

## Implementarea planificării

Kernel preemptiv  
Planificarea în Windows  
Planificarea în Linux

### Algoritmi de planificare în Windows

selecție priorității și priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt  
prioritatea care nu sunt priorității care nu sunt  
prioritatea care nu sunt priorității care nu sunt

### Kernel preemptiv

un proces poate fi întrerupt în timp ce execută o sarcină  
operativul poate să comutaze procesele  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Planificatorul în Windows

algoritmi de planificare preemptivă și non-preemptivă  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Planificarea executiei în Linux

planificarea executiei în Linux  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Planificarea proceselor real-time

planificarea proceselor real-time  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Completely Fair Scheduler

Completely Fair Scheduler  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Planificarea cu prioritati

Planificarea cu prioritati  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Round Robin

Round Robin  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Sisteme interactive

Sisteme interactive  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

## Planificarea în sisteme interactive

Sisteme interactive  
Planificarea cu prioritati  
Planificarea pentru sisteme real-time

### Planificarea pentru sisteme real-time

Planificarea pentru sisteme real-time  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

## Planificarea în sisteme batch

Criterii sisteme batch  
First Come First Served  
Shortest Job First  
Shortest Remaining Time First

### Shortest Job First

Shortest Job First  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Shortest Remaining Time First

Shortest Remaining Time First  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Comportamentul proceselor (2)

Comportamentul proceselor (2)  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Schimbarea de context

Schimbarea de context  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Comportamentul proceselor

Comportamentul proceselor  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

## Noțiuni de planificare

Comportamentul proceselor  
Schimbarea de context  
Planificarea executiei  
Apelarea planificatorului  
Implementarea planificatorului

### Apelarea planificatorului

Apelarea planificatorului  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Implementarea planificatorului

Implementarea planificatorului  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Tipuri de planificare

Tipuri de planificare  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

## Aspecte ale planificării

Cooperativ și preemptiv  
Timp de planificare  
Criterii de planificare  
Tipuri de planificare  
Notatii

### Notatii

Notatii  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Cuprins

Cuprins  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Support de curs

Support de curs  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

### Cuvinte cheie

Cuvinte cheie  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt priorității care nu sunt

# SO Curs 4

## Planificarea executiei



## Implementarea planificării

Kernel preemptiv  
Planificarea în Windows  
Planificarea în Linux

### Algoritmi de planificare în Windows

selecție priorității și priorității care nu sunt  
selecție priorității care nu sunt  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Kernel preemptiv

un proces poate fi întrerupt în timp ce execută o sarcină  
operativul poate să comutăm procesul  
într-un alt proces care este gata să fie executat  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Planificatorul în Windows

algoritmi de planificare preemptivă și priorității  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Planificarea executivă în Linux

planificarea executivă în Linux  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Planificarea proceselor real-time

planificarea proceselor real-time  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Completely Fair Scheduler

Completely Fair Scheduler  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Planificarea cu priorități

Planificarea cu priorități  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Round Robin

Round Robin  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Sisteme interactive

Sisteme interactive  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

## Planificarea în sisteme interactive

Sisteme interactive  
Planificarea cu priorități  
Planificarea pentru sisteme real-time

### Planificarea pentru sisteme real-time

Planificarea pentru sisteme real-time  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

## Planificarea în sisteme batch

Criterii sisteme batch  
First Come First Served  
Shortest Job First  
Shortest Remaining Time First

### Shortest Job First

Shortest Job First  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Shortest Remaining Time First

Shortest Remaining Time First  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Comportamentul proceselor (2)

Comportamentul proceselor (2)  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Schimbarea de context

Schimbarea de context  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Comportamentul proceselor

Comportamentul proceselor  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

## Noțiuni de planificare

Comportamentul proceselor  
Schimbarea de context  
Planificarea executivă  
Apelarea planificatorului  
Implementarea planificatorului

### Apelarea planificatorului

Apelarea planificatorului  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Implementarea planificatorului

Implementarea planificatorului  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Cooperativ și preemptiv

