

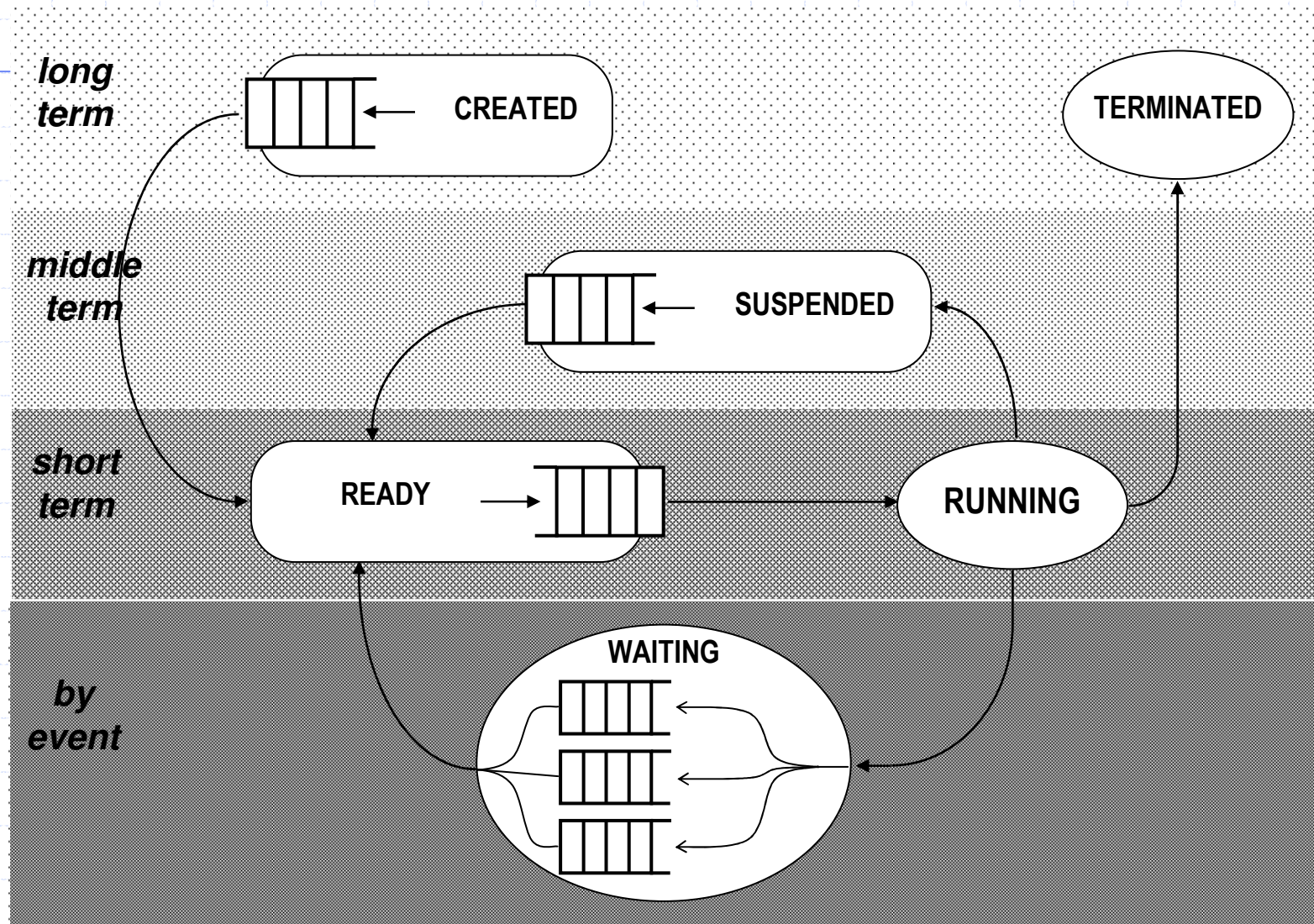
Sistemi Operativi

Esercizi Ordinamento Processi

Docente: Claudio E. Palazzi
cpalazzi@math.unipd.it

Crediti per queste slides ad A. Memo e T. Vardanega

Fasi di ordinamento



L'ordinamento dei processi

◆ Criteri quantitativi di valutazione prestazionale delle politiche di ordinamento

