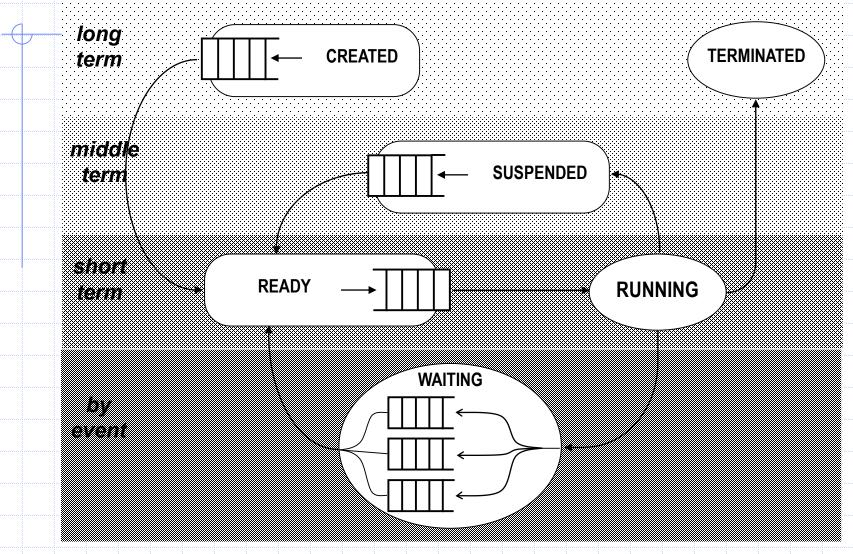
# Sistemi Operativi Esercizi Ordinamento Processi

Docente: Claudio E. 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

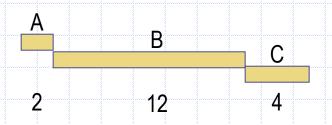
Esempio processo A: tempo di esecuzione = 2 [u.t.]

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**

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

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

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

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

#### TEMPO DI TURN AROUND

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

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

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

$$T_{ta}$$
 (medio) = (2 + 14 + 18) / 3 = 11,3 [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**

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

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

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

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

#### TEMPO DI TURN AROUND

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

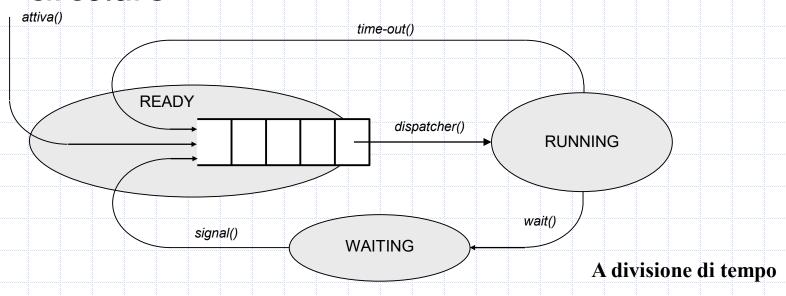
$$T_{ta}(B) = 1 + 12 = 13$$

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

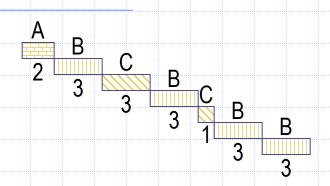
$$T_{ta}$$
 (medio) = (2 + 13 + 15) / 3 = 10 [u.t.]

### 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

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

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

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

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

#### TEMPO DI TURN AROUND

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

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

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

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

$$T_{att}$$
 (medio) =  $(2 + 6 + 6) / 3 = 4.6$  [u.t.]

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

Quanto di tempo = 5 [u.t.]

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

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

### Round Robin - 4

A A

B B B BBBBBBBB

CCCC

**A**aa**A** 

Quanto di tempo = 1 [u.t.]

