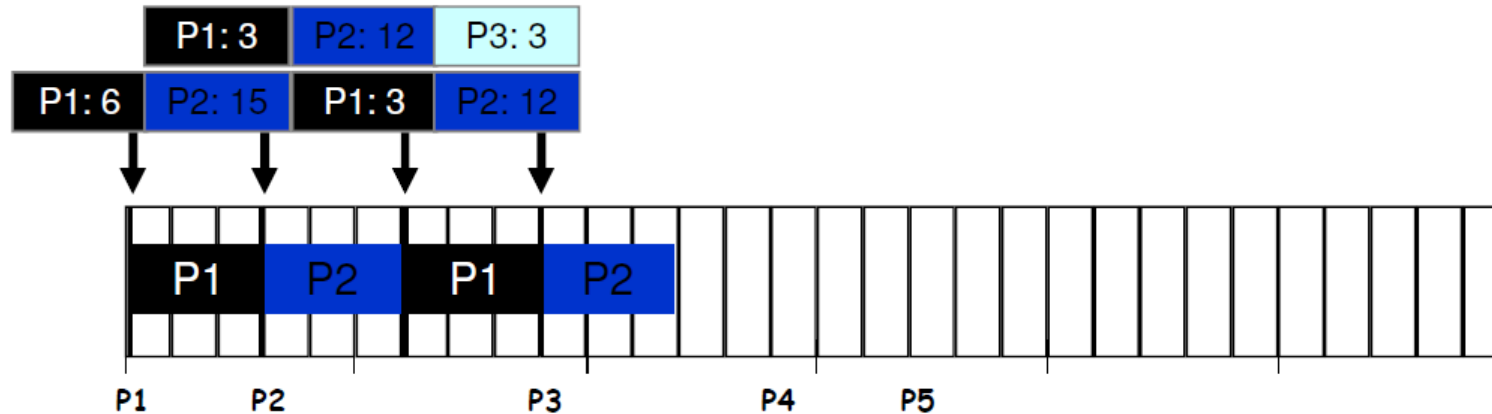




# RR – Παράδειγμα

<i>Process #</i>	<i>Arrival Time</i>	<i>Burst Length</i>	<i>Priority</i>
P1	0	6	1
P2	3	15	1
P3	9	3	1
P4	14	4	1
P5	17	2	1

time  
quantum:  
3 units

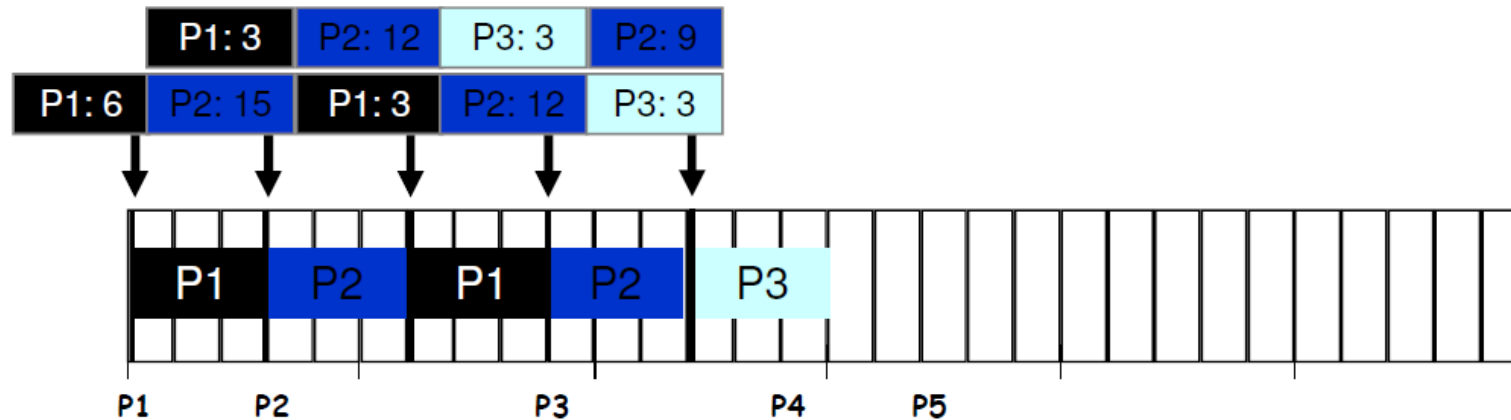




# RR – Παράδειγμα

<i>Process #</i>	<i>Arrival Time</i>	<i>Burst Length</i>	<i>Priority</i>
P1	0	6	1
P2	3	15	1
P3	9	3	1
P4	14	4	1
P5	17	2	1