Cooperativ și preemptiv  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

## Aspecte ale planificării

Cooperativ și preemptiv  
Timp de planificare  
Criterii de planificare  
Tipuri de planificare  
Notatii

### Notatii

Notatii  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

# SO Curs 4

## Planificarea executivă

### Cuprins

Cuprins  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Suport de curs

Suport de curs  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

### Cuvinte cheie

Cuvinte cheie  
selecție priorității care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este  
prioritatea care nu este prioritatea care nu este

# Suport de curs

OSCE

- Capitolul 5 – CPU Scheduling

MOS

- Capitolul 2 – Processes and Threads
  - Sectiunea 5 - Scheduling

# Cuprins

*Notiuni de planificare*

*Criterii de planificare*

*Planificare pentru sisteme batch*

*Planificare pentru sisteme interactive*

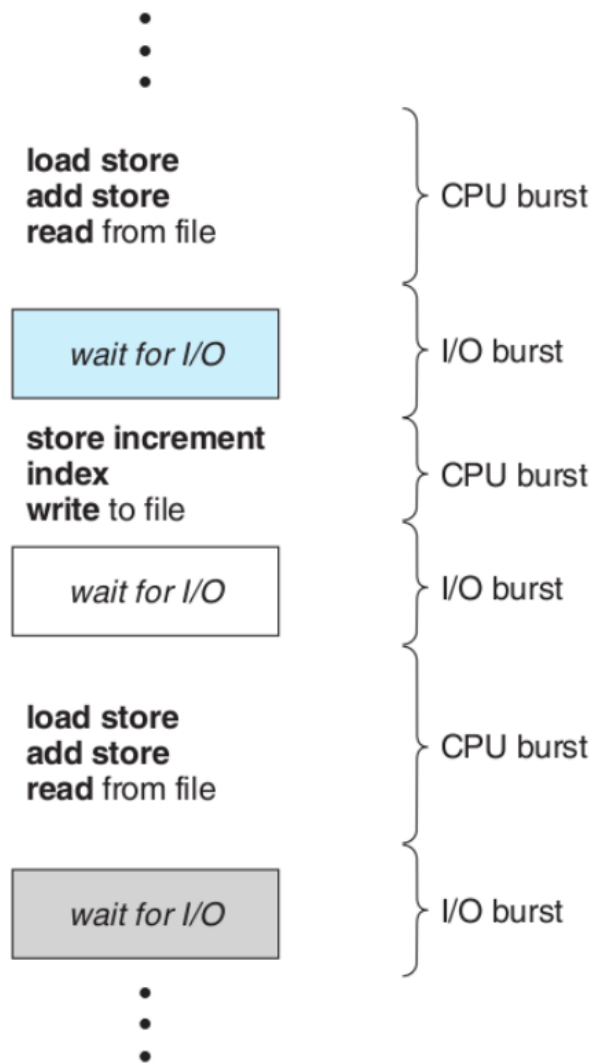
*Planificare pentru sisteme real-time*

*Implementarea planificării*

# Noțiuni de planificare

*Comportamentul proceselor  
Schimbarea de context  
Planificarea executiei  
Apelarea planificatorului  
Implementarea planificatorului*

