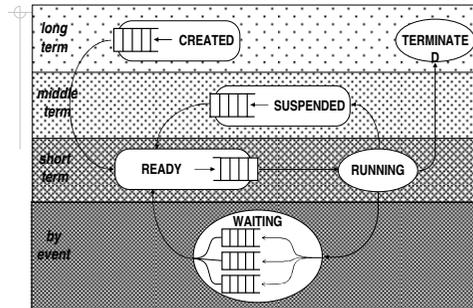


## Ordinamento dei processi

Materiale preparato da: A. Memo

Rivisitazione e discussione in aula:  
**Claudio Palazzi** – *cpalazzi@math.unipd.it*

## 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

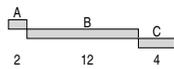
- ◆ La CPU viene assegnata al processo che la richiede per primo
  - Selezione dei processi da una coda FIFO

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

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

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

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

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

### TEMPO DI TURN AROUND

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

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

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

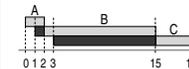
$$T_{ta}(\text{medio}) = (2 + 14 + 18) / 3 = 11,3 \text{ [u.t.]}$$

... 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

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

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

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

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

### TEMPO DI TURN AROUND

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

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

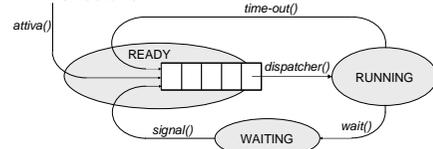
$$T_{ta}(C) = 11 + 4 = 15$$

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

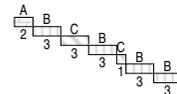
## Round Robin – 1

◆ 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.]

$$T_{att}(\text{medio}) = (2 + 6 + 6) / 3 = 4,6 \text{ [u.t.]} \quad T_{ta}(\text{medio}) = (4 + 18 + 10) / 3 = 10,6 \text{ [u.t.]}$$

Quanto di tempo = 5 [u.t.]

$$T_{att}(\text{medio}) = (0 + 6 + 7) / 3 = 4,33 \text{ [u.t.]} \quad T_{ta}(\text{medio}) = (2 + 18 + 11) / 3 = 10,3 \text{ [u.t.]}$$

### Round Robin – 4

Quanto di tempo = 1 [u.t.]

```

A A
B B B BBBBBBBB
C C C C

```

Quanto di tempo = 5 [u.t.]

```

AA
BBBBB BBBBBBB
CCCC

```

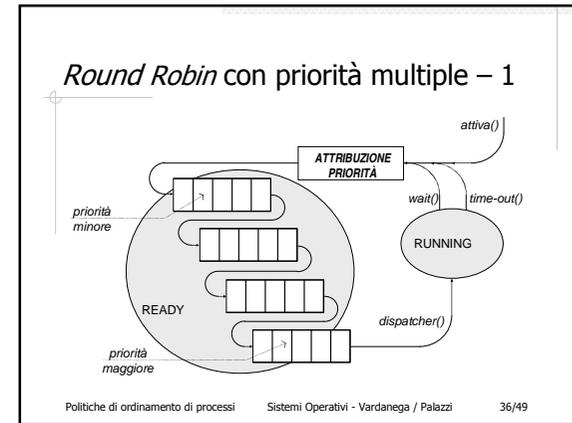
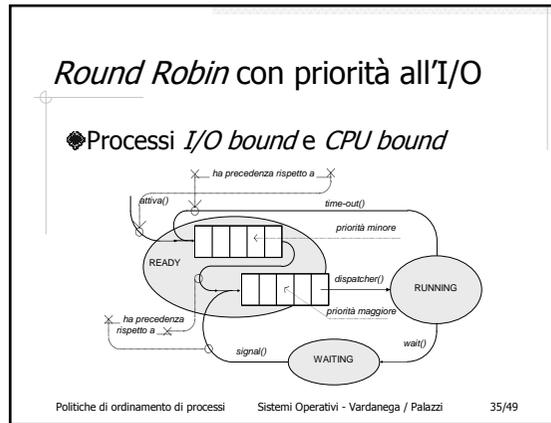
Quanto di tempo = 5 [u.t.]

```

AA
bbBBBBBbbbBBBBBB
ccccccCCCC

```

Politiche di ordinamento di processi Sistemi Operativi - Vardanega / Palazzi 34/49