time  
quantum:  
3 units

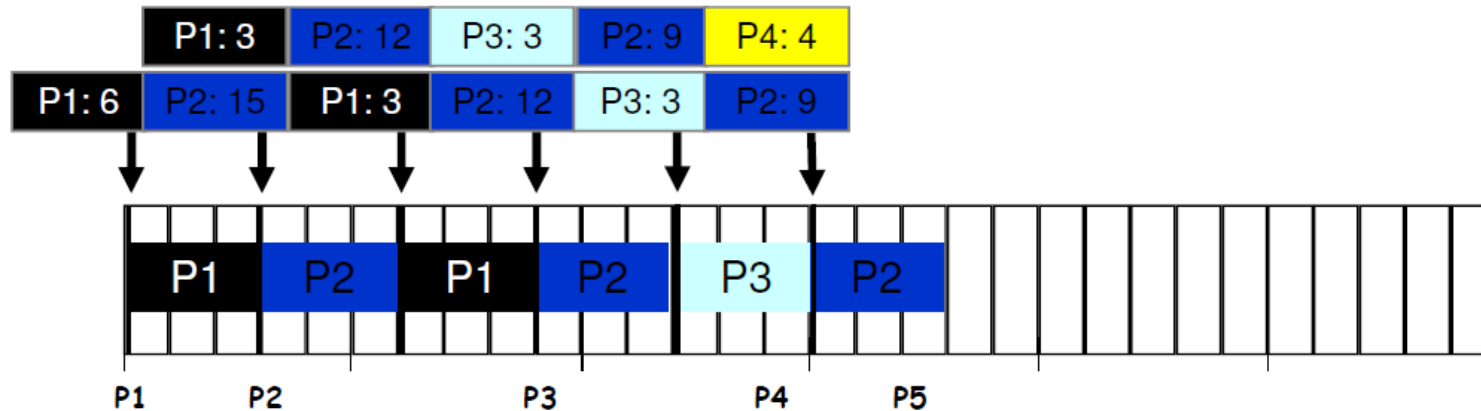




# RR – Παράδειγμα

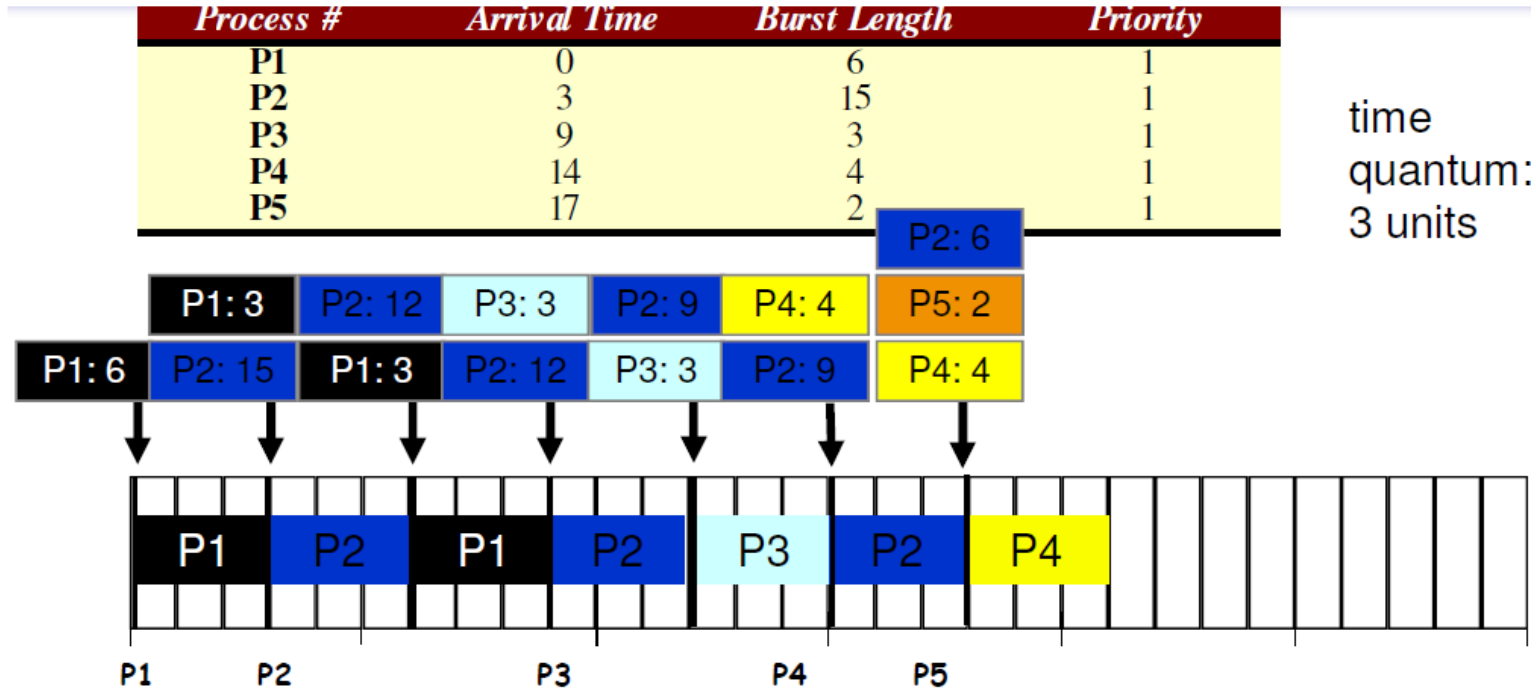
Process #	Arrival Time	Burst Length	Priority
P1	0	6	1
P2	3	15	1
P3	9	3	1
P4	14	4	1
P5	17	2	1