# Comportamentul proceselor



# Comportamentul proceselor (2)

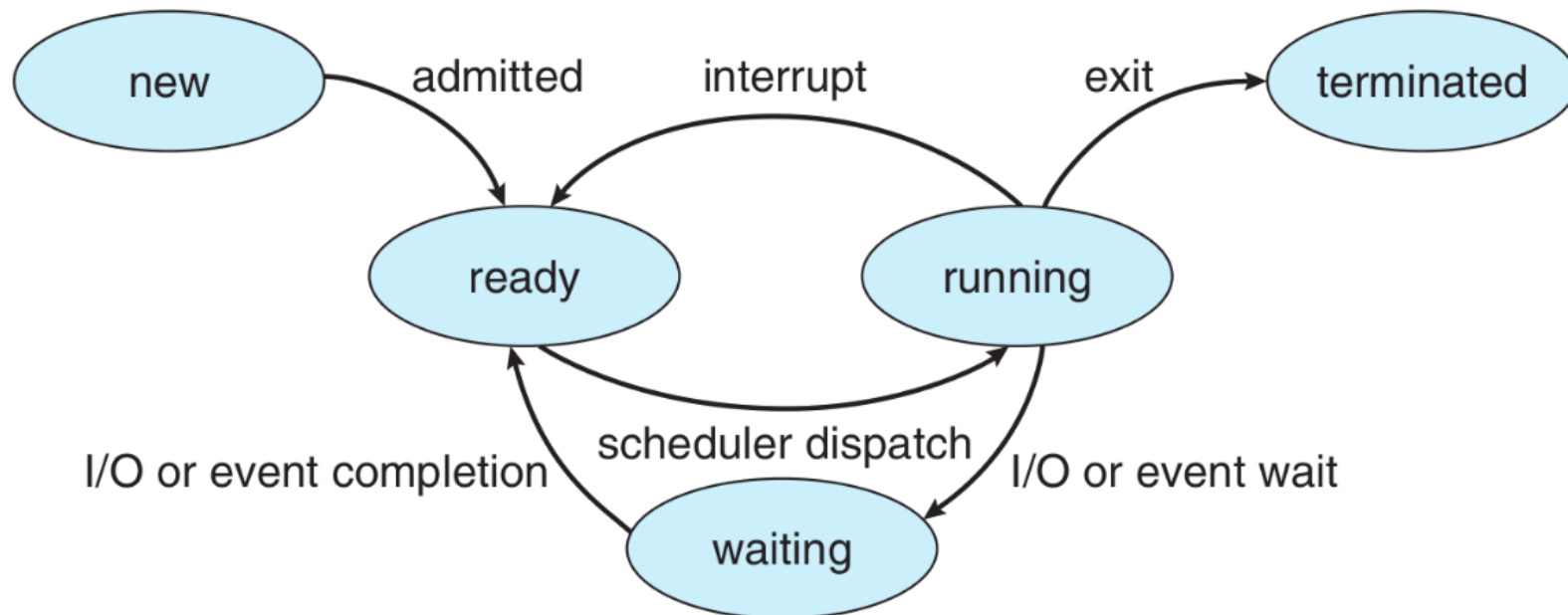
**CPU-intensive**

CPU bursts domina executia

**IO-intensive**

IO domina executia

# Starea proceselor



in marea parte a timpului procesele sunt in starea waiting  
in starea running sunt cel mult N procese

- $N$  = numarul de core-uri



# Schimbarea de context

*context switch*

trecerea unui proces din READY in RUNNING  
cel din RUNNING trece in READY sau WAITING

## overhead al schimbarii de context

- salvarea contextului curent
- incarcarea noului context
- asteptarea incheierii unui apel de sistem

# Planificarea executiei

inlocuirea unui proces cu un alt proces

- un context cu un alt context

eficienta: un proces blocat nu tine procesorul ocupat

echitate: un proces este intrerupt pentru a da voie altuia

se apeleaza planificatorul

- alegerea unui proces
- inlocuirea procesului curent

# Apelarea planificatorului

când procesul din starea RUNNING moare

cand procesul din starea RUNNING se blocheaza

- operatie blocanta (apel de sistem)

cand procesului din starea RUNNING ii expira cuanta

- intreruperea de ceas

cand un proces READY e prioritar

## Aspecte ale planificarii

*Cooperativ si preemptiv*

*Timp de planificare*

*Criterii de planificare*

*Tipuri de planificare*

*Notatii*

# Cooperativ si preemptiv

## cooperativ

- yielding
- da acces voluntar procesorului
- interactivitate scazuta
- implementare simpla

## preemptiv

- procesul este preemptat
- de obicei expira cuanta
  - intrerupere de ceas
- interactivitate sporita
- de avut in vedere sincronizare

# Timpi de planificare

**timp de asteptare:** timp de asteptare in READY

**turnaround time:** timp de rulare pe ceas

- de la intrarea in sistem pana la iesirea din sistem

Dorim timpi cat mai mici

- timp de asteptare mic: sistem interactiv
- turnaround time mic: sistem productiv