CCCCCCC

AA

BBBBB BBBBBBB

CCCC

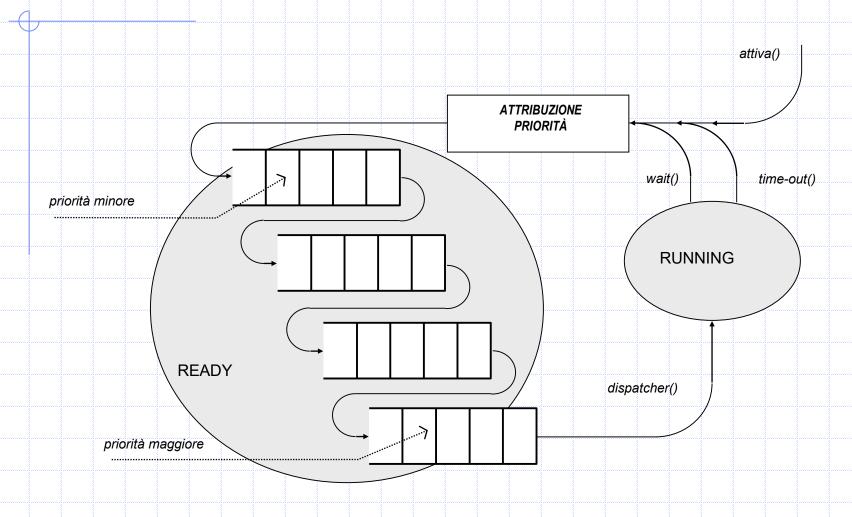
AA

bb**BBBBB**bbbb**BBBBBB** 

cccccccccc

Quanto di tempo = 5 [u.t.]

# Round Robin con priorità multiple



# Round Robin con priorità multiple

Pri	ori	ità:	5	ele	va	ta,	-1-1	วลร	ssa

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

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

Processo	Arrivo	<b>Esecuzio</b>	ne Priorità	
A	0	7	4	
В	0	6	2	
С	0	10	3	
D	0	2	3	
Е	0	7	5	
F	0	3	1	****

slot time = 4 [u.t.]

#### EEEE.EEE

aaaa.aaa.AAAA.AAA

ccc.ccc.ccc.CCC.cc.CCC.CC

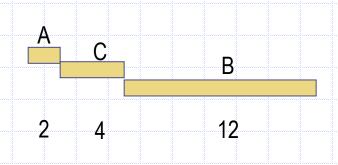
dddd.ddd.ddd.ddd.DD

bbbb.bbb.bbb.bbb.bbb.bb.bb.BBB.BB

# 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**

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

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

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

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

#### TEMPO DI TURN AROUND

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

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

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

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

# Shortest Job First con prerilascio (SRTN)

	1 24		4			
TE			TTES	<b>A</b>	<b>7</b> F	- 17
- 3 II I	· N/I D (	11111	1 I <b>– </b>	$\Lambda =$	, ,	1 T I
		UIA		-	, ,,	U
	<u> </u>		— —		- L	

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

Processo	Arrivo	Esecuzio	ne
Α	2	7	
В	0	6	
С	5	10	
D	10	2	
E	7	7	
F	4	3	

#### **BBBBBB**

- ---ff.FFF
- --aaaa.aaa.A.aa.AAAAA
- ----. DD
- ----.-ee.e.ee.eeeee.EEEEEE
- ----c.ccc.c.cc.ccccc.ccccc.CCCCCCCC

# 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 4, 6, 2, 3 e 6 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 risposta*, (ii) il *tempo medio di turn-around*, trascurando i tempi dovuti allo scambio di contesto.