time  
quantum:  
3 units





# RR – Παράδειγμα



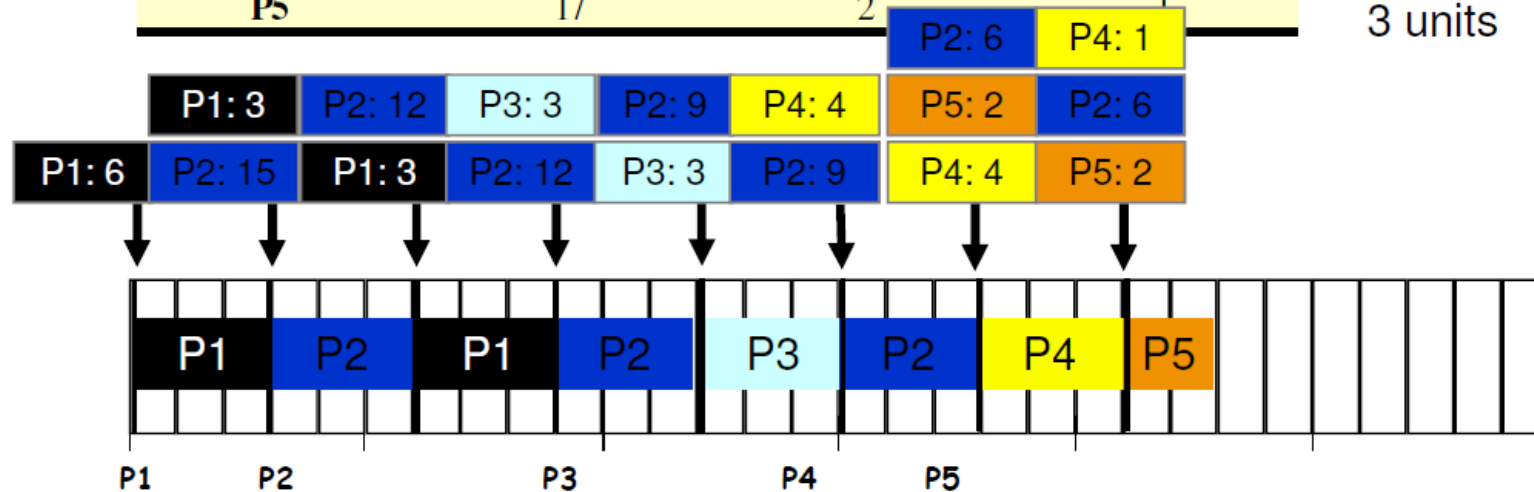




# RR – Παράδειγμα

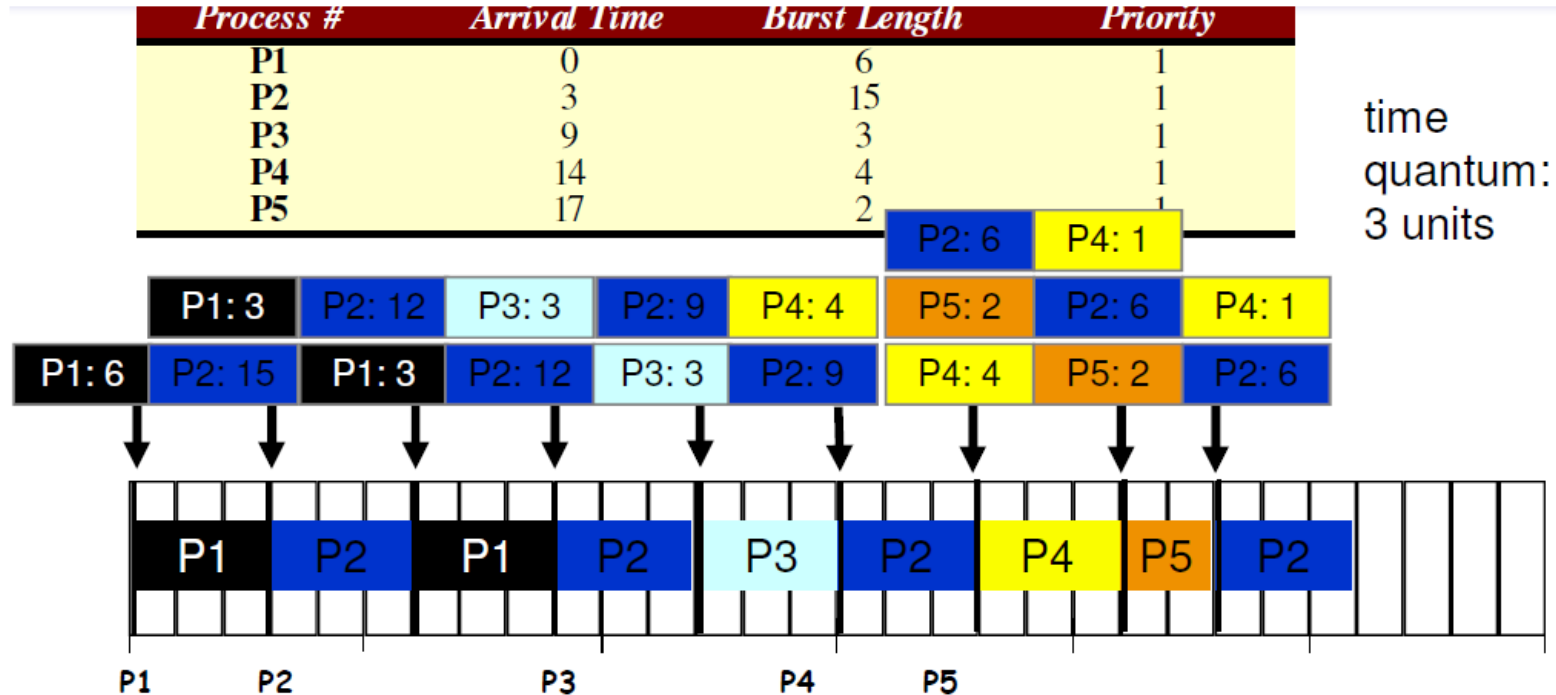
Process #	Arrival Time	Burst Length	Priority
P1	0	6	1
P2	3	15	1
P3	9	3	1
P4	14	4	1
P5	17	2	1

