

Sistemi Operativi

ESERCITAZIONE

SCHEDULING DELLA CPU

ESEMPIO DI DOMANDA

(vale 2 punti su un totale di 33)

1. Descrivere brevemente il ruolo dello *scheduler* in un sistema multiprogrammato.
2. Descrivere brevemente il ruolo del *dispatcher* in un sistema multiprogrammato.

Risposta

1. Descrivere brevemente il ruolo dello *scheduler* in un sistema multiprogrammato.

Risposta

1. Descrivere brevemente il ruolo dello *scheduler* in un sistema multiprogrammato.

Lo scheduler è un modulo del SO che implementa la politica per scegliere il prossimo processo da servire tra quelli pronti in coda di attesa per la CPU

Risposta

2. Descrivere brevemente il ruolo del *dispatcher* in un sistema multiprogrammato.

Risposta

2. Descrivere brevemente il ruolo del *dispatcher* in un sistema multiprogrammato.

Il dispatcher è un modulo del SO che implementa il meccanismo per passare effettivamente il controllo della CPU al processo scelto dallo scheduler a breve termine.

Risposta

2. Descrivere brevemente il ruolo del *dispatcher* in un sistema multiprogrammato.

Il dispatcher è un modulo del SO che implementa il meccanismo per passare effettivamente il controllo della CPU al processo scelto dallo scheduler a breve termine.

Tale funzione comporta:

- il context switching,
- il passaggio (eventuale) della CPU al modo utente,
- il salto all'istruzione corretta da cui (ri)cominciare l'esecuzione del processo scelto dallo scheduler.

...

ESEMPI DI ESERCIZI

Esercizio 1 (vale 3 punti)

Si consideri un sistema con una CPU ed un dispositivo di I/O, e con due processi A e B che alternano CPU-burst e I/O-burst come segue

	A	B
CPU	1	2
I/O	2	1
CPU	1	3
I/O	5	2
CPU	1	1

Si supponga che A arrivi al tempo 0 e B arrivi al tempo 1 e si adotti per la CPU e per il dispositivo di I/O una politica senza prelazione.

Esercizio 1 (vale 3 punti)

Si inserisca in ciascuna casella della tabella sottostante il nome del processo che in quell'unità di tempo impegna la CPU (se è il caso) e il nome del processo che in quella unità di tempo impegna il dispositivo di I/O (se è il caso).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU															
I/O															

Soluzione

Si supponga che A arrivi al tempo 0 e B arrivi al tempo 1.

	A	B
CPU	1	2
I/O	2	1
CPU	1	3
I/O	5	2
CPU	1	1

Soluzione

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

Si supponga che A arrivi al tempo 0 e B arrivi al tempo 1.

	A	B
CPU	1	2
I/O	2	1
CPU	1	3
I/O	5	2
CPU	1	1

Soluzione

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Si supponga che A arrivi al tempo 0 e B arrivi al tempo 1.

	A	B
CPU	1	2
I/O	2	1
CPU	1	3
I/O	5	2
CPU	1	1

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU															
I/O															

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A														
I/O															

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B													
I/O		A													

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B												
I/O		A	A												

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B	A											
I/O		A	A	B											

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B	A	B	B	B								
I/O		A	A	B	A	A	A								

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B	A	B	B	B								
I/O		A	A	B	A	A	A								

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B	A	B	B	B								
I/O		A	A	B	A	A	A								

Si adotti per la CPU e per il dispositivo di I/O una politica senza prelazione

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B	A	B	B	B								
I/O		A	A	B	A	A	A	A	A						

Si adotti per la CPU e per il dispositivo di I/O una politica senza prelazione

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B	A	B	B	B			A					
I/O		A	A	B	A	A	A	A	A	B					

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CPU	A	B	B	A	B	B	B			A		B			
I/O		A	A	B	A	A	A	A	A	B	B				

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU	X			X						X
I/O		X	X		X	X	X	X	X	

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CPU		X	X		X	X	X			X
I/O				X				X	X	

Esercizio 2 (vale 3 punti)

In un sistema time-sharing con priorità sono presenti 4 processi P1-P4, nel seguente stato:

P1 in esecuzione, P2 e P3 pronti, e P4 in attesa di I/O.

I processi P1, P3, P4 hanno priorità uguale, più alta di P2.

Descrivere come cambia lo stato dei processi se, a partire da questa situazione, si verificano nell'ordine i seguenti eventi

- 1) trascorre un quanto di tempo
- 2) trascorre un quanto di tempo
- 3) si completa l'operazione di I/O di P4
- 4) il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O
- 5) trascorre un quanto di tempo
- 6) il processo in esecuzione termina

Esercizio 2 (vale 3 punti)

In un sistema time-sharing con priorità sono presenti 4 processi P1-P4, nel seguente stato:

P1 in **esecuzione**, P2 e P3 **pronti**, e P4 in **attesa** di I/O.

