

**Algoritmul de planificare în Windows**

este algoritmul de planificare în sistemul de operare Windows. Este un algoritmul de planificare în sistemul de operare Windows.

**Kernel preemptiv**

Kernel preemptiv este un tip de kernel care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Implementarea planificării**

Kernel preemptiv  
Planificarea în Windows  
Planificarea în Linux

**Planificarea executiei în Linux**

Planificarea executiei în Linux este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Planificarea proceselor real-time**

Planificarea proceselor real-time este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Planificatorul în Windows**

Planificatorul în Windows este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Completely Fair Scheduler**

Completely Fair Scheduler este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Planificarea cu prioritati**

Planificarea cu prioritati este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**First Come First Served**

First Come First Served este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Shortest Job First**

Shortest Job First este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Planificarea în sisteme batch**

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

**Round Robin**

Round Robin este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Planificarea în sisteme interactive**

Sisteme interactive  
Planificarea cu prioritati  
Planificarea pentru sisteme real-time

**Shortest Process Next**

Shortest Process Next este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Criterii sisteme batch**

Criterii sisteme batch este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Shortest Remaining Time First**

Shortest Remaining Time First este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Sisteme interactive**

Sisteme interactive este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Planificarea pentru sisteme real-time**

Planificarea pentru sisteme real-time este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Comportamentul proceselor (2)**

Comportamentul proceselor (2) este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Schimbarea de context**

Schimbarea de context este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Criterii de planificare**

Criterii de planificare este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Tipuri de planificare**

Tipuri de planificare este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Noțiuni de planificare**

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

**Tempi de planificare**

Tempi de planificare este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

**Criterii de planificare**

Cooperativ si preemptiv  
Tempi de planificare  
Criterii de planificare  
Tipuri de planificare  
Notatii

**Notatii**

Notatii este un tip de planificare care permite planificarea proceselor în mod preemptiv.

# SO Curs 4

## Planificarea executiei

**Cuprins**

Notii de planificare  
Criterii de planificare  
Planificarea pentru sisteme batch  
Planificarea pentru sisteme interactive  
Planificarea pentru sisteme real-time

**Support de curs**

OSCE  
Capitolul 2 - CPU Scheduling  
Capitolul 3 - Processes and Threads  
Capitolul 4 - Scheduling

**Conținut cheie**

Algoritmi de planificare  
Criterii de planificare  
Planificarea pentru sisteme batch  
Planificarea pentru sisteme interactive  
Planificarea pentru sisteme real-time

**Algoritmul de planificare în Windows**

este algoritmul de planificare în sistemul de operare Windows. Este un algoritmul de planificare în sistemul de operare Windows.

**Kernel preemptiv**

este un tip de kernel în sistemul de operare Windows. Este un tip de kernel în sistemul de operare Windows.

**Implementarea planificării**

Kernel preemptiv  
Planificarea în Windows  
Planificarea în Linux

**Planificarea executiei în Linux**

este un tip de planificare în sistemul de operare Linux. Este un tip de planificare în sistemul de operare Linux.

**Planificarea proceselor real-time**

este un tip de planificare în sistemul de operare real-time. Este un tip de planificare în sistemul de operare real-time.

**Planificatorul în Windows**

este un tip de planificator în sistemul de operare Windows. Este un tip de planificator în sistemul de operare Windows.

**Completely Fair Scheduler**

este un tip de scheduler în sistemul de operare Linux. Este un tip de scheduler în sistemul de operare Linux.

**Planificarea cu prioritati**

este un tip de planificare în sistemul de operare cu prioritati. Este un tip de planificare în sistemul de operare cu prioritati.

**First Come First Served**

este un tip de planificare în sistemul de operare First Come First Served. Este un tip de planificare în sistemul de operare First Come First Served.

**Shortest Job First**

este un tip de planificare în sistemul de operare Shortest Job First. Este un tip de planificare în sistemul de operare Shortest Job First.

**Planificarea în sisteme batch**

First Come First Served  
Shortest Job First  
Shortest Remaining Time First

**Round Robin**

este un tip de planificare în sistemul de operare Round Robin. Este un tip de planificare în sistemul de operare Round Robin.

**Planificarea în sisteme interactive**

Sisteme interactive  
Round Robin  
Planificarea cu prioritati  
Planificarea pentru sisteme real-time

**Shortest Process Next**

este un tip de planificare în sistemul de operare Shortest Process Next. Este un tip de planificare în sistemul de operare Shortest Process Next.