**in general nu poti avea si sistem productiv si interactiv**

# Criterii de planificare

## gradul de ocupare a procesorului

- cat mai mare

## productivitate (throughput)

- numar de procese incheiate
- cat mai mare

## fairness

- toate procesele sa aiba acces la procesor/resurse

## (mean) turnaround time

- cat mai mic

## timp (mediu) de raspuns

- intervalul de la intrarea in sistem pana la rulare prima oara
- cat mai mic

## timp (mediu) de asteptare

- cat mai mic

## Tipuri de planificare

**planificarea sistemelor batch (background processing)**

- accentul pe productivitate

**planificarea sistemelor interactive**

- accentul pe interactivitate/fairness

**planificarea proceselor real-time**

- indeplinirea sarcinii in timp util



# Notatii

WT - Waiting Time

MWT - Mean Waiting Time

TT - Turnaround Time

MTT - Mean Turnaround Time

J - job (batch processing)

P - process (interactive processing)

## **Planificarea in sisteme batch**

*Criterii sisteme batch*

*First Come First Served*

*Shortest Job First*

*Shortest Remaining Time First*

## criterii sisteme batch

throughput  
turnaround time  
utilizarea procesorului

First Come First Served  
Shortest Job First  
Shortest Remaining Time Next

# First Come First Served

*FCFS*

planificare in ordinea intrarii in sistem

un proces care cere procesorul este trecut într-o coada de asteptare

procese care se blochează sunt trecute la sfârșitul cozii

- + ușor de înțeles și implementat
- procesele CPU-bound încetinesc procesele I/O-bound
  - convoying
- timp mediu de așteptare/turnaround destul de mare

J1, J2, J3

joburile intra simultan in sistem

timpuri de executie: 24, 3, 3

FCFS: ordinea J1, J2, J3

$TT(J1) = 24$ ;  $TT(J2) = 27$ ;  $TT(J3) = 30$

$MTT = (24 + 27 + 30) / 3 = 27$

# Shortest Job First

*SJF*

se planifica jobul cel mai scurt

- trebuie cunoscuta durata de executie

J1, J2, J3, J4

job-urile intră simultan în sistem

timpii de execuție: 12, 20, 8, 4

FCFS: J1, J2, J3, J4

$TT(J1) = 12$ ;  $TT(J2) = 32$ ;  $TT(J3) = 40$ ;  $TT(J4) = 44$

$MTT = (12 + 32 + 40 + 44) / 4 = 32$

SJF: J4, J3, J1, J2

$TT(J4) = 4$ ;  $TT(J3) = 12$ ;  $TT(J1) = 24$ ;  $TT(J2) = 44$

$MTT = (4 + 12 + 24 + 44) / 4 = 21$

# Shortest Remaining Time First

*SRTF*

trebuie cunoscut timpul de executie a jobului

versiune preemptiva a algoritmului SJF

- cand un nou job este submis pentru executie
- ...si timpul de executie al acestuia este mai mic decat timpul ramas din executia jobului curent
- jobul curent este suspendat si noul job este executat

J1, J2, J3, J4

timpii de intrare tn sistem: 0, 1, 2, 3

timpii de executie: 8, 4, 9, 5

SRTF: J1(0:1), J2(1:5), J4(5:10), J1(10:17), J3(17:26)

$TT(J1) = 17$ ;  $TT(J2) = 4$ ;  $TT(J3) = 24$ ;  $TT(J4) = 7$

$TTM = (17 + 4 + 24 + 7) / 4 = 13$

SJF: J1(0:8), J2(8:12), J4(12:17), J3(17:26)