time quantum: 3 units



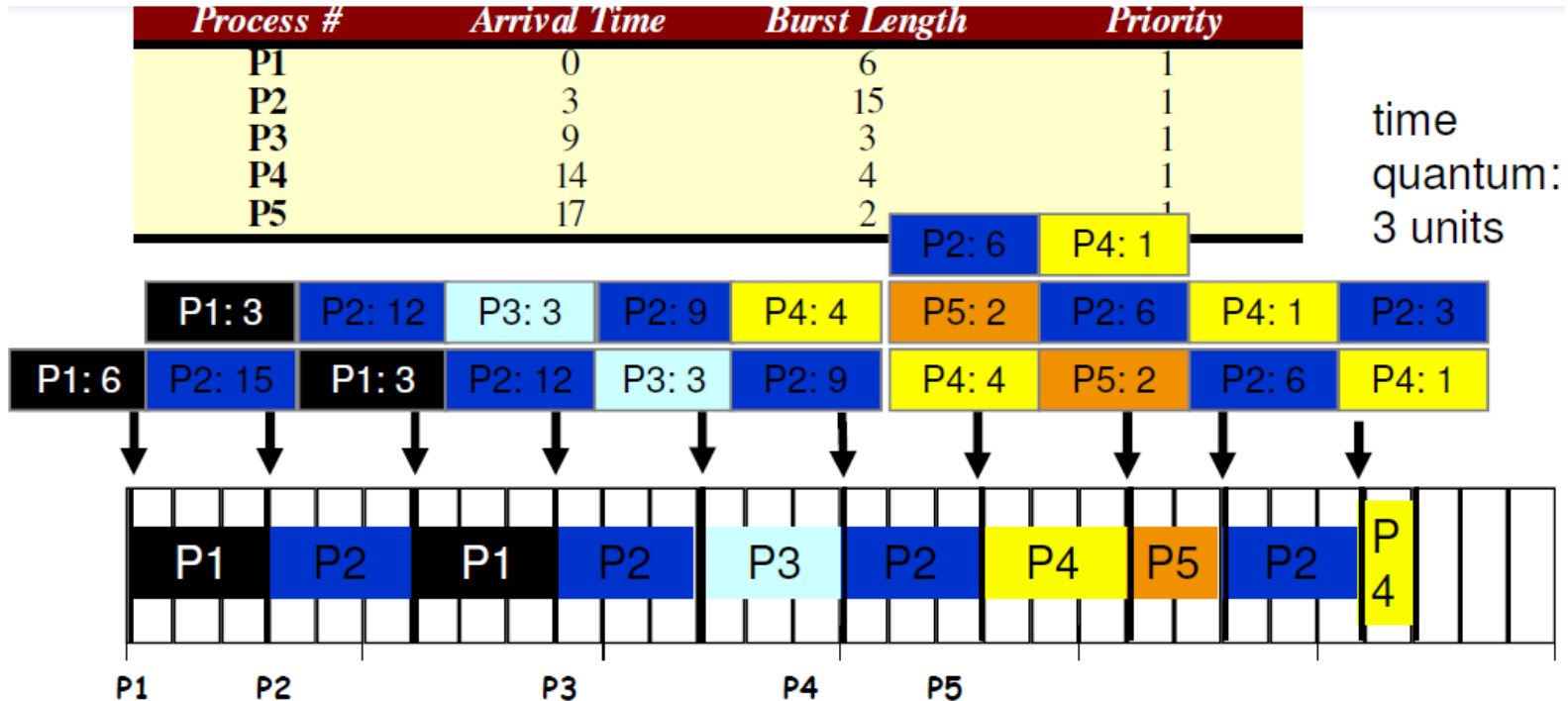


# RR – Παράδειγμα



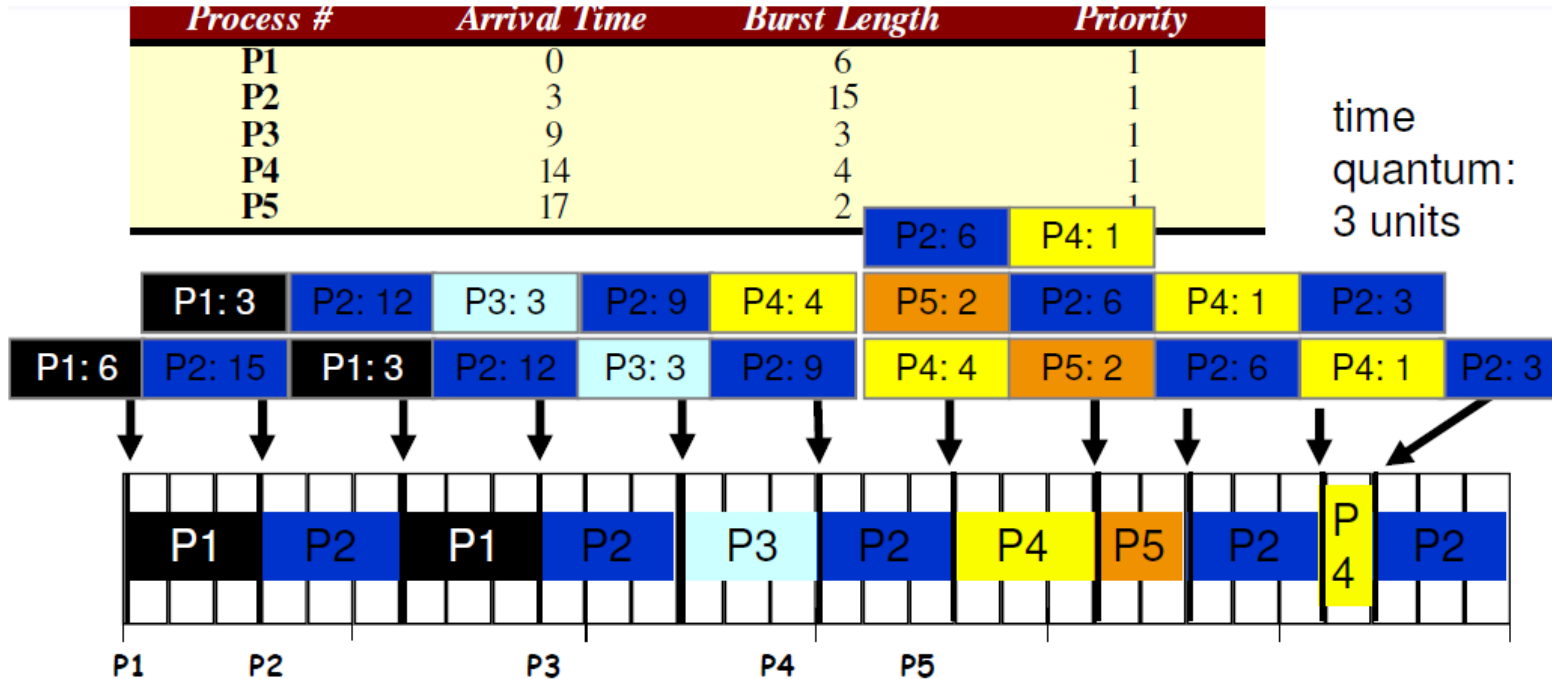


# RR – Παράδειγμα



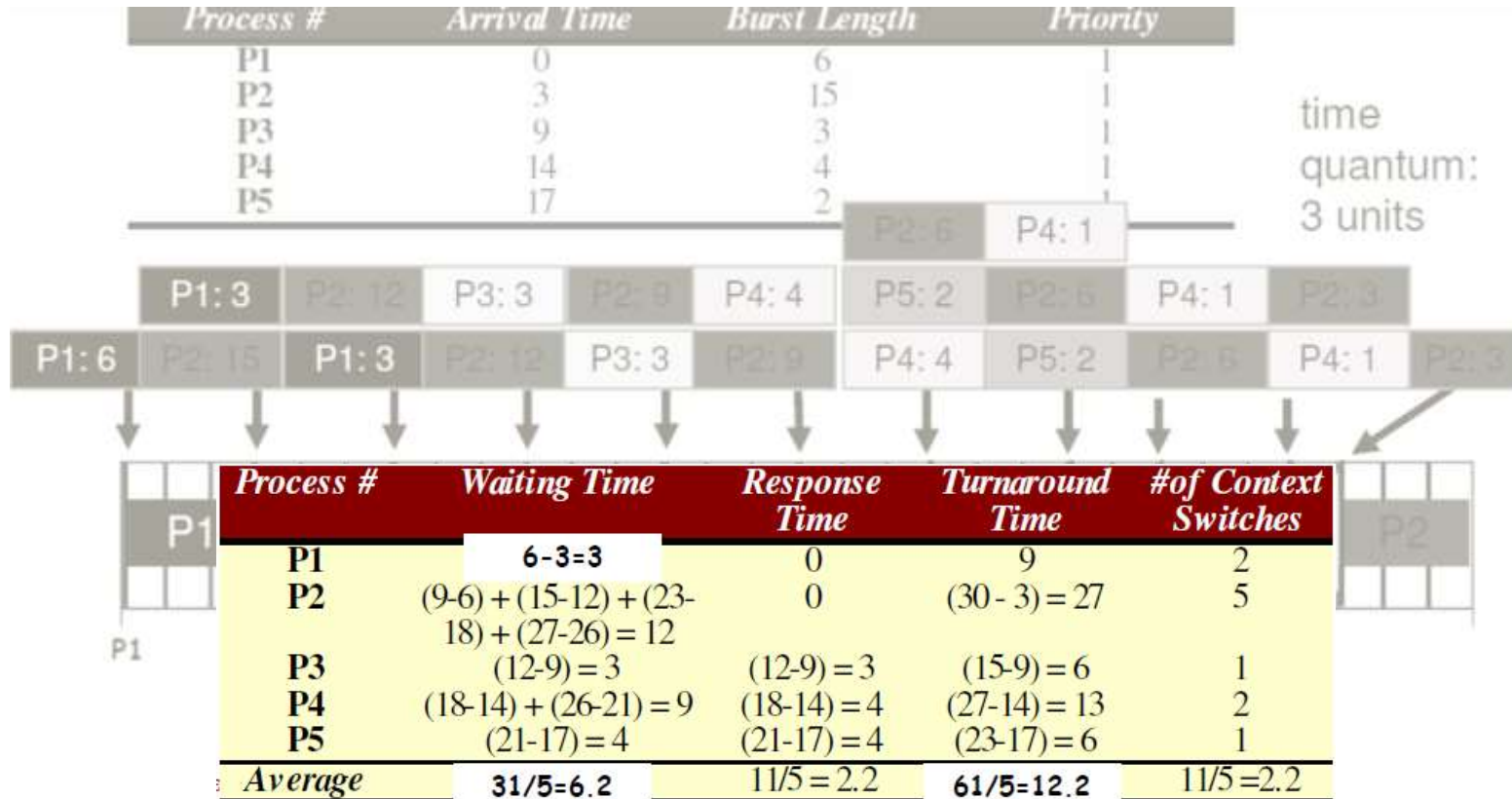


# RR – Παράδειγμα





# RR – Παράδειγμα





# Σύγκριση αλγορίθμων δρομολόγησης

- Ποιος είναι ο καλύτερος;
- Η απάντηση εξαρτάται από :
  - Το φορτίο του συστήματος (ισχυρά μεταβαλλόμενο)
  - Την υποστήριξη υλικού για το δρομολογητή
  - Το σχετικό βάρος των κριτηρίων απόδοσης (χρόνος απόκρισης, χρήση της CPU, ρυθμο-απόδοση...)
  - Τη μέθοδο αποτίμησης που χρησιμοποιείται (καθεμιά έχει τους περιορισμούς της...)