I processi P1, P3, P4 hanno **priorità uguale**, **più alta** di P2.

Descrivere come cambia lo stato dei processi se, a partire da questa situazione, si verificano nell'ordine i seguenti eventi

- 1) trascorre un quanto di tempo
- 2) trascorre un quanto di tempo
- 3) si completa l'operazione di I/O di P4
- 4) il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O
- 5) trascorre un quanto di tempo
- 6) il processo in esecuzione termina

Esercizio 2 (vale 3 punti)

In un sistema time-sharing con priorità sono presenti 4 processi P1-P4, nel seguente stato:

P1 in esecuzione, P2 e P3 pronti, e P4 in attesa di I/O.

I processi P1, P3, P4 hanno priorità uguale, più alta di P2.

Descrivere **come cambia lo stato dei processi** se, a partire da questa situazione, si verificano nell'ordine i seguenti eventi

- 1) trascorre un quanto di tempo
- 2) trascorre un quanto di tempo
- 3) si completa l'operazione di I/O di P4
- 4) il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O
- 5) trascorre un quanto di tempo
- 6) il processo in esecuzione termina

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale			
trascorre un quanto di tempo			
trascorre un quanto di tempo			
operazione di I/O di P4 termina			
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O			
trascorre un quanto di tempo			
il processo in esecuzione termina			

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale	P1	P3,P2	P4
trascorre un quanto di tempo			
trascorre un quanto di tempo			
operazione di I/O di P4 termina			
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O			
trascorre un quanto di tempo			
il processo in esecuzione termina			

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale	P1	P3,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P3	P1,P2	P4
trascorre un quanto di tempo			
operazione di I/O di P4 termina			
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O			
trascorre un quanto di tempo			
il processo in esecuzione termina			

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale	P1	P3,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P3	P1,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P1	P3,P2	P4
operazione di I/O di P4 termina			
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O			
trascorre un quanto di tempo			
il processo in esecuzione termina			

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale	P1	P3,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P3	P1,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P1	P3,P2	P4
operazione di I/O di P4 termina	P1	P3,P4,P2	
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O			
trascorre un quanto di tempo			
il processo in esecuzione termina			

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale	P1	P3,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P3	P1,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P1	P3,P2	P4
operazione di I/O di P4 termina	P1	P3,P4,P2	
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O	P3	P4,P2	P1
trascorre un quanto di tempo			
il processo in esecuzione termina			

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale	P1	P3,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P3	P1,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P1	P3,P2	P4
operazione di I/O di P4 termina	P1	P3,P4,P2	
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O	P3	P4,P2	P1
trascorre un quanto di tempo	P4	P3,P2	P1
il processo in esecuzione termina			

Soluzione

	Running	Coda Ready	Coda Waiting
Situazione iniziale	P1	P3,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P3	P1,P2	P4
trascorre un quanto di tempo	P1	P3,P2	P4
operazione di I/O di P4 termina	P1	P3,P4,P2	
il processo in esecuzione effettua una richiesta di I/O	P3	P4,P2	P1
trascorre un quanto di tempo	P4	P3,P2	P1
il processo in esecuzione termina	P3	P2	P1

Esercizio 3 (vale 5 punti)

Per i processi nella seguente tabella

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

disegnare uno schema di esecuzione per i seguenti algoritmi di scheduling:

- 1) FCFS
- 2) Shortest Job First
- 3) Shortest Remaining-Time First
- 4) Round Robin con quanto $q=1$ ms
- 5) Round Robin con quanto $q=2$ ms

Per le politiche Round Robin si supponga che, nel caso gli eventi "un processo entra nel sistema" e "il processo in esecuzione diventa *ready*" siano apparentemente simultanei, il secondo preceda il primo.

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X	X	X	X	X	X						
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X	X	X	X	X	X						
C										X	X	X	X		
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X	X	X	X	X	X						
C										X	X	X	X		
D														X	X

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Job First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Job First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Job First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X	X	X	X	X	X						
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Job First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X	X	X	X	X	X						
C															
D										X	X				

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Job First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X	X	X	X	X	X						
C												X	X	X	X
D										X	X				

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Remaining-Time First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Remaining-Time First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X														
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3 (2)
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Remaining-Time First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Remaining-Time First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X											
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (5)
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Remaining-Time First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X											
C					X	X									
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (5)
C	4	4 (2)
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Remaining-Time First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X											
C					X	X	X	X							
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (5)
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Shortest Remaining-Time First

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X	X												
B				X							X	X	X	X	X
C					X	X	X	X							
D									X	X					

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X														
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3 (2)
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X														
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3 (2)
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Nel caso gli eventi "un processo entra nel sistema" e "il processo in esecuzione diventa *ready*" siano apparentemente simultanei, il secondo preceda il primo