■ **Efficienza di utilizzo**

- ◆ Tempo utile/tempo di gestione

■ ***Throughput***

- ◆ Processi completati per unità di tempo

■ **Tempo di *turn-around***

- ◆ Tempo di completamento

■ **Tempo di attesa**

■ **Tempo di risposta**

Attribuzione della CPU – 1

- Consiste nel selezionare un processo dalla ***ready list*** e attribuirgli la CPU
- L'operazione viene effettuata in modo coordinato dallo ***scheduler*** e dal ***dispatcher***
 - Moduli del nucleo del sistema operativo
 - Lo *scheduler* fissa la politica
 - Il *dispatcher* ne attua le scelte

Attribuzione della CPU – 2

- Alcune politiche di ordinamento
 - ***First Come First Served*** [FCFS]
 - ***Round Robin*** [RR]
 - ***Shortest Job First*** [SJF]
 - Versione base senza prerilascio
 - Diventa ***Shortest Remaining Time Next*** [SRTN] se applicata con prerilascio
 - Con attributo di priorità statica associata ai processi e con prerilascio [FPS]

First Come First Served – 1.1

- ◆ La CPU viene assegnata al processo che la richiede per primo
 - Selezione dei processi da una coda FIFO

Esempio

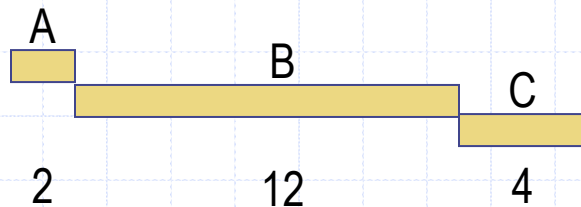
processo **A**: tempo di esecuzione = 2 [u.t.]

processo **B**: tempo di esecuzione = 12 [u.t.]

processo **C**: tempo di esecuzione = 4 [u.t.]

N.B. trascuriamo per semplicità i tempi di scambio di contesto

First Come First Served – 1.2



TEMPO DI ATTESA

$$T_{\text{att}}(A) = 0$$

$$T_{\text{att}}(B) = 2$$

$$T_{\text{att}}(C) = 2 + 12 = 14$$

$$T_{\text{att}}(\text{medio}) = (0 + 2 + 14) / 3 = 5,3 \text{ [u.t.]}$$

TEMPO DI *TURN AROUND*

$$T_{\text{ta}}(A) = 2$$

$$T_{\text{ta}}(B) = 2 + 12 = 14$$

$$T_{\text{ta}}(C) = 2 + 12 + 4 = 18$$

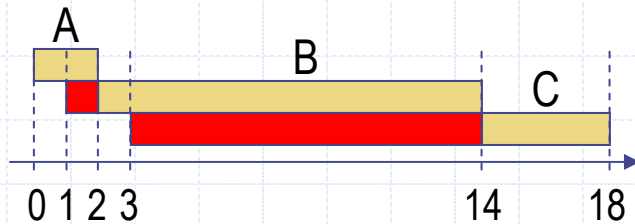
$$T_{\text{ta}}(\text{medio}) = (2 + 14 + 18) / 3 = 11,3 \text{ [u.t.]}$$

... e il Tempo di Risposta ?

First Come First Served – 2.1

Esempio 2 processo **A**: tempo di arrivo = 0
 tempo di esecuzione = 2 [u.t.]
 processo **B**: tempo di arrivo = 1
 tempo di esecuzione = 12 [u.t.]
 processo **C**: tempo di arrivo = 3
 tempo di esecuzione = 4 [u.t.]