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

# Soluzione: Round Robin con quanto=2

Round	Robin	, quant	0 =	2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Proc. A	A	A	a	a	a	a	a	a	a	a	Α	A												
Proc. B	b	b	В	В	b	b	b	b	b	b	b	b	В	В	b	b	b	В	В					
Proc. C	c	С	c	c	С	С																		
Proc. D	d	d	d	d	d	d	D	D	d	d	d	d	d	d	D									
Proc. E	e	e	e	e	e	e	e	e	Е	Е	e	e	e	e	e	Е	Е	e	e	Е	Е			

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
	CPU	A	A	В	В	С	C	D	D	Е	Е	A	A	В	В	D	Е	Е	В	В	Е	Е			
		b	b	c	c	d	d	e	e	a	a	b	b	d	d	e	b	b	e	e					
	Coda	c	c	d	d	e	e	a	a	b	b	d	d	e	e	b									
^	Coda	d	d	e	e	a	a	b	b	d	d	e	e												
		e	e	a	a	b	b																		

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A	0	8	12
В	2	13	19
С	4	4	6
D	6	12	15
Е	8	15	21
medie	20/5=4	52/5=10,4	73/5=14,6

# Soluzione: Con priorità

Con priorità																								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Proc. A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	A	A	A						
 Proc. B	b	b	В	В	В	В	В	В																
 Proc. C	С	C																						
Proc. D	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	D	D	D			

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
	CPU	C	C	В	В	В	В	В	В	Е	Е	Е	Е	Е	Е	A	A	A	A	D	D	D			
. [		b	b	e	e	e	e	e	e	a	a	a	a	a	d	d	d	d	d						
	Coda	e	e	a	a	a	a	a	a	d	d	d	d	d	d										
	Coda	a	a	d	d	d	d	d	d																
		d	d																						

Е

Е

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A	14	14	18
В	2	2	8
С	0	0	2
D	18	18	21
Е	8	8	14
medie	42/5=8,4	42/5=8,4	63/5=12,6

Proc. E

# Soluzione: First Come First Served

L		T C
$\mathbf{r}$	C)	כוין

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Pr	oc. A	A	A	A	A																				
Pr	oc. B	b	b	b	b	В	В	В	В	В	В														
Pr	oc. C	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	С	С												
Pr	oc. D	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	D	D	D									
Pr	oc. E	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	Е	Е	Е	Е	Е	Е			

L		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
	CPU	A	A	A	A	В	В	В	В	В	В	C	C	D	D	D	E	E	E	Ε	E	E			
		b	b	b	b	c	c	c	c	c	c	d	d	e	e	e									
	Coda	c	c	c	c	d	d	d	d	d	d	e	e												
	Coda	d	d	d	d	e	e	e	e	e	e														
		e	e	e	e																				

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A	0	0	4
В	4	4	10
С	10	10	12
D	12	12	15
Е	15	15	21
medie	41/5=8,2	41/5=8,2	62/5=12,4

# Soluzione: Shortest Job First

<b>SJF</b>	SJ	
------------	----	--

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Proc. A	a	a	a	a	a	A	A	A	A															
Proc. B	b	b	b	b	b	b	b	b	b	В	В	В	В	В	В									
Proc. C	С	С																						
Proc. D	d	d	D	D	D																			
Proc. E	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	Е	Е	Е	Е	Е	Е			

L		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
	CPU	C	C	D	D	D	A	A	A	A	В	В	В	В	В	В	Ε	Ε	E	Е	Е	E			L
		d	d	a	a	a	b	b	b	b	e	e	e	e	e	e									
	Coda	a	a	b	b	b	e	e	e	e															
0	Coda	b	b	e	e	e																			
		e	e																						

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A	5	5	9
В	9	9	15
С	0	0	2
D	2	2	5
Е	15	15	21
medie	31/5=6,2	31/5=6,2	52=10,4

# Esercizio con soluzioni – 2

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 Esercizio 2

### RR

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

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

### priorità

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

### **FCFS**

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

### **SJF**

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

# Esercizio con soluzioni – 3

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 (SRTN)

### **FCFS**

	Processo	Arrivo t	=secuzion	e Prior	Ita
	Δ	O	g	ત્	
TEMPO DI RISPOSTA = 6,0 [u.t.]	, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	0	9	0	
	В	2	1	2	
 TEMPO DI ATTESA = 6,0 [u.t.]	C	5	7	4	
	D	8	3	5	
 TEMPO DI <i>TURN AROUND</i> = 11,0 [u.t	:1 E	11	5	1	

#### AAAAAAA

- --bbbbbbB
- ----ccccCCCCCC
- -----ddddddddDDD
- -----eeeeeeeEEEEE

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

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

TEMPO DI ATTESA = 6.0 [u.t.]