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X													
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3 (1)
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X		X											
B			X												
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (5)
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X		X											
B			X		X										
C						X									
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (4)
C	4	4 (3)
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X		X											
B			X		X										
C						X									
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (4)
C	4	4 (3)
D	6	2

Nel caso gli eventi "un processo entra nel sistema" e "il processo in esecuzione diventa *ready*" siano apparentemente simultanei, il secondo preceda il primo

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X		X											
B			X		X		X								
C						X		X							
D									X						

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (3)
C	4	4 (2)
D	6	2 (1)

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X		X											
B			X		X		X			X					
C						X		X			X				
D									X			X			

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (2)
C	4	4 (1)
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X		X											
B			X		X		X			X			X		
C						X		X			X			X	
D									X			X			

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (1)
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=1$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X		X											
B			X		X		X			X			X		X
C						X		X			X			X	
D									X			X			

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=2$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A															
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=2$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X													
B															
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3 (1)
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=2$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X													
B			X	X											
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3 (1)
B	1	6 (4)
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=2$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X													
B			X	X											
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3 (1)
B	1	6 (4)
C	4	4
D	6	2

Nel caso gli eventi "un processo entra nel sistema" e "il processo in esecuzione diventa *ready*" siano apparentemente simultanei, il secondo preceda il primo

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=2$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X			X										
B			X	X		X									
C															
D															

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (3)
C	4	4
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=2$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X			X										
B			X	X		X	X								
C								X	X						
D										X	X				

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6 (2)
C	4	4 (2)
D	6	2

Soluzione

Algoritmo Round Robin con quanto $q=2$ ms

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	X			X										
B			X	X		X	X					X	X		
C								X	X					X	X
D										X	X				

	Tempo di arrivo	Tempo di CPU burst
A	0	3
B	1	6
C	4	4
D	6	2

Esercizio 4 (vale 5 punti)

Si mostrino i tempi di scheduling dei 5 processi sottostanti per le politiche di scheduling FCFS, SJF (senza prelazione) e RR (con time slice $q=2$). Si calcolino i tempi di terminazione e di turnaround, e la media di quest'ultimo per ciascuna politica. Si ignori l'overhead dovuto al cambio di contesto.

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione
A	0	3
B	1	5
C	3	2
D	9	5
E	12	5

Per la politica Round Robin si supponga che, nel caso gli eventi "un processo entra nel sistema" e "il processo in esecuzione diventa *ready*" siano apparentemente simultanei, il primo preceda il secondo.

Soluzione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A																				
B																				
C																				
D																				
E																				

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A																				
B																				
C																				
D																				
E																				

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X	X																	
B				X	X	X	X	X												
C									X	X										
D											X	X	X	X	X					
E																X	X	X	X	X

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo FCFS

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X	X																	
B				X	X	X	X	X												
C									X	X										
D											X	X	X	X	X					
E																X	X	X	X	X

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3	3	3
B	1	5	8	7
C	3	2	10	7
D	9	5	15	6
E	12	5	20	8

Media tempi
di turnaround
6.2

Soluzione

Algoritmo SJF

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A																				
B																				
C																				
D																				
E																				

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo SJF

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X	X																	
B						X	X	X	X	X										
C				X	X															
D											X	X	X	X	X					
E																X	X	X	X	X

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo SJF

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X	X																	
B						X	X	X	X	X										
C				X	X															
D											X	X	X	X	X					
E																X	X	X	X	X

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3	3	3
B	1	5	10	9
C	3	2	5	2
D	9	5	15	6
E	12	5	20	8

Media tempi
di turnaround
5,6

Soluzione

Algoritmo RR (con time slice $q=2$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A																				
B																				
C																				
D																				
E																				

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo RR (con time slice $q=2$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X			X															
B			X	X				X	X											
C						X	X													
D																				
E																				

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo RR (con time slice $q=2$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X			X															
B			X	X				X	X											
C						X	X													
D																				
E																				

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Nel caso gli eventi "un processo entra nel sistema" e "il processo in esecuzione diventa ready" siano apparentemente simultanei, il primo preceda il secondo

Soluzione

Algoritmo RR (con time slice $q=2$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X			X															
B			X	X				X	X			X								
C						X	X													
D										X	X		X	X			X			
E															X	X		X	X	X

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3		
B	1	5		
C	3	2		
D	9	5		
E	12	5		

Media tempi
di turnaround
???