First Come First Served – 2.2



TEMPO DI ATTESA

$$T_{\text{att}}(A) = 0$$

$$T_{\text{att}}(B) = 1$$

$$T_{\text{att}}(C) = 11$$

$$T_{\text{att}}(\text{medio}) = (0 + 1 + 11) / 3 = 4 \text{ [u.t.]}$$

TEMPO DI *TURN AROUND*

$$T_{\text{ta}}(A) = 2$$

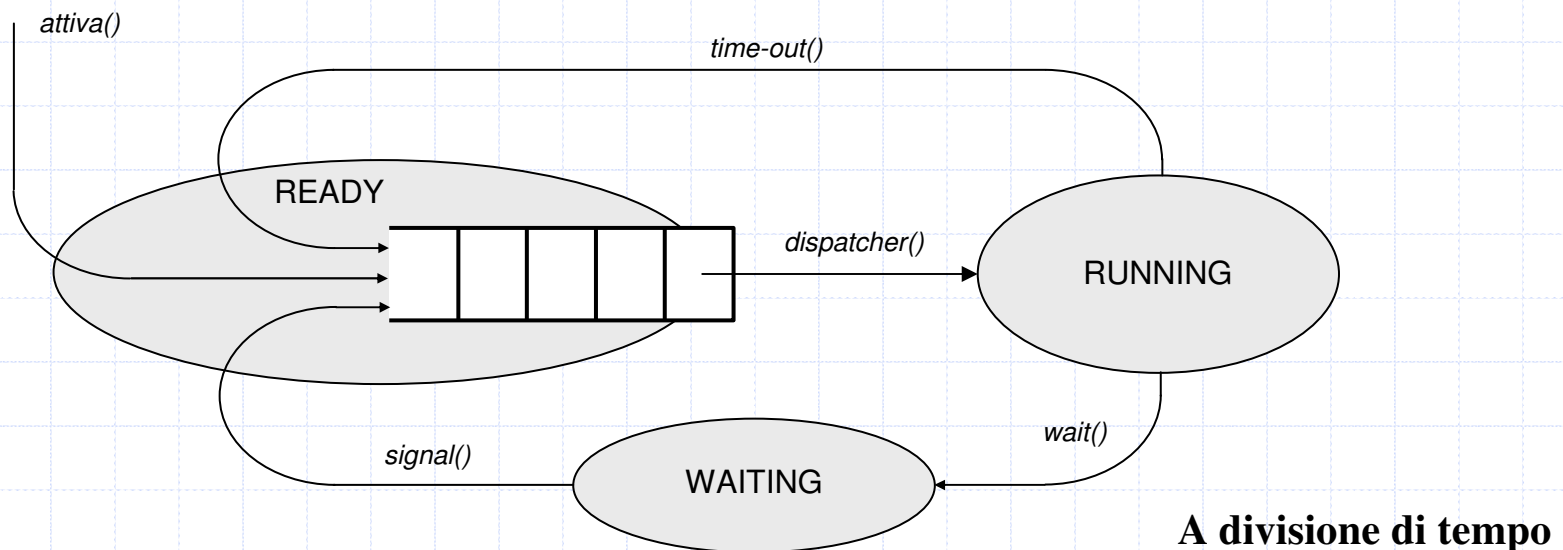
$$T_{\text{ta}}(B) = 1 + 12 = 13$$

$$T_{\text{ta}}(C) = 11 + 4 = 15$$

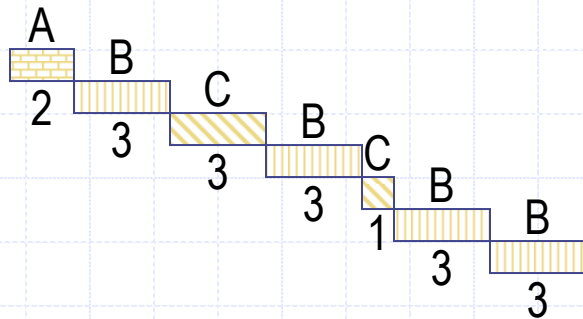
$$T_{\text{ta}}(\text{medio}) = (2 + 13 + 15) / 3 = 10 \text{ [u.t.]}$$

Round Robin – 1

- ◆ Opera come FCFS ma con prerilascio per esaurimento del quanto di tempo
 - La *ready list* viene trattata come una coda circolare



Round Robin – 2



Tempo di arrivo di A = 0, di esecuzione = 2

Tempo di arrivo di B = 0, di esecuzione = 12

Tempo di arrivo di C = 0, di esecuzione = 4

Quanto di tempo = 3 [u.t.]

TEMPO DI ATTESA

$$T_{att}(A) = 0$$

$$T_{att}(B) = 2 + 3 + 1 = 6$$

$$T_{att}(C) = 2 + 3 + 3 = 8$$

$$T_{att}(\text{medio}) = (0 + 6 + 8) / 3 = 4,6 \text{ [u.t.]}$$

TEMPO DI *TURN AROUND*

$$T_{ta}(A) = 2$$

$$T_{ta}(B) = 2 + 3 + 3 + 3 + 1 + 3 + 3 = 18$$

$$T_{ta}(C) = 2 + 3 + 3 + 3 + 1 = 12$$

$$T_{ta}(\text{medio}) = (2 + 18 + 12) / 3 = 10,6 \text{ [u.t.]}$$

Round Robin – 3

Calcolare i tempi di attesa e di *turn-around* medi con un valore di quanto prima di 1 e poi di 5 [u.t.]. Cambierà qualcosa?