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

CPU

coda

#### AAABAAACCCAAADDDCCCEEECEE

--ba-ccaaadddccceeeccce

-----ddccceee

----<del>|</del>ee

Attenzione, un classico errore è la tentazione di eseguire D dopo C, per alternanza, visto che non è mai stato eseguito prima, mentre A lo è stato. Ma scrivendo bene la coda è evidente che sarà prima, di nuovo, il turno di A.

### Round Robin con priorità ma senza prerilascio



- --bbbbbbbbbbbbbbbbb
- ----cCCCcccCCCC
- -----dDDD
- ---------------eeeeeeeeEEEEE

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

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

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

### CPU

coda

### AAAAAACCCDDDCCCCAAABEEEEE

- --bbbcaadcccaaaabbbe
- ----bbbaaaabbbbeee
- ------bbbbeeee
- ----e----

Attenzione, anche se è arrivato C che ha priorità maggiore di A, quest'ultimo può finire il suo quanto di tempo poiché il sistema non prevede prerilascio.

### Round Robin con priorità e con prerilascio

Prerilascio

### 

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

B ha tempo di esecuzione inferiore ma non può prerilasciare A

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

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

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

AAAAAA

--bbbbbbB

----cccccccccccCCCCCC

--|-|---ddDDD

----eeEEEEE

### 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.]

B prerilascia A

A aveva tempo di esecuzione di 9 ma ora gli restano solo 5 unità da eseguire, quindi meno di C. Pertanto C non prerilascia A

### 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)
Δ	8:00	
/ \		
В	8:06	5
C	8:10	2
J	0.10	

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 turnaround applicando politiche di ordinamento FCFS, SJF senza prerilascio e SJF con prerilascio (ovvero SRTN).

### Risolto con FCFS

AAAAAAA

----bbBBBBB

----cccCC

CPU epoo

**AAAAAAABBBBBCC** 

-----bb--ccc

-----

TEMPO DI RISPOSTA = (0+2+3)/3 = 5/3

TEMPO DI ATTESA = (0+2+3)/3 = 5/3

TEMPO DI *TURN AROUND* = (8+7+5)/3 = 20/3

### Risolto con SJF

### Senza prerilascio

#### AAAAAAA

coda

----bbBBBBB

----cccCC

### CPU AAAAAAAABBBBCC

----bb--ccc

-----

### TEMPO DI RISPOSTA = (0+2+3)/3 = 5/3

TEMPO DI ATTESA = (0+2+3)/3 = 5/3

TEMPO DI *TURN AROUND* = (8+7+5)/3 = 20/3

### Con prerilascio - SRTN

#### AAAAAAA

----bbBBbbBBB

-----CC

### CPU AAAAAAABBCCBBB

<u>u</u> -----bb--bb

\_\_\_\_\_

TEMPO DI RISPOSTA = (0+2+0)/3 = 2/3

TEMPO DI ATTESA = (0+4+0)/3 = 4/3

TEMPO DI *TURN AROUND* = (8+9+2)/3 = 19/3

# Esercizio per casa

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

# Soluzione quasi completa - 1/4

RR con quanto di tempo di ampiezza 2 (RIPORTIAMO SOLO PARTE DELLA SOLUZIONE – NON TUTTA)

	Proc. A	A	A	a	a	a	a	a	a	a	a	A	A	a	a	a	a	a	a	A	A	a	a	a	a	
[	Proc. B	b	b	В	В	b	b	b	b	b	b	b	b	В	В	b	b	b	b	b	b	В	В			
	Proc. C	c	c	c	c	С	С																			
	Proc. D	d	d	d	d	d	d	D	D	d	d	d	d	d	d	D	D									
	Proc. E	e	e	e	e	e	e	e	e	Е	Е	e	e	e	e	e	e	Е	Е	e	e	e	e	Е	Е	