Soluzione

Algoritmo RR (con time slice $q=2$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A	X	X			X															
B			X	X				X	X			X								
C						X	X													
D										X	X		X	X			X			
E															X	X		X	X	X

	Tempo di arrivo	Tempo di elaborazione	Tempo di terminazione	Tempo di turnaround
A	0	3	5	5
B	1	5	12	11
C	3	2	7	4
D	9	5	17	8
E	12	5	20	8

Media tempi
di turnaround
7,2

Esercizio 5 (vale 4 punti)

Un sistema usa una politica di scheduling della CPU che combina le politiche a priorità e Round Robin con la tecnica delle code multiple. Specificamente, viene usata una coda FIFO per ogni valore di priorità; i processi pronti di uguale priorità sono inseriti in una stessa coda; la CPU viene assegnata al processo che occupa la prima posizione nella coda non vuota di maggiore priorità; ai processi pronti di uguale priorità si applica la politica Round Robin con quanto di tempo 10 msec.

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- C, con priorità 1, in stato di pronto;
- D, con priorità 2, in stato di esecuzione;
- E, con priorità 1, in stato di pronto.

Esercizio 5 (vale 4 punti)

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Riempire la tabella sottostante (utilizzando una riga per ogni evento) specificando qual è il processo in esecuzione e la composizione delle code immediatamente dopo che si verifica ciascuno dei seguenti eventi:

- 1) al tempo $T+8$ la risorsa Q diventa disponibile,
- 2) al tempo $T+12$ il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q,
- 3) al tempo $T+14$ termina il processo in esecuzione,
- 4) al tempo $T+26$ il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q,

e ciascuno degli eventi "scadenza del quanto di tempo per il processo in esecuzione" che intercorrono tra il tempo (iniziale) T ed il tempo $T+30$ (inclusi).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init					

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- C, con priorità 1, in stato di pronto;
- D, con priorità 2, in stato di esecuzione;
- E, con priorità 1, in stato di pronto.

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init					

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- C, con priorità 1, in stato di pronto;
- D, con priorità 2, in stato di esecuzione;
- E, con priorità 1, in stato di pronto.

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init					A

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- C, con priorità 1, in stato di pronto;
- D, con priorità 2, in stato di esecuzione;
- E, con priorità 1, in stato di pronto.

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init					A,B

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- **C, con priorità 1, in stato di pronto;**
- D, con priorità 2, in stato di esecuzione;
- E, con priorità 1, in stato di pronto.

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init		C			A,B

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- C, con priorità 1, in stato di pronto;
- **D, con priorità 2, in stato di esecuzione;**
- E, con priorità 1, in stato di pronto.

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C			A,B

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- C, con priorità 1, in stato di pronto;
- D, con priorità 2, in stato di esecuzione;
- **E, con priorità 1, in stato di pronto.**

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B

Al tempo T, nel sistema sono presenti i seguenti processi:

- A, con priorità 2, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- B, con priorità 3, in stato di attesa sulla coda della risorsa Q;
- C, con priorità 1, in stato di pronto;
- D, con priorità 2, in stato di esecuzione;
- E, con priorità 1, in stato di pronto.

Inoltre, la coda dei pronti corrispondente alla priorità 1 contiene: C,E (C è in testa), e tutte le altre code dei pronti sono vuote; la coda della risorsa Q contiene invece A,B (A è in testa).

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B

1) al tempo $T+8$ la risorsa Q diventa disponibile

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)					

1) al tempo T+8 la risorsa Q diventa disponibile

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B

1) al tempo T+8 la risorsa Q diventa disponibile

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B

2) al tempo T+12 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout					

~~2) al tempo T+12 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q~~
 timeout) al tempo T+10 al processo in esecuzione scade il quanto di tempo

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B

timeout) al tempo T+10 al processo in esecuzione scade il quanto di tempo

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)					

2) al tempo T+12 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A

2) al tempo T+12 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)					

3) al tempo T+14 termina il processo in esecuzione

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A

3) al tempo T+14 termina il processo in esecuzione

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A

4) al tempo T+26 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A
T+24	timeout					

~~4) al tempo T+26 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q~~

timeout) al tempo T+24 al processo in esecuzione scade il quanto di tempo

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A
T+24	timeout	E	C			B,A

timeout) al tempo T+24 al processo in esecuzione scade il quanto di tempo

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A
T+24	timeout	E	C			B,A
T+26	4)					

4) al tempo T+26 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A
T+24	timeout	E	C			B,A
T+26	4)	C				B,A,E

4) al tempo T+26 il processo in esecuzione richiede un servizio alla risorsa Q

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A
T+24	timeout	E	C			B,A
T+26	4)	C				B,A,E
T+30	finish					

finish) al tempo T+30 termina la nostra osservazione del sistema

Soluzione

Istante di tempo	Evento	Proc. In esecuzione	Coda priorità1	Coda priorità2	Coda priorità3	Coda risorsa Q
T	init	D	C,E			A,B
T+8	1)	D	C,E	A		B
T+10	timeout	A	C,E	D		B
T+12	2)	D	C,E			B,A
T+14	3)	C	E			B,A
T+24	timeout	E	C			B,A
T+26	4)	C				B,A,E
T+30	finish	C				B,A,E