Quanto di tempo = 1 [u.t.]

$$T_{\text{att}}(\text{medio}) = (2 + 6 + 6) / 3 = 4,6 \text{ [u.t.]}$$

$$T_{\text{ta}}(\text{medio}) = (4 + 18 + 10) / 3 = 10,6 \text{ [u.t.]}$$

Quanto di tempo = 5 [u.t.]

$$T_{\text{att}}(\text{medio}) = (0 + 6 + 7) / 3 = 4,3 \text{ [u.t.]}$$

$$T_{\text{ta}}(\text{medio}) = (2 + 18 + 11) / 3 = 10,3 \text{ [u.t.]}$$

Round Robin – 4

A A
B B B BBBBBBBBB
C C C C

Quanto di tempo = 1 [u.t.]

AaaaA
bBbbBbBbBBBBBBBB
ccCccCcCCc

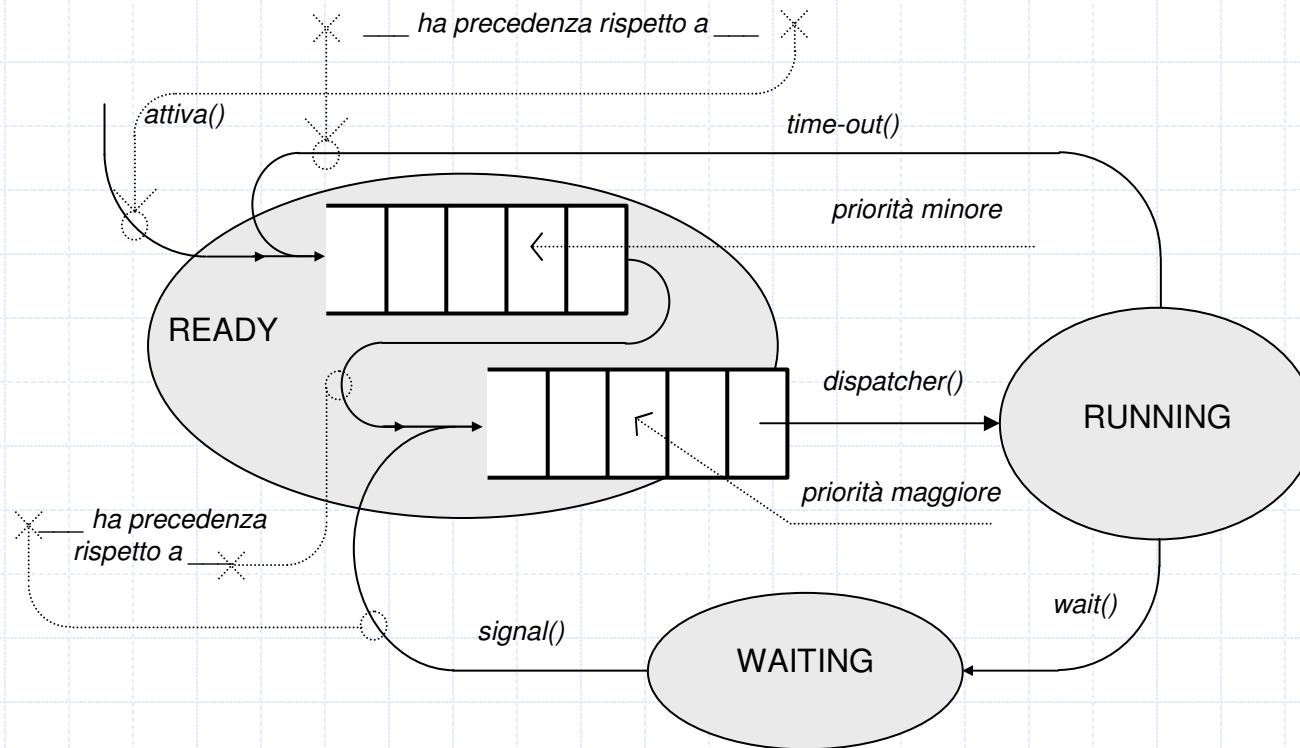
AA
BBBBB BBBBBBB
CCCC

Quanto di tempo = 5 [u.t.]