# Άσκηση 1

- Θεωρείστε το ακόλουθο σύνολο διεργασιών, στο οποίο το μήκος των CPU burst times είναι σε milliseconds
- Υποθέστε ότι οι διεργασίες έχουν φθάσει με τη σειρά P1, P2, P3, P4, και P5, όλες τη χρονική στιγμή 0
- Σχεδιάστε το διάγραμμα εκτέλεσης για καθεμία από τις πολιτικές δρομολόγησης: FCFS, SJF, RR – κβάντο μία χρονική μονάδα
- Βρείτε για κάθε διεργασία τον χρόνο επιστροφής (turnaround time) και τον χρόνο αναμονής (waiting time) καθώς και τις μέσες τιμές τους.

process	Burst time
P1	10
P2	1
P3	2
P4	1
P5	5



# Λύση άσκησης 1

Time    0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

FCFS:    P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P2 P3 P3 P4 P5 P5 P5 P5 P5

SJF:     P2 P4 P3 P3 P5 P5 P5 P5 P5 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1 P1

RR:     P1 P2 P3 P4 P5 P1 P3 P5 P1 P5 P1 P5 P1 P5 P1 P1 P1 P1 P1

process	Burst time
P1	10
P2	1
P3	2
P4	1
P5	5





# Λύση άσκησης 1

Turnaround time = waiting time + burst length

	FCFS	SJF	RR
P1	10	19	19
P2	11	1	2
P3	13	4	7
P4	14	2	4
P5	19	9	14
<b>Average</b>	<b>13.4</b>	<b>7.0</b>	<b>9.2</b>

Time	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
FCFS:		P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P3	P3	P4	P5	P5	P5	P5	P5
SJF:		P2	P4	P3	P3	P5	P5	P5	P5	P5	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
RR:		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P3	P5	P1	P5	P1	P5	P1	P5	P1	P1	P1	P1	P1



# Λύση άσκησης 1

Waiting time = turnaround time - burst length

	FCFS	SJF	RR
P1	0	9	9
P2	10	0	1
P3	11	2	5
P4	13	1	3
P5	14	4	9
<b>Average</b>	<b>9.6</b>	<b>3.2</b>	<b>5.4</b>

Time	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
FCFS:		P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P2	P3	P3	P4	P5	P5	P5	P5	P5
SJF:		P2	P4	P3	P3	P5	P5	P5	P5	P5	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
RR:		P1	P2	P3	P4	P5	P1	P3	P5	P1	P5	P1	P5	P1	P5	P1	P1	P1	P1	P1



# Άσκηση 2

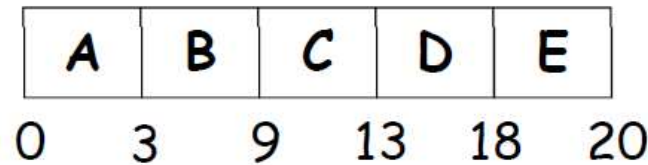
- Να σχεδιάσετε το διάγραμμα εκτέλεσης (Gantt) για καθένα από τους παρακάτω αλγορίθμους δρομολόγησης : FCFS, RR με κβάντο=2 χρονικές μονάδες, SJF και SRTF και να υπολογίσετε τον μέσο χρόνο επιστροφής για τον κάθε αλγόριθμο.

Process	Arrival time	Burst time
A	0	3
B	0	6
C	0	4
D	0	5
E	0	2



# FCFS

Process	Arrival time	Burst time
A	0	3
B	0	6
C	0	4
D	0	5
E	0	2



$$\begin{aligned} \text{Ave. TAT} &= \frac{3 + 9 + 13 + 18 + 20}{5} = \frac{63}{5} \\ &= 12.6 \text{ time units} \end{aligned}$$



# SJF

Process	Arrival time	Burst time
A	0	3
B	0	6
C	0	4
D	0	5
E	0	2

E	A	C	D	B	
0	2	5	9	14	20

$$\begin{aligned} \text{Ave. TAT} &= \frac{2 + 5 + 9 + 14 + 20}{5} = \frac{50}{5} \\ &= 10 \text{ time units} \end{aligned}$$