**Criterii sisteme batch**

este un tip de criterii în sistemul de operare batch. Este un tip de criterii în sistemul de operare batch.

**Shortest Remaining Time First**

este un tip de planificare în sistemul de operare Shortest Remaining Time First. Este un tip de planificare în sistemul de operare Shortest Remaining Time First.

**Sisteme interactive**

este un tip de sisteme în sistemul de operare interactive. Este un tip de sisteme în sistemul de operare interactive.

**Planificarea pentru sisteme real-time**

este un tip de planificare în sistemul de operare real-time. Este un tip de planificare în sistemul de operare real-time.

**Comportamentul proceselor (2)**

este un tip de comportament în sistemul de operare. Este un tip de comportament în sistemul de operare.

**Schimbarea de context**

este un tip de schimbare în sistemul de operare. Este un tip de schimbare în sistemul de operare.

**Criterii de planificare**

este un tip de criterii în sistemul de operare. Este un tip de criterii în sistemul de operare.

**Tipuri de planificare**

este un tip de tipuri în sistemul de operare. Este un tip de tipuri în sistemul de operare.

**Comportamentul proceselor**

este un tip de comportament în sistemul de operare. Este un tip de comportament în sistemul de operare.

**Tipuri de planificare**

este un tip de tipuri în sistemul de operare. Este un tip de tipuri în sistemul de operare.

**Noțiuni de planificare**

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

**Criterii de planificare**

Cooperativ si preemptiv  
Tipuri de planificare  
Criterii de planificare  
Tipuri de planificare  
Notatii

**Notatii**

este un tip de notatii în sistemul de operare. Este un tip de notatii în sistemul de operare.

**Apelarea planificatorului**

este un tip de apelare în sistemul de operare. Este un tip de apelare în sistemul de operare.

**Cooperativ si preemptiv**

este un tip de cooperativ și preemptiv în sistemul de operare. Este un tip de cooperativ și preemptiv în sistemul de operare.

**Implementarea planificatorului**

este un tip de implementare în sistemul de operare. Este un tip de implementare în sistemul de operare.

**Cuprins**

este un tip de cuprins în sistemul de operare. Este un tip de cuprins în sistemul de operare.

**Support de curs**

este un tip de suport de curs în sistemul de operare. Este un tip de suport de curs în sistemul de operare.

**Conținut cheie**

este un tip de conținut cheie în sistemul de operare. Este un tip de conținut cheie în sistemul de operare.

# SO Curs 4

## Planificarea executiei

# 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

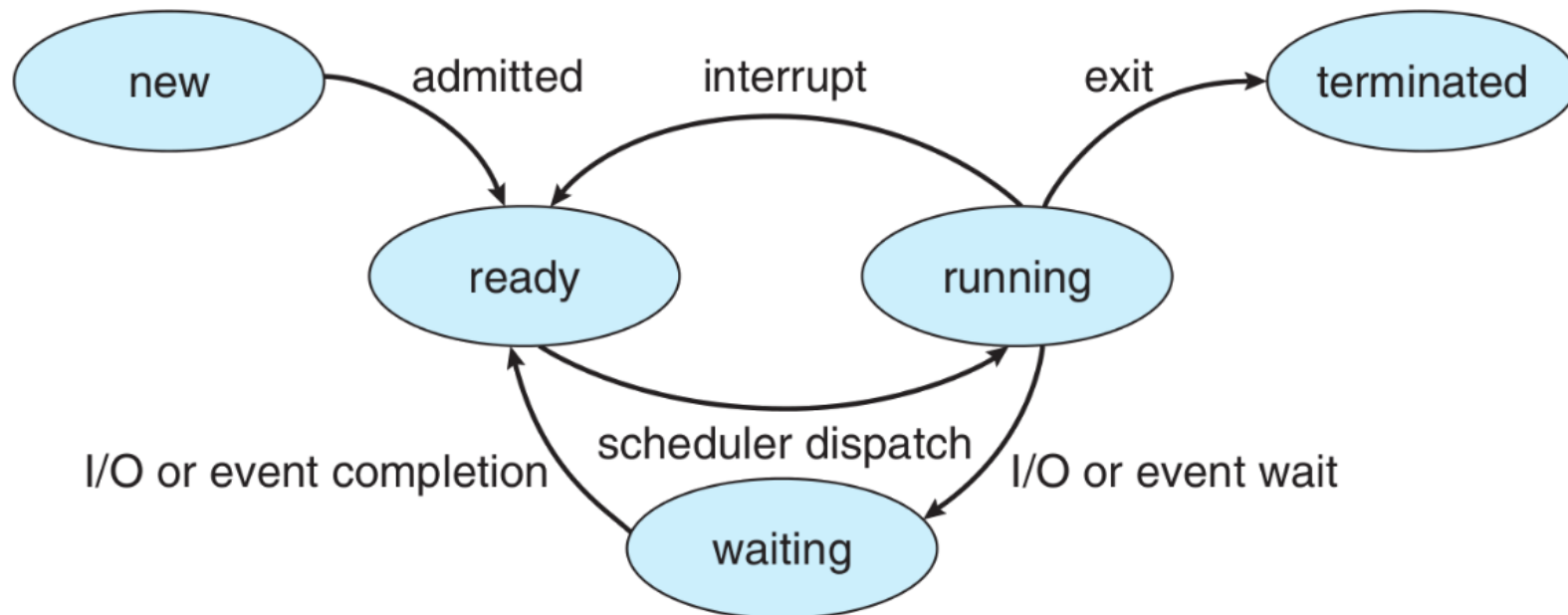
*Starea proceselor*  
*Comportamentul proceselor*  
*Schimbarea de context*  
*Planificarea executiei*  
*Apelarea planificatorului*  
*Implementarea planificatorului*