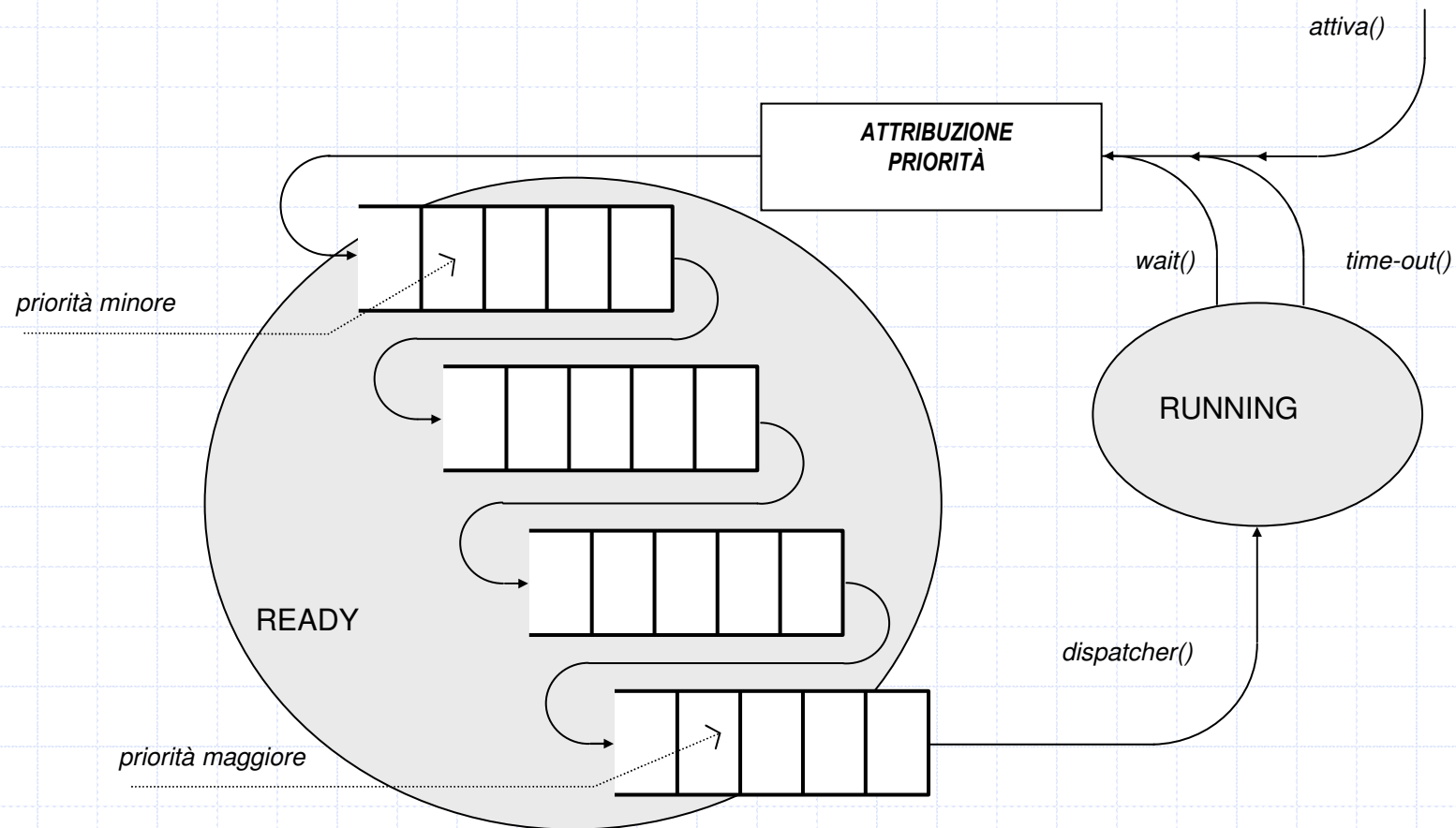
AA
bbBBBBbbbbbBBBBBBB
ccccccccCCCC

Round Robin con priorità all'I/O

◆ Processi *I/O bound* e *CPU bound*



Round Robin con priorità multiple



Round Robin con priorità multiple

Priorità: 5 elevata, 1 bassa

TEMPO DI ATTESA = 16,50 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 22,33 [u.t.]

Processo	Arrivo	Esecuzione	Priorità
A	0	7	4
B	0	6	2
C	0	10	3
D	0	2	3
E	0	7	5
F	0	3	1

slot time = 4 [u.t.]