### Round Robin con priorità multiple – 2

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

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

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

Quanto di tempo = 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

```

Politiche di ordinamento di processi Sistemi Operativi - Vardanega / Palazzi 37/49

### 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 remaining time next)

Politiche di ordinamento di processi Sistemi Operativi - Vardanega / Palazzi 38/49

### Shortest Job First senza prerilascio

A, B, C arrivano al tempo 0

TEMPO DI ATTESA

$T_{att}(A) = 0$   
 $T_{att}(B) = 2 + 4 = 6$   
 $T_{att}(C) = 2$   
 $T_{att}(\text{medio}) = (0 + 6 + 2) / 3 = 2,6$  [u.t.]

TEMPO DI TURN AROUND

$T_{ta}(A) = 2$   
 $T_{ta}(B) = 2 + 4 + 12 = 18$   
 $T_{ta}(C) = 2 + 4 = 6$   
 $T_{ta}(\text{medio}) = (2 + 18 + 6) / 3 = 8,6$  [u.t.]

Politiche di ordinamento di processi Sistemi Operativi - Vardanega / Palazzi 39/49

## 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.eeeee.EEEEEEE
-----C.ccc.c.cc.cccccc.CCCCCCCCC
```

## Esercizio risolto – 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

## Soluzione – 1

RR (time slot = 2 [u.t.])

$t_{att}$  (medio) = 15,6 [u.t.]  
 $t_{ra}$  (medio) = 22 [u.t.]

Priorità (senza prerilascio)

$t_{att}$  (medio) = 12,4 [u.t.]  
 $t_{ra}$  (medio) = 18,8 [u.t.]

FCFS

$t_{att}$  (medio) = 14 [u.t.]  
 $t_{ra}$  (medio) = 20,4 [u.t.]

SJF

$t_{att}$  (medio) = 8,8 [u.t.]  
 $t_{ra}$  (medio) = 15,2 [u.t.]

## Esercizio risolto – 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 1 (quanto di tempo = 3)
- Round Robin 2 (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

## Soluzione – 2 (FCFS)

	Processo	Arrivo	Esecuzione	Priorità
TEMPO DI RISPOSTA = 6,0 [u.t.]	A	0	9	3
	B	2	1	2
TEMPO DI ATTESA = 6,0 [u.t.]	C	5	7	4
	D	8	3	5
TEMPO DI TURN AROUND = 11,0 [u.t.]	E	11	5	1

```
AAAAAAAAA
--bbbbbbB
-----ccccCCCCC
-----dddddddDD
-----eeeeeeeeEEEE
```

## Soluzione – 2 (Round Robin)

◆ Quanto di tempo = 3

```
AAAAAAAAaAAA
--bB
-----ccCCCCccccCCCCcc
-----ddddDDD
-----eeeeeeeeEEEE
```

TEMPO DI RISPOSTA = 3,2 [u.t.]  
 TEMPO DI ATTESA = 6,0 [u.t.]  
 TEMPO DI TURN AROUND = 11,0 [u.t.]

## Soluzione – 2 (*Round Robin*)

Priorità: 3, 2, 4, 5 e 1 (con 5 valore maggiore)

### ◆ Con priorità senza prerilascio

TEMPO DI RISPOSTA = 5,6 [u.t.]  
 TEMPO DI ATTESA = 8,2 [u.t.]  
 TEMPO DI *TURN AROUND* = 13,2 [u.t.]

```

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
--bbbbbbbbbbbbbbbbB
-----cCCCCCCCCC
-----dDDD
-----eEEEEEEEEEE
    
```

### ◆ Con priorità e prerilascio

```

AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
--bbbbbbbbbbbbbbbbB
-----cCCCCCCCCC
-----DDD
-----eEEEEEEEEEE
    
```

TEMPO DI RISPOSTA = 5,2 [u.t.]  
 TEMPO DI ATTESA = 7,8 [u.t.]  
 TEMPO DI *TURN AROUND* = 12,8 [u.t.]

## Soluzione – 2 (*SJF*)

Priorità: 3, 2, 4, 5 e 1 (con 5 valore maggiore)

### ◆ 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.]

```

AAAAAAAAA
--bbbbbbb
-----ccccccccccccCCCCC
-----dDDD
-----eEEEE
    
```

### ◆ 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
-----ccccccccccccCCCCC
-----dDDD
-----eEEEE
    
```

## Esercizio non risolto – 1

- ◆ 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 non risolto – 2

- ◆ 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