**Imple**

o functie apelata i  
• un apel de siste  
procesul)  
• o intrerupere (e  
functia se cheama so

alta f

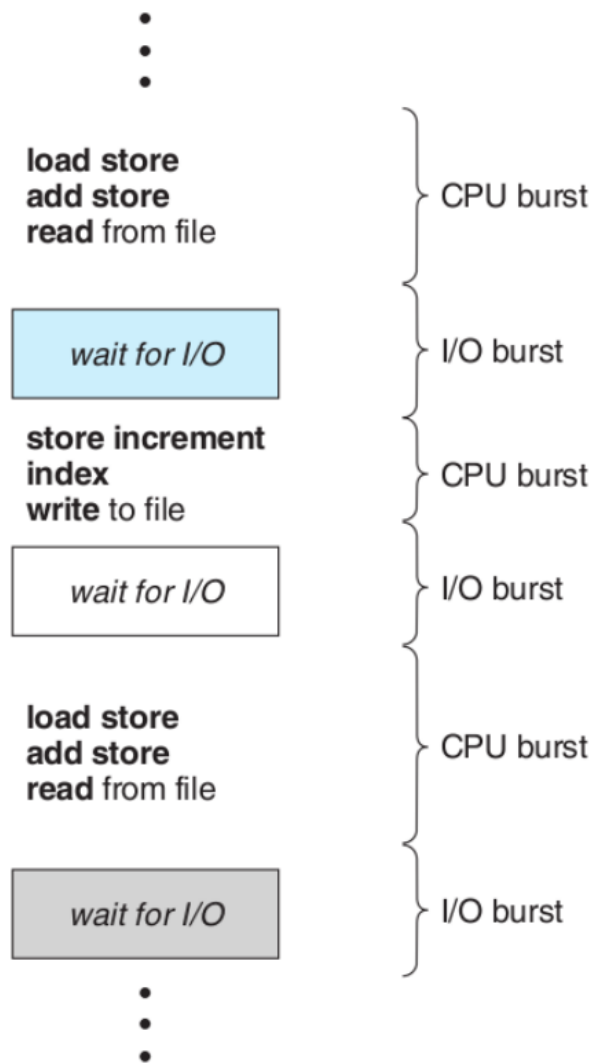
# Starea proceselor



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

- $N$  = numarul de core-uri

# Comportamentul proceselor



# Comportamentul proceselor (2)

CPU-intensive

IO-intensive

CPU bursts

I/O bursts

tranzitii intre stari  
schimbare de context



# 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

# Implementarea planificatorului

o functie apelata in urma

- un apel de sistem (se blocheaza procesul, moare procesul)
- o intrerupere (expira cuanta)

functia se cheama `schedule()` sau `dispatch()`

alte functii actualizeaza attributele proceselor si sorteaza procesele functie de criterii de planificare

planificatorul (functia `schedule()`):

- salveaza contextul curent (registre, resurse)
- selecteaza un proces
- incarca un context nou

# Criterii de planificare

*Cooperativ si preemptiv  
Timp de planificare  
Criterii de planificare  
Tipuri de planificare  
Notatii*

zare

# Cooperativ si preemptiv

voluntary/involuntary preemption

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 în ordinea intrării în sistem

un proces care cere procesorul este trecut într-o coadă de așteptare

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 destul de mare

J1, J2, J3

joburile intra simultan in sistem

timpii 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 execuie al acestuia este mai mic decat timpul ramas din executia jobului curent
- jobul curent este suspendat si noul job este executat

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

J1, J2, J3, J4

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

timpii de executie: 8, 4, 9, 5

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**

- critice
- hard real-time
  - rezervare
  - nu se folosește
- soft real-time
  - procesele c...
  - pot cauza în...