EEEE . EEE

aaaa . aaa . AAAA . AAA

cccc . ccc . cccc . ccc . CCCC . cc . CCCC . CC

dddd . ddd . dddd . ddd . dddd . DD

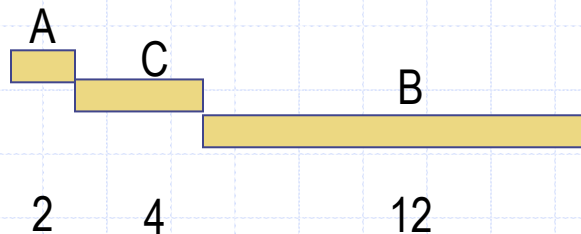
bbbb . bbb . bbbb . bbb . bbbb . bb . bbbb . bb . BBBB . BB

ffff . fff . ffff . fff . ffff . ff . ffff . ff . ffff . ff . FFF

Shortest Job First

- ◆ Meglio definita come
 - ***"Shortest next-CPU-burst First"***
- ◆ La CPU viene assegnata al processo che ha il "*CPU-burst*" successivo più breve
- ◆ Può essere realizzata senza uso di prerilascio
- ◆ Oppure con prerilascio
 - SRTN

Shortest Job First senza prerilascio



TEMPO DI ATTESA

$$T_{att}(A) = 0$$

$$T_{att}(B) = 2 + 4 = 6$$

$$T_{att}(C) = 2$$

$$T_{att}(\text{medio}) = (0 + 6 + 2) / 3 = 2,6 \text{ [u.t.]}$$

TEMPO DI *TURN AROUND*

$$T_{ta}(A) = 2$$

$$T_{ta}(B) = 2 + 4 + 12 = 18$$

$$T_{ta}(C) = 2 + 4 = 6$$

$$T_{ta}(\text{medio}) = (2 + 18 + 6) / 3 = 8,6 \text{ [u.t.]}$$

Shortest Job First con prerilascio

TEMPO DI ATTESA = 7 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 12,83 [u.t.]

Processo	Arrivo	Esecuzione
A	2	7
B	0	6
C	5	10
D	10	2
E	7	7
F	4	3

BBBBBB

----ff.FFF

--aaaa.aaa.A.aa.AAAAAA

-----.-.-.-.DD

-----.-ee.e.ee.aaaaaa.EEEEEEE

-----c.ccc.c.cc.cccccc.cccccc.CCCCCCCCC

Esercizio con soluzioni – 1

Cinque processi *batch*, identificati dalle lettere A-E arrivano all'elaboratore allo stesso istante. I processi hanno un tempo di esecuzione stimato di 8, 10, 2, 4 e 8 unità di tempo rispettivamente, mentre le loro priorità (fissate esternamente) sono rispettivamente 2, 4, 5, 1 e 3 (con 5 valore maggiore). Per ognuno dei seguenti algoritmi di ordinamento determinare: (i) il **tempo medio di turn-around** e (ii) il **tempo medio di attesa**, trascurando i tempi dovuti allo scambio di contesto.

- ◆ *Round Robin* (con quanto di tempo = 2)
- ◆ Con priorità (senza prerilascio)
- ◆ FCFS
- ◆ SJF

Soluzioni

RR

$$t_{\text{att}}(\text{medio}) = 15,6 \text{ [u.t.]}$$

$$t_{\text{ta}}(\text{medio}) = 22 \text{ [u.t.]}$$

priorità

$$t_{\text{att}}(\text{medio}) = 12,4 \text{ [u.t.]}$$

$$t_{\text{ta}}(\text{medio}) = 18,8 \text{ [u.t.]}$$

FCFS

$$t_{\text{att}}(\text{medio}) = 14 \text{ [u.t.]}$$

$$t_{\text{ta}}(\text{medio}) = 20,4 \text{ [u.t.]}$$

SJF

$$t_{\text{att}}(\text{medio}) = 8,8 \text{ [u.t.]}$$

$$t_{\text{ta}}(\text{medio}) = 15,2 \text{ [u.t.]}$$

Esercizio con soluzioni – 2

Cinque processi *batch*, identificati dalle lettere A-E, arrivano all'elaboratore agli istanti di tempo 0, 2, 5, 8 e 11 rispettivamente. I processi hanno un tempo di esecuzione stimato di 9, 1, 7, 3 e 5 unità di tempo rispettivamente, mentre le loro priorità (mantenute staticamente) sono rispettivamente 3, 2, 4, 5 e 1 (con 5 valore maggiore). Per ognuna delle seguenti politiche di ordinamento determinare (i) il **tempo medio di risposta**, (ii) il **tempo medio di *turn-around*** e (iii) il **tempo medio di attesa**, trascurando i tempi dovuti allo scambio di contesto.