$TT(J1) = 8$ ;  $TT(J2) = 11$ ;  $TT(J3) = 24$ ;  $TT(J4) = 14$

$TTM = (8 + 11 + 24 + 14) / 4 = 14.25$

# Planificarea in sisteme interactive

*Sisteme interactive*

*Round Robin*

*Planificarea cu prioritati*

*Shortest Process Next*

*Planificarea pentru sisteme real-time*

**Planificarea**

critic

•

hard real-time

• rezervare

• nu se folosește

soft real-time

• procesele c

• pot cauza în

Linux/V

# Sisteme interactive

sisteme desktop

e importanta interactiunea cu utilizatorul

## Metrici importante

- timpul de raspuns
- interactivitate
- fairness

## Algoritmi

- Round Robin
- clase de prioritati
- Shortest Process Next



# Round Robin

*time sharing*

FCFS preemptiv

- cuanta de timp de rulare a programului
- la expirarea cuantei de timp procesul este preemptat

cuanta de timp **mare**

- productivitate ridicata
- interactivitate reduse

cuanta de timp **mica**

- interactivitate sporita
- productivitate redusa
  - timp consumat in schimbari de context

# Planificarea cu prioritati

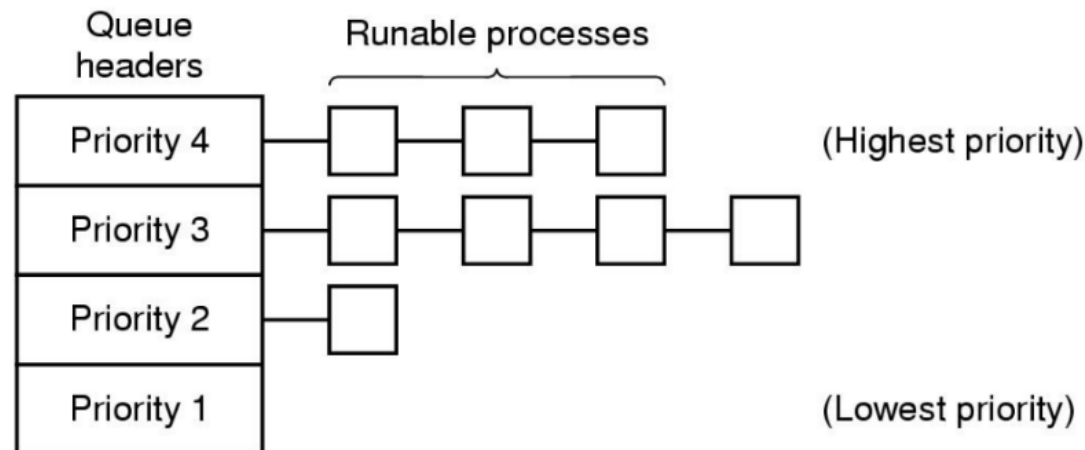
dezavantaj Round-Robin

- toate procesele sunt „egale”

abordarea pentru planificare cu prioritati

- unele procese sunt „mai egale” decat altele
- utilizatori importanti/mai putin importanti
- există procese mai importante/prioritare

prioritati dinamice si statice



# Shortest Process Next

adaptare a SJF pentru sisteme interactive

problema: nu se cunoaste timpul de executie

solutie

- estimare pe baza comportamentului anterior
- se estimează o durată  $T_0$
- procesul durează  $T_1$
- estimarea pentru următoarea cuantă va fi  $a * T_1 + (1-a) * T_0$
- $a$  – estimarea se uită sau nu repede
- tehnică de estimare de tip aging

# Planificarea pentru sisteme real time

criterii importante

- indeplinirea operatiilor in timp limitat
- predictibilitatea

hard real-time

- rezervarea resurselor
- nu se foloseste swapping sau memorie virtuală

soft real-time

- procesele critice au prioritate maximă
- pot cauza întârzieri mari celorlalte procese

Linux/Windows au implementare de soft real-time

# Cuvinte cheie

starea proceselor  
context switch  
CPU-bound  
IO-bound  
planificarea executiei  
planificator/scheduler  
algoritmi de planificare  
criterii de planificare  
echitate (fairness)  
productivitate (throughput)

timp de asteptare  
turnaround time  
procese batch  
procese interactive  
procese real-time  
FCFS  
Round Robin  
cuanta de timp  
prioritate  
CFS