Linux/



# Sisteme interactive

sisteme desktop  
e importanta interactiunea cu utilizatorul

timpul de raspuns  
interactivitate  
fairness

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 schimbare de context

# Planificarea cu prioritati

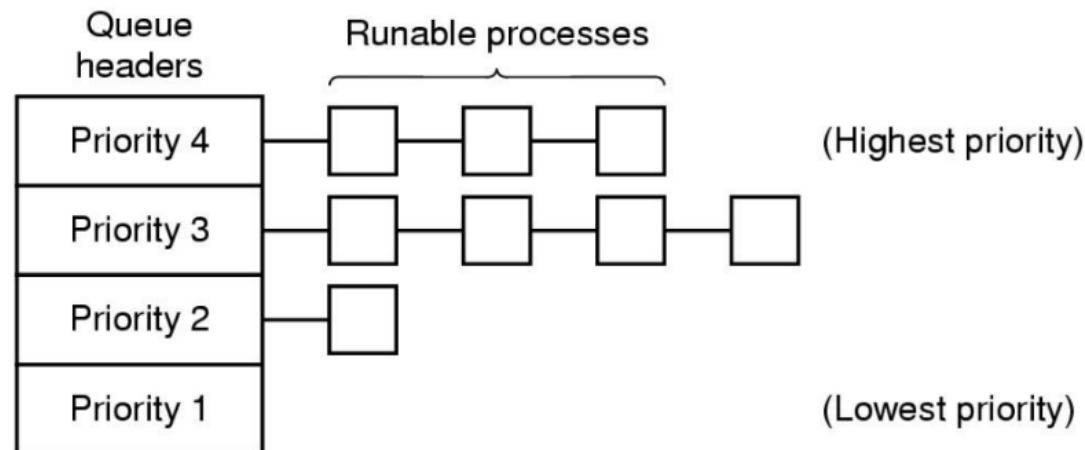
dezavantaj Round-Robin

- toate procesele sunt „egale”

abordare 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

# Implementarea planificării

*Kernel preemptiv*  
*Planificarea in Windows*  
*Planificarea in Linux*

# Kernel preemptiv

un proces poate fi intrerupt in timp de lucreaza in kernel space

spatiul kernel e comun tuturor proceselor

- un proces poate fi intrerupt in orice punct din kernel
- nevoie de locking

latenta redusa, sistem mai responsiv

dificultate sporita in implementare (locking)

Linux si Windows au kernel preemptiv

# Planificatorul in Windows

algoritm de planificare preemptiva bazat pe prioritati  
subsistemul de planificare se cheamă dispatcher

o schemă de prioritati pe 32 de niveluri

- 0 – prioritate sistem
- 1-15 – clasă variabila de prioritati
- 16-30 – clasă real-time

nucleu preemptiv



# Algoritmul de planificare in Windows

este selectat procesul cu prioritatea cea mai mare  
fiecare prioritate are asociata o coada

procese din fiecare coada sunt procese in starea READY

procese din aceeasi coada sunt planificate asemanator cu Round-Robin

# Planificarea executiei in Linux

planificator preemptiv, time-sharing  
suport pentru procese real-time

kernel preemptiv de la versiunea 2.6

planificatorul gestionează 4 clase de procese [5]

- real-time FCFS
- real-time RR
- interactive
- batch

# Completely Fair Scheduler

*CFS*

2.6.23 – prezent

time-ordered red-black tree

virtual runtime

- fiecare proces are un timp „virtual” de execuție
- cel mai din stanga proces are timpul virtual cel mai mic
  - va fi urmatorul planificat

planificare:  $t_{\text{virtual\_curent}} - t_{\text{virtual\_stanga}} > \text{threshold}$

operatii in  $O(\log n)$

# Planificarea proceselor real-time

conform cu POSIX.1b

## FCFS

- un proces din această clasă va fi înlocuit doar dacă efectuează o operație blocantă

## RR

- la fel ca FCFS, dar un proces va fi preemptat dacă îi consuma cuanta de timp
- cuanta de timp este mai mare decât pentru procesele interactive

# 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  
FSFS  
Round Robin  
cuanta de timp  
prioritate  
CFS