- ◆ FCFS
- ◆ *Round Robin* (quanto di tempo = 3)
- ◆ *Round Robin* (quanto di tempo = 3) con priorità ma senza prerilascio
 - Nel caso di arrivo di un processo in contemporanea a un'uscita per *time_out()*, si dia precedenza al processo prerilasciato per *time_out()*
- ◆ SJF senza prerilascio
- ◆ SJF con prerilascio

FCFS

TEMPO DI RISPOSTA = 6,0 [u.t.]

TEMPO DI ATTESA = 6,0 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 11,0 [u.t.]

Processo	Arrivo	Esecuzione	Priorità
A	0	9	2
B	2	1	4
C	5	7	3
D	8	3	3
E	11	5	1

AAAAAAAA

--bbbbbbbB

-----ccccCCCCCCC

-----dddddDDDD

-----eeeeeeeeEEEEEE

Round Robin quanto di tempo = 3 [u.t.]

AAAaAAAaaaAAA

--bB

-----ccCCCcccccccCCCccccC

-----dddddDDD

-----eeeeeeeeEEeeEE

TEMPO DI RISPOSTA = 3,2 [u.t.]

TEMPO DI ATTESA = 6,0 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 11,0 [u.t.]

Round Robin con priorità ma senza prerilascio

TEMPO DI RISPOSTA = 5,6 [u.t.]

TEMPO DI ATTESA = 8,2 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 13,2 [u.t.]

AAAAAAaaaaaaaaaaaaAAA

--bbbbbbbbbbbbbbbbbbB

-----cCCCcccCCCC

-----dDDD

-----eeeeeeeeEEEEEE

Round Robin con priorità e con prerilascio

```
AAAAAaaaaaaaaaaaaAAAA
--bbbbbbbbbbbbbbbbbbB
-----CCCcccCCCC
-----DDD
-----eeeeeeeeeeEEEEEE
```

TEMPO DI RISPOSTA = 5,2 [u.t.]

TEMPO DI ATTESA = 7,8 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 12,8 [u.t.]

SJF senza prerilascio

TEMPO DI RISPOSTA = 4,8 [u.t.]

TEMPO DI ATTESA = 4,8 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 9,8 [u.t.]

```
AAAAA
--bbbbbbB
-----ccccccccccccCCCCC
-----ddDDD
-----eeEEEEEE
```

SJF con prerilascio

TEMPO DI RISPOSTA = 3,4 [u.t.]

TEMPO DI ATTESA = 3,6 [u.t.]

TEMPO DI *TURN AROUND* = 8,6 [u.t.]

AAaAAAAAA

--B

-----ccccccccccccCCCCCCC

-----ddDDD

-----eeEEEE

Esercizio

Si supponga che tre clienti arrivino a una stazione di servizio per fare il pieno di benzina, e che ognuno impieghi il seguente tempo, noto a priori

auto	arrivo	servizio (in minuti)
A	8:00	8
B	8:06	5
C	8:07	2

Nell'ipotesi che alle 8:00 l'unica pompa di benzina della stazione sia libera, calcolare il tempo medio di attesa e il tempo medio di turn-around applicando politiche di ordinamento FIFO, SJF senza prerilascio e SJF con prerilascio.

Esercizio

Cinque processi *batch*, identificati dalle lettere A-E, arrivano all'elaboratore allo stesso istante. I processi hanno un tempo di esecuzione stimato di 10, 6, 2, 4 e 8 unità di tempo rispettivamente, mentre le loro priorità (determinate esternamente) sono rispettivamente 3, 5, 2, 1 e 4 (con 5 valore maggiore). Per ognuno delle seguenti politiche di ordinamento determinare: **(i) il tempo medio di *turn-around*** e **(ii) il tempo medio di attesa**, trascurando i tempi dovuti allo scambio di contesto.

- ◆ *Round Robin* (quanto di tempo = 2)
- ◆ Con priorità esterna senza prerilascio
- ◆ FCFS
- ◆ SJF senza prerilascio