CPU	A	A	В	В	С	С	D	D	Е	Е	A	A	В	В	D	D	Е	Е	A	A	В	В	Е	Е	
	b	b	С	С	d	d	e	e	a	a	b	b	d	d	e	e	a	a	b	b	e	e	a	a	
Code	С	c	d	d	e	e	a	a	b	b	d	d	e	e	a	a	b	b	e	e	a	a			
Coda	d	d	e	e	a	a	b	b	d	d	e	e	a	a	b	b									
	e	e	a	a	b	b																			

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A			
В	2	16	22
С	4	4	6
D	6	12	16
Е			
medie	/5	/5	/5

# Soluzione quasi completa - 2/4

Con priorità esterna, senza prerilascio 3, 5, 2, 1, 4 (RIPORTIAMO SOLO PARTE DELLA SOLUZIONE – NON TUTTA)

Proc. A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Proc. B	В	В	В	В	В	В																			
Proc. C	С	С	С	С	С	С	С	С	С	c	С	С	С	С	c	С	С	c	С	С	С	С	c	С	
Proc. D	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	
Proc. E	e	e	e	e	e	e	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е											

CPU	В	В	В	В	В	В	Ε	Ε	Ε	Е	Е	Ε	Е	Ε	Α	Α	A	Α	Α	Α	Α	Α	Α	Α	
	e	e	e	e	e	e	a	a	a	a	a	a	a	a	c	c	c	c	c	c	c	С	c	c	
Codo	a	a	a	a	a	a	c	С	С	С	С	С	С	С	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	
Coda	С	c	С	c	с	С	d	d	d	d	d	d	d	d											
	d	d	d	d	d	d																			

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A	14	14	24
В	0	0	6
С			
D			
Е	6	6	14
Medie	/5	/5	/5

# Soluzione quasi completa - 3/4

FCFS (RIPORTIAMO SOLO PARTE DELLA SOLUZIONE – NON TUTTA)

Proc. A	Α	A	A	A	A	A	A	A	A	A															
Proc. B	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	В	В	В	В	В	В									
Proc. C	c	c	С	c	c	c	С	С	c	c	c	c	c	С	С	c	О	C							
Proc. D	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	D	D	D	D	·		
Proc. E	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	Е	Е	

CPU	A	Α	Α	Α	Α	Α	A	Α	Α	A	В	В	В	В	В	В	С	C	D	D	D	D	Ε	Ε	
	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	С	С	c	С	С	С	d	d	e	e	e	e			
Codo	С	c	С	c	c	c	С	С	С	c	d	d	d	d	d	d	e	e							
Coda	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	e	e	e	e	e	e									
	е	e	e	e	e	e	e	e	e	e															

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A	0	0	10
В	10	10	16
С	16	16	18
D	18	18	22
Е	22	22	
Medie	66/5	66/5	/5

# Soluzione quasi completa - 4/4

SJF (RIPORTIAMO SOLO PARTE DELLA SOLUZIONE – NON TUTTA)

Proc. A	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	Α	A	A	A	
Proc. B	b	b	b	b	b	b	В	В	В	В	В	В													
Proc. C	С	С																							
Proc. D	d	d	D	D	D	D																			
Proc. E	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е					

CPU	С	С	D	D	D	D	В	В	В	В	В	В	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	Е	A	Α	A	Α	
	d	d	b	b	b	b	e	e	e	e	e	e	a	a	a	a	a	a	a	a					
Codo	b	b	e	e	e	e	a	a	a	a	a	a													
Coda	e	e	a	a	a	a																			
	a	a																							

processo	t. risposta	t. attesa	turn-around
A	20	20	
В	6	6	12
С	0	0	2
D	2	2	6
Е	12	12	20
Medie	40/5	40/5	/5