# SRTF

Process	Arrival time	Burst time
A	0	3
B	0	6
C	0	4
D	0	5
E	0	2



0    2    5    9    14    20

$$\text{Ave. TAT} = \frac{2 + 5 + 9 + 14 + 20}{5} = \frac{50}{5}$$

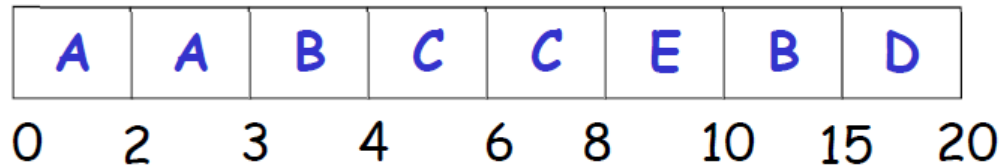
$$= 10 \text{ time units}$$

Ο αλγόριθμος SRTF εκφυλίζεται σε SJF όταν όλες οι διεργασίες ξεκινούν ταυτόχρονα



# SRTF

Process	Arrival time	Burst time
A	0	3
B	2	6
C	4	4
D	6	5
E	8	2

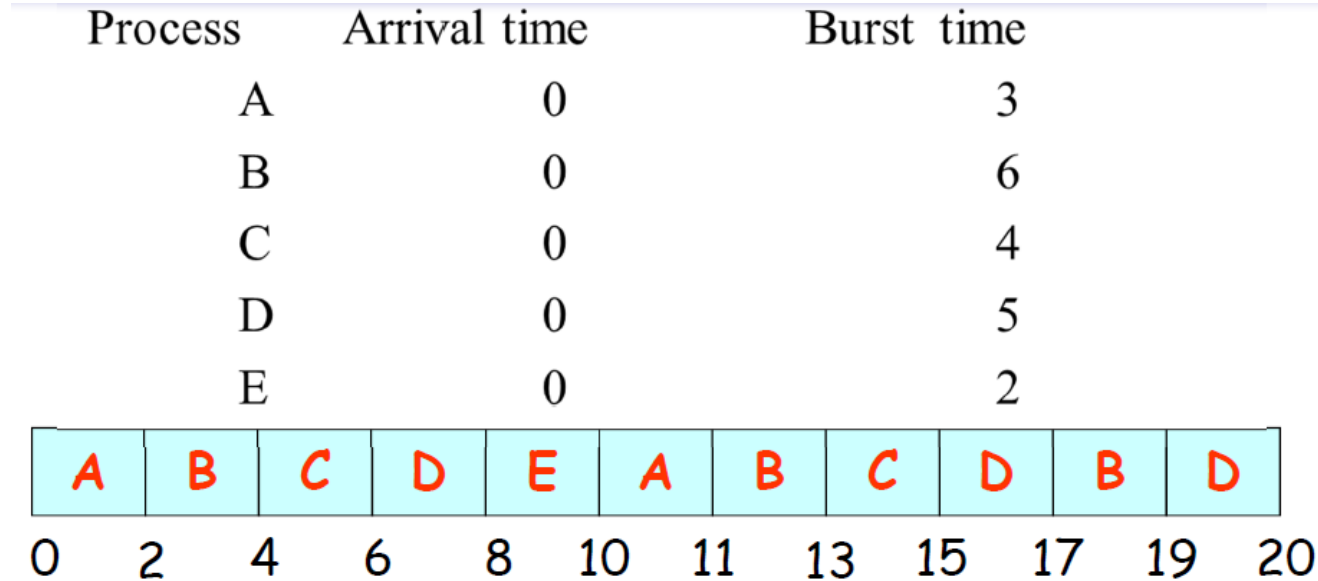


$$\text{Ave. TAT} = \frac{(3 - 0) + (15 - 2) + (8 - 4) + (20 - 6) + (10 - 8)}{5}$$

$$= 7.2 \text{ time units}$$



# RR: Time Quantum = 2 time units



$$\text{Ave. TAT} = \frac{11 + 19 + 15 + 20 + 10}{5} = \frac{75}{5}$$

$$= 15 \text{ time units}$$





# Βιβλιογραφία

Λειτουργικά Συστήματα, 8η Έκδοση, Stallings William

Λειτουργικά Συστήματα 9η Εκδ., Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin, Greg Gagne



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Δημήτριος Λιαροκάπης.  
Λειτουργικά Συστήματα.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP116/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



# Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευάγγελος Καρβούνης  
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Τέλος Ενότητας

Δρομολόγηση Διεργασιών<sub>3/3</sub>



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης