

9' Esercitazione

<https://politecnicomilano.webex.com/meet/gianenrico.conti>

25 maggio 2022

Gian Enrico Conti  
Scheduling

# Outline

---

## ■ Scheduling

- FCFS
- RR
- SRR
- SJF
- SPN
- HRRN
- SRT
- Multilevel Queues
- Multilevel Feedback Queues

# FCFS –First Come First Served

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

- Disegnare il grafico temporale dello scheduling
- Calcolare il tempo medio di attesa

$$T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$$

- Calcolare il rapporto di prestazioni

$$R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$$

# FCFS –First Come First Served: Grafico

- FCFS: uno dopo altro
- Dobbiamo aspettare ogni fine
- durata complessiva:  $4+3+6+8$
- Vengono COMUNQUE accodati.

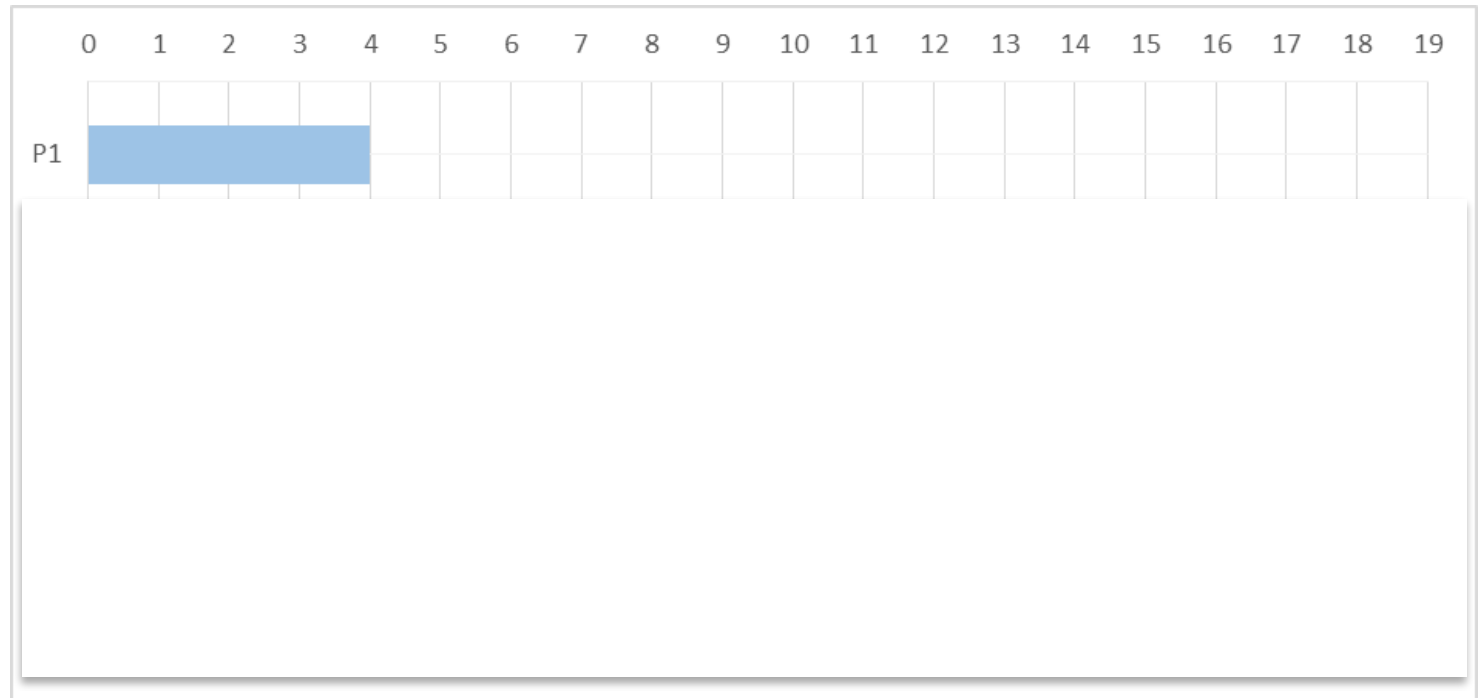
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5

...

# FCFS –First Come First Served: Grafico

– P1

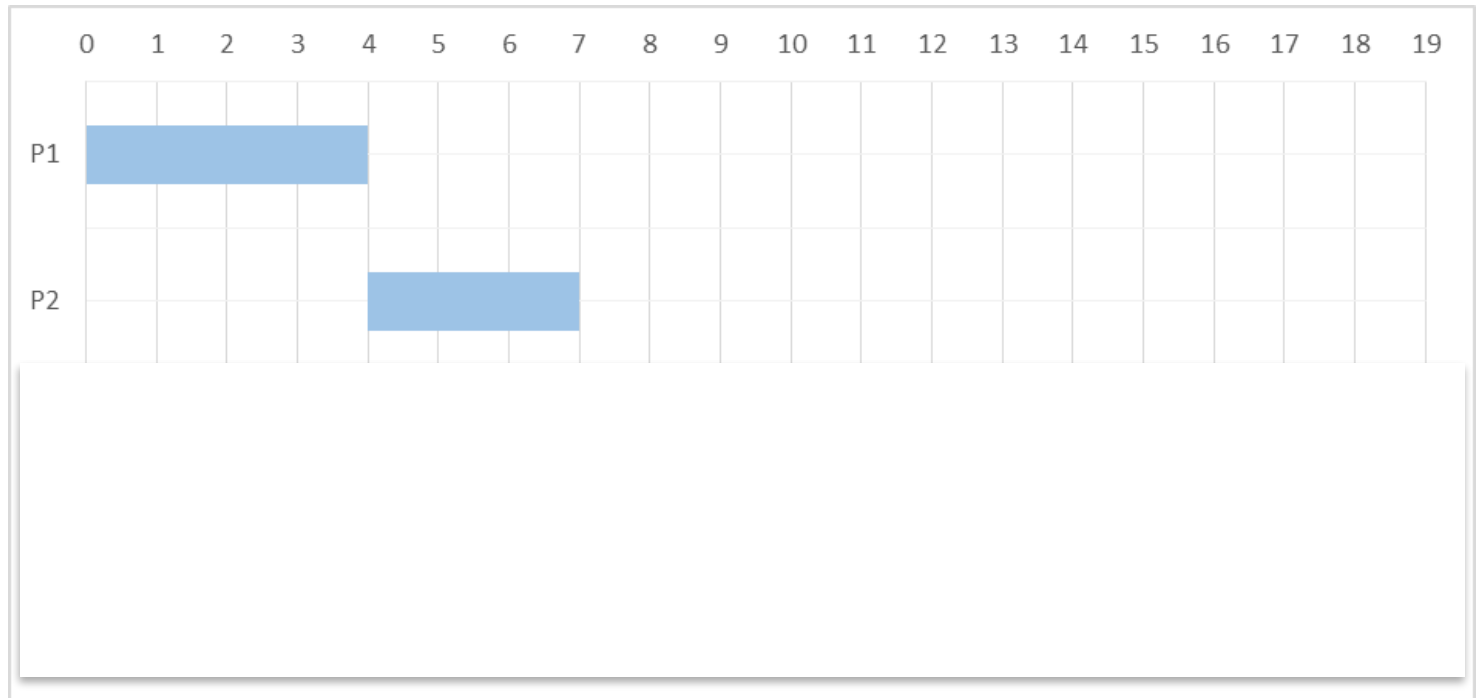
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# FCFS –First Come First Served: Grafico

– P2

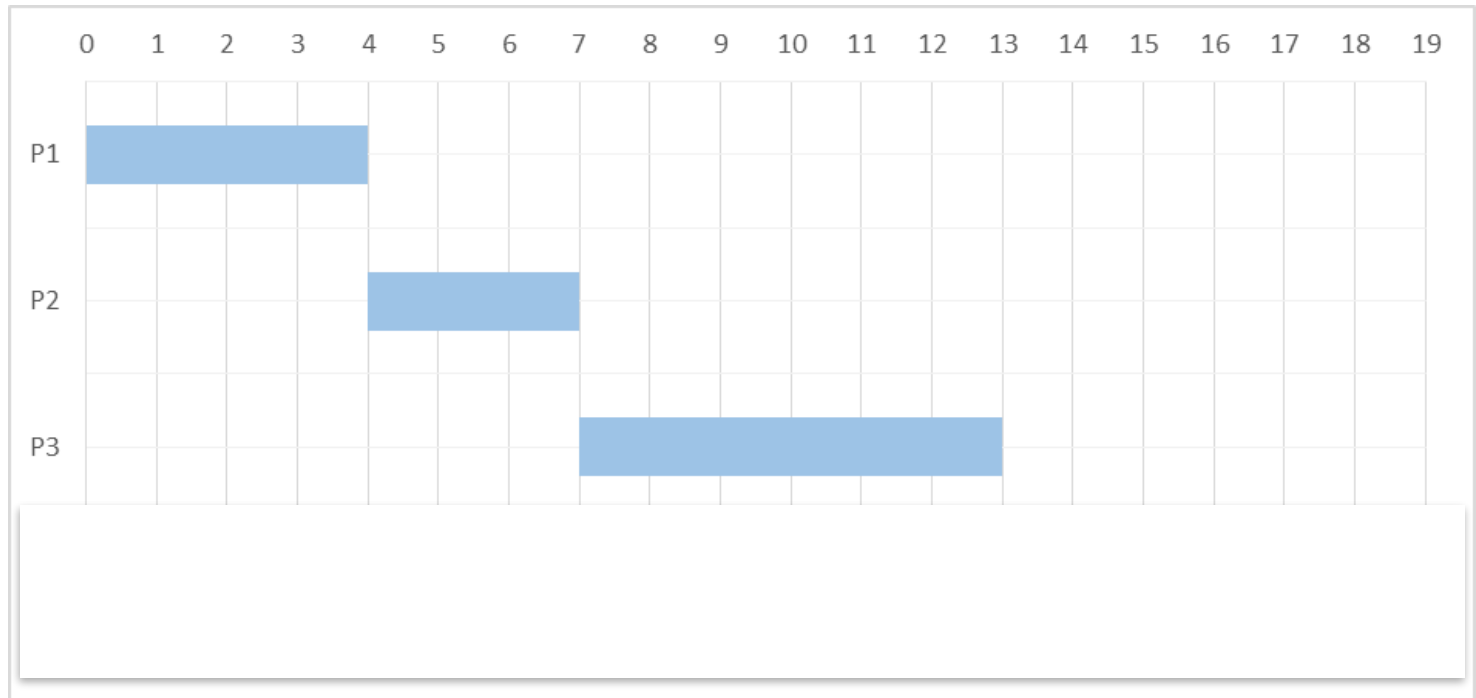
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
<b>P2</b>	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# FCFS –First Come First Served: Grafico

– P3

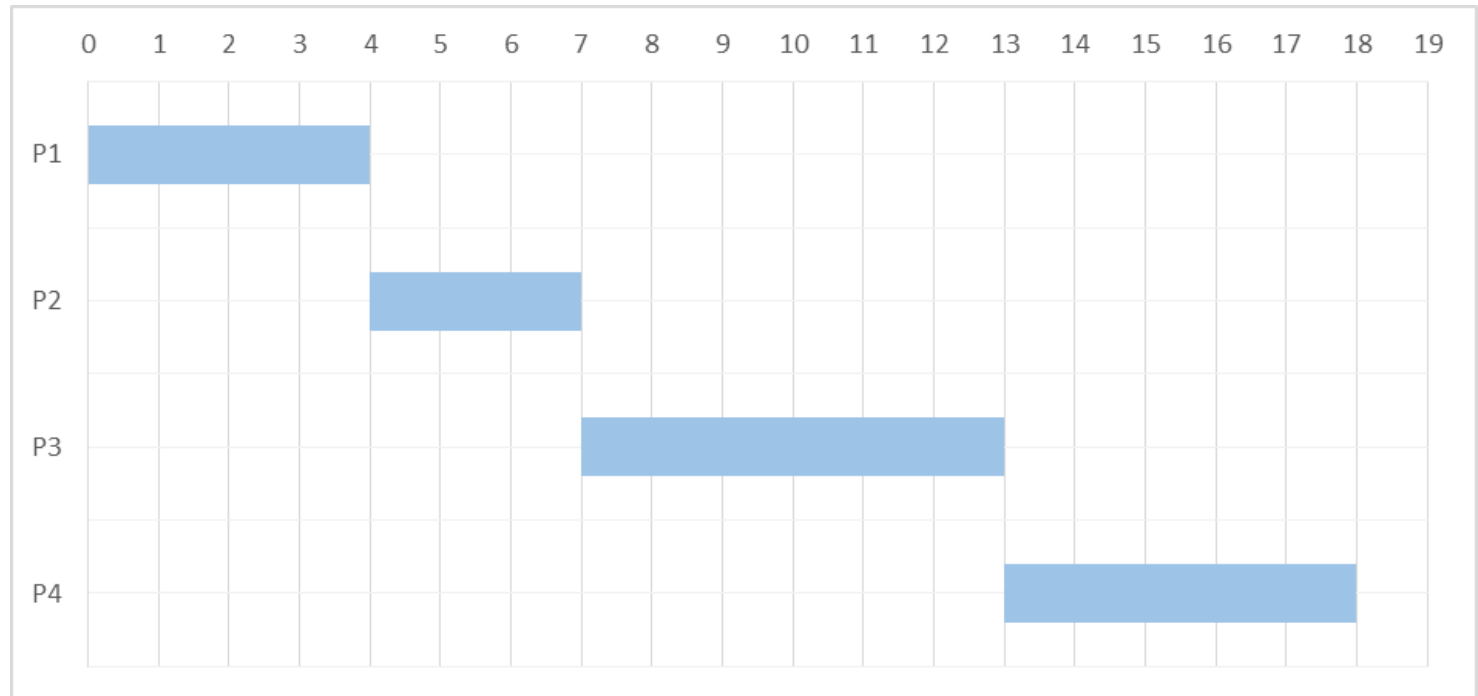
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
<b>P3</b>	3	6
P4	5	5



# FCFS –First Come First Served: Grafico

– P4

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
<b>P4</b>	5	5





# FCFS: tempo medio di attesa NOTA:

– nella formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

– T fine = DAL GRAFICO TEMPORALE

– T servizio = Dalla Tabella

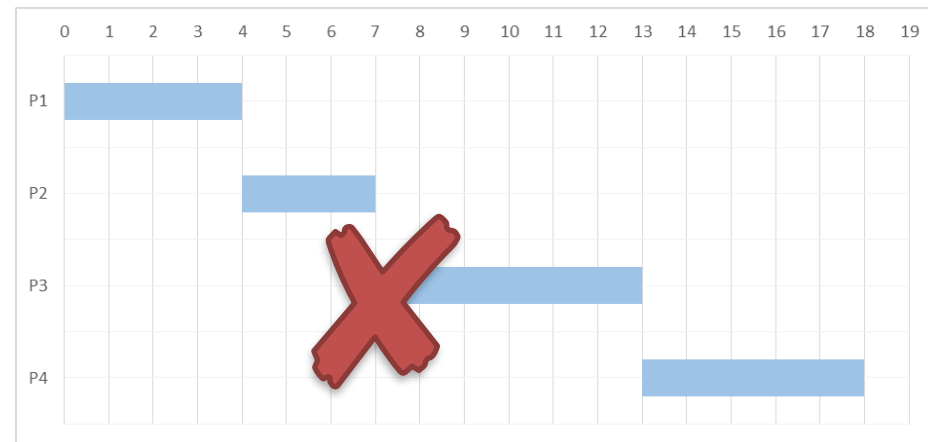
– T arrivo = Dalla Tabella

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

– ES:

T Arrivo di P3 e' **3**, NON 7!

– Ci interessa sapere quando avrebbe dovuto partire!

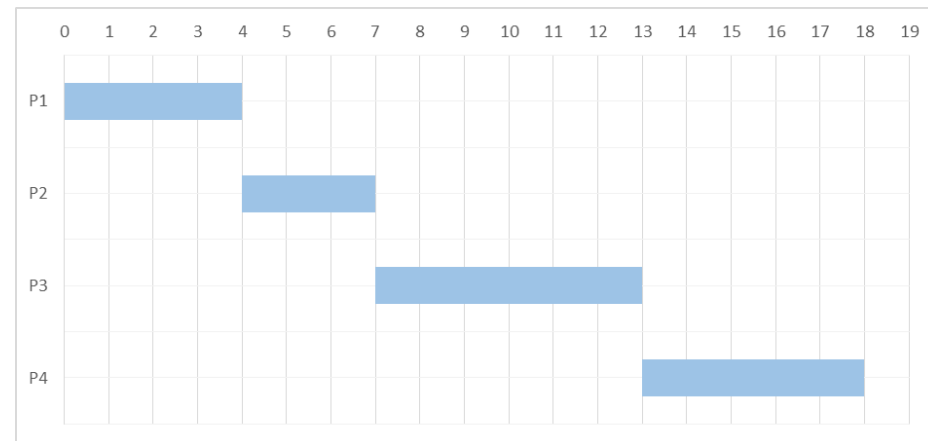


# FCFS: tempo medio di attesa P1

– formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

–  $T_{aP1} = 4 - 4 - 0$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5



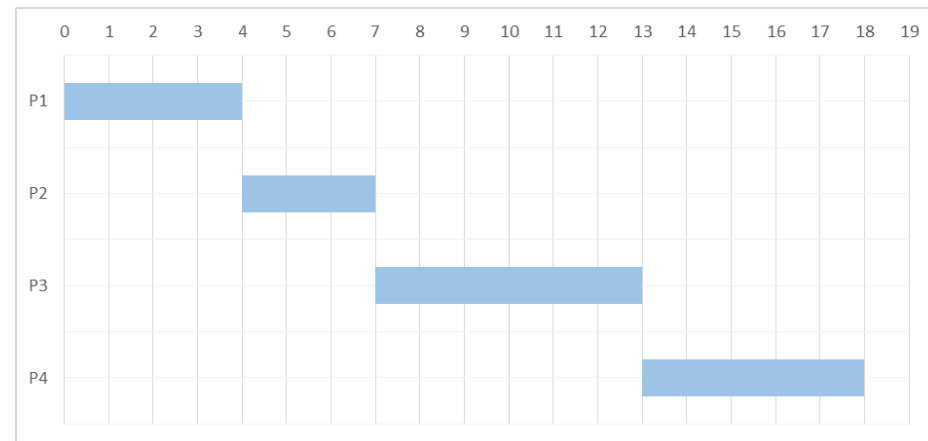
# FCFS: tempo medio di attesa P2

– formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

–  $T_{a P1} = 4 - 4 - 0$

–  $T_{a P2} = 7 - 3 - 1$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5



# FCFS: tempo medio di attesa P3

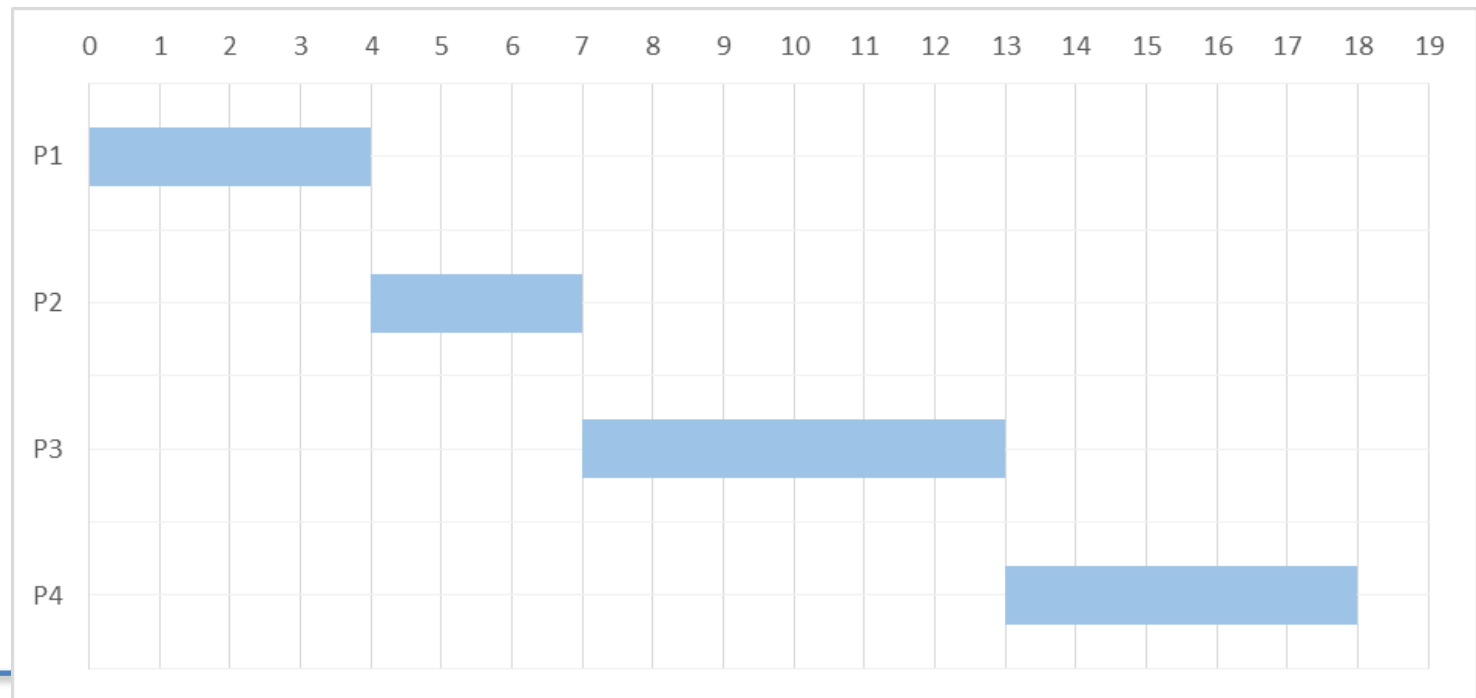
– formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

–  $T_{aP1} = 4 - 4 - 0 = 0$

–  $T_{aP2} = 7 - 3 - 1 = 3$

–  $T_{aP3} = 13 - 6 - 3 = 4$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5



# FCFS: tempo medio di attesa P4

– formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

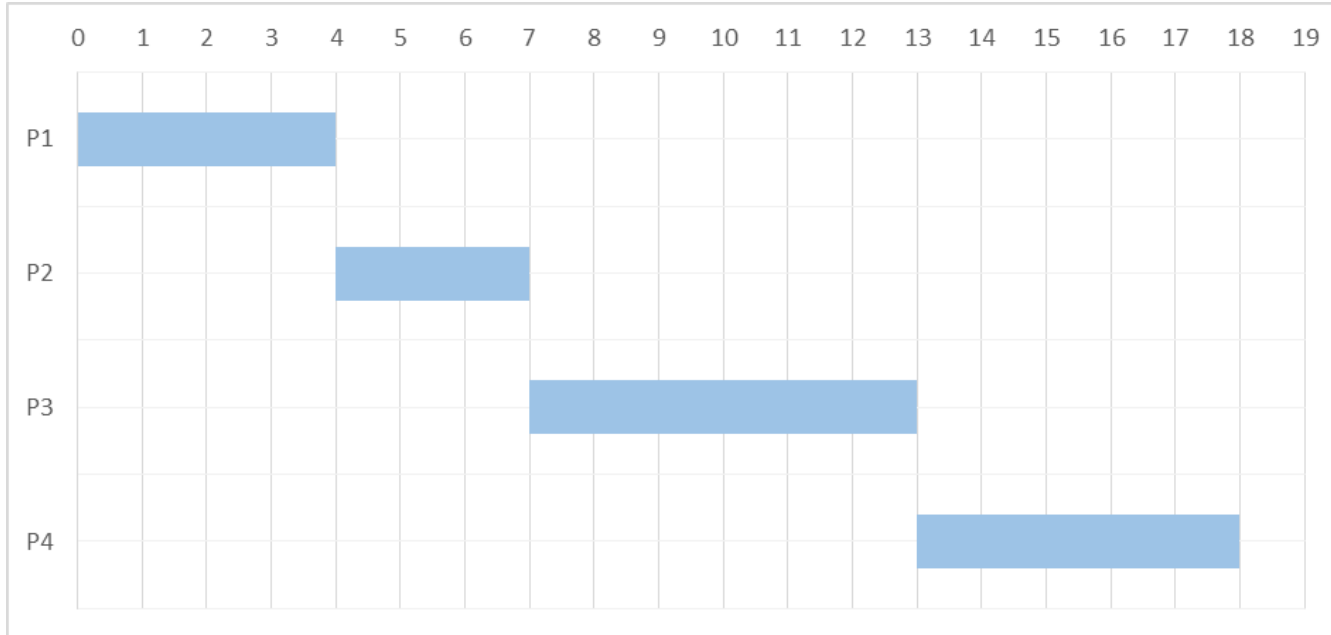
–  $T_{aP1} = 4 - 4 - 0 = 0$

–  $T_{aP2} = 7 - 3 - 1 = 3$

–  $T_{aP3} = 13 - 6 - 3 = 4$

–  $T_{aP4} = 18 - 5 - 5 = 8$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5



# FCFS: tempo medio di attesa: attesa media

– formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

–  $T_{a\ P1} = 4 - 4 - 0 = 0$

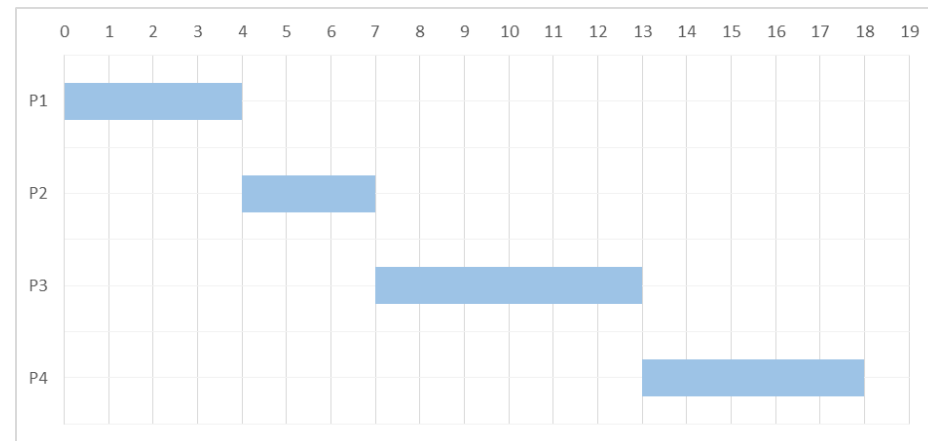
–  $T_{a\ P2} = 7 - 3 - 1 = 3$

–  $T_{a\ P3} = 13 - 6 - 3 = 4$

–  $T_{a\ P4} = 18 - 5 - 5 = 8$

– → **Attesa media =  $15/4 = 3.75$**

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5

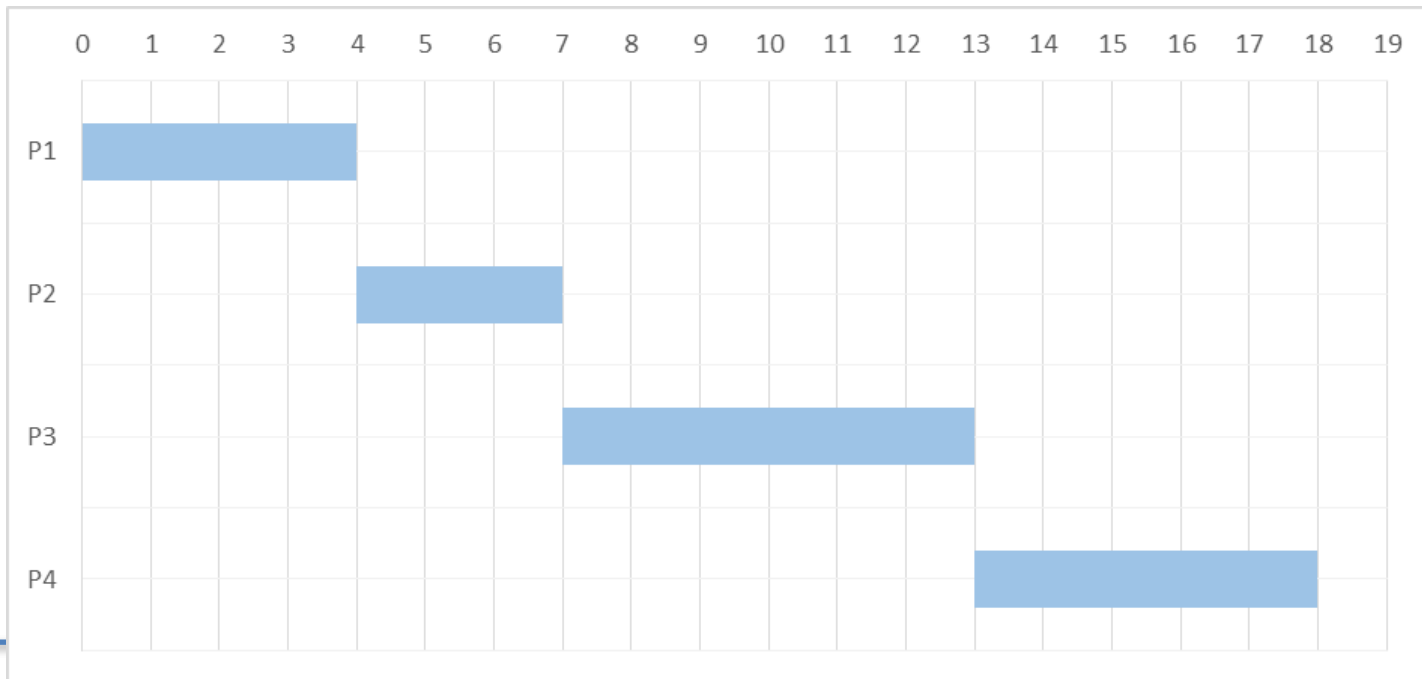


# FCFS: rapporto di prestazioni P1

– formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

–  $R_{P1} = 4 / (4-0)$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5



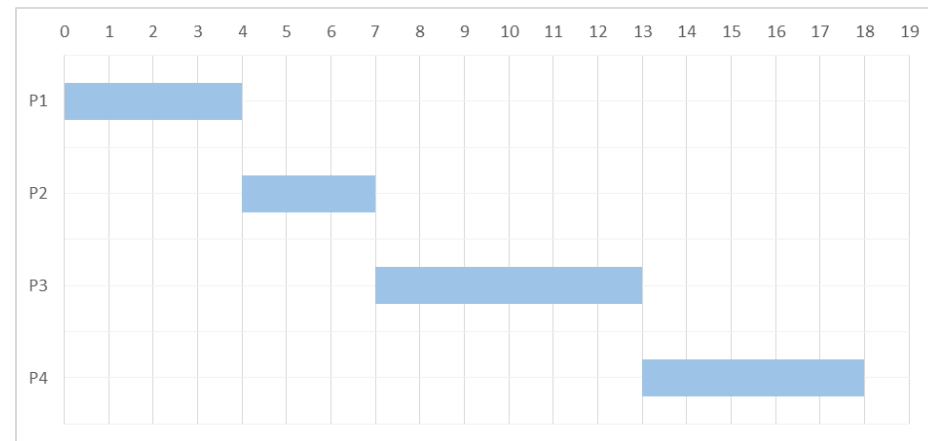
# FCFS: rapporto di prestazioni P2

– formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

–  $R_{P1} = 4 / (4-0) = 1$

–  $R_{P2} = 3 / (7-1) = 0.5$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5





# FCFS: rapporto di prestazioni P3

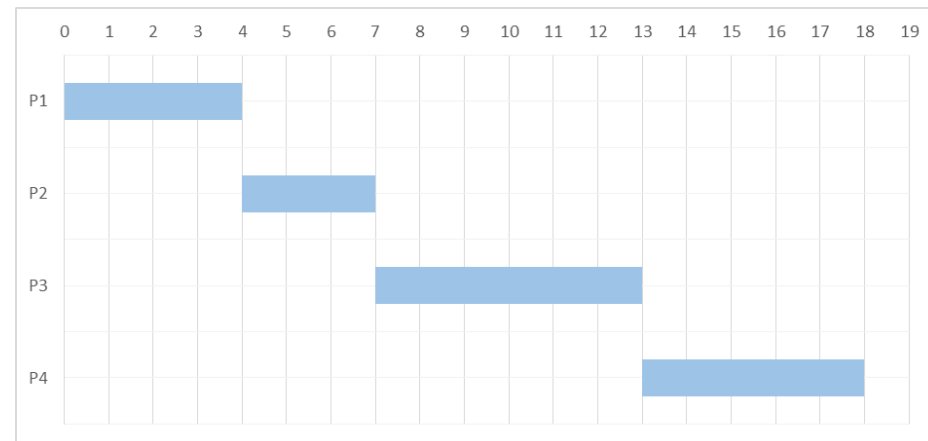
– formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

–  $R_{P1} = 4 / (4-0) = 1$

–  $R_{P2} = 3 / (7-1) = 0.5$

–  $R_{P3} = 6 / (13-3) = 0.6$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5



# FCFS: rapporto di prestazioni P4

– formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

–  $R_{P1} = 4 / (4-0) = 1$

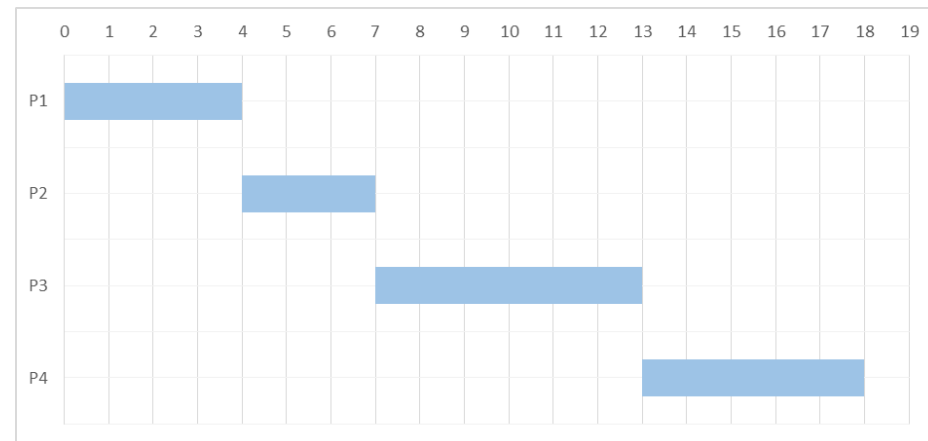
–  $R_{P2} = 3 / (7-1) = 0.5$

–  $R_{P3} = 6 / (13-3) = 0.6$

–  $R_{P4} = 5 / (18-5) = 0.3846$

→ Prestazioni medie =  
(1+0.5+0.6+0.38)  
= 2.48 / 4 =  
0.62

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	0	4
<b>P2</b>	1	3
<b>P3</b>	3	6
<b>P4</b>	5	5



# RR – Round Robin

---

- Based on FCFS (i.e. FIFO)
- Processes run only for a limited amount of time called a time slice or quantum
- Preemptible

# RR – Round Robin

---

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

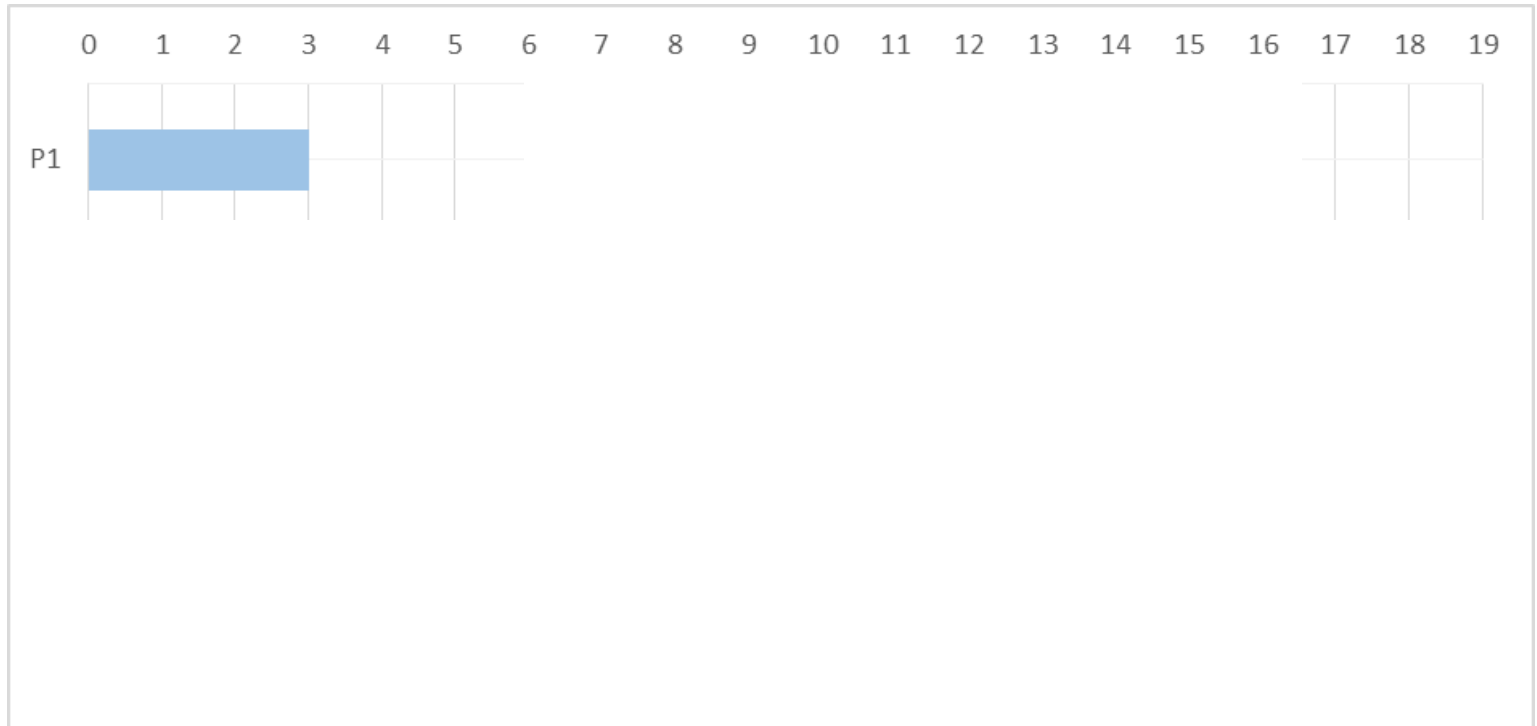
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

- Quanto di tempo = 3
  - Disegnare il grafico temporale dello scheduling
  - Calcolare il tempo medio di attesa
  - Calcolare il rapporto di prestazioni

# RR – grafico P1

- (Quanto di tempo = 3)
- Si noti P1 viene interrotto dopo 3 Q
- Toccherà a P2 che arriva al  $T = 1$

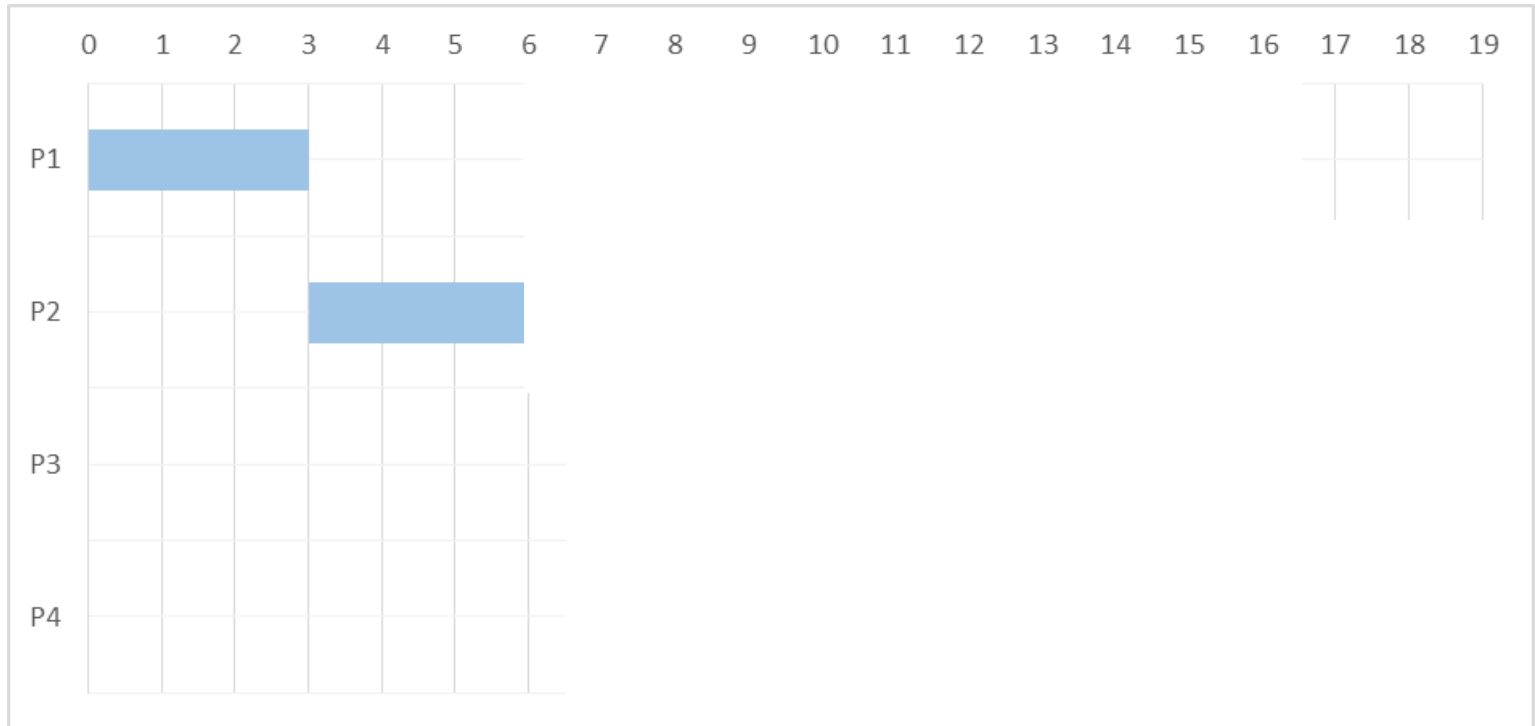
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# RR – grafico P2

- (Quanto di tempo = 3)
- (P1 e' interrotto)
- P2 ha durata  $3 \leq QT$

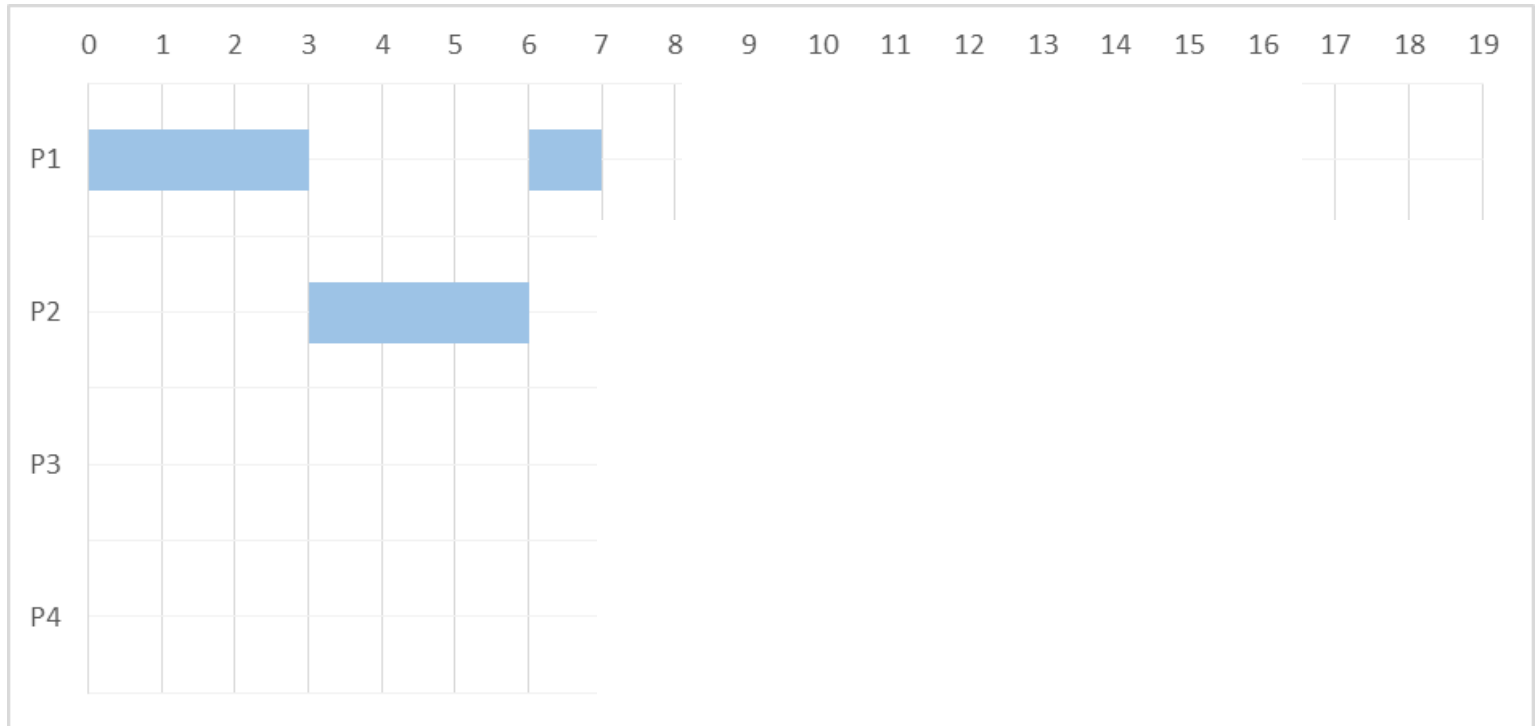
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
<b>P2</b>	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# RR – grafico P1 cont.

- (Quanto di tempo = 3)
- (P1 e' interrotto)
- **P3** arriva a  $T = 3$  ma **P1** e' in coda e termina:

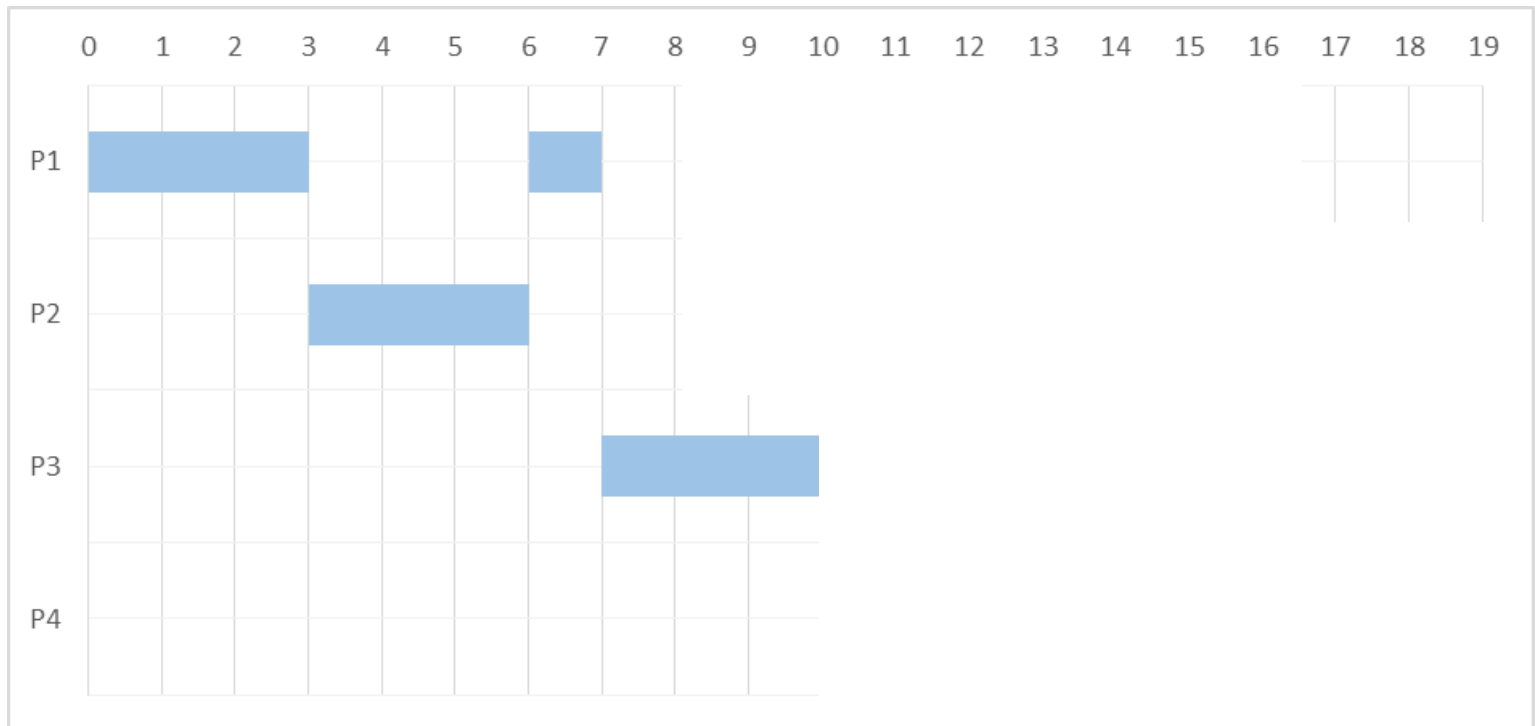
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
<b>P2</b>	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# RR – grafico P3

- (Quanto di tempo = 3)
- (P1 e P2 terminati)
- **P3 inizia, ma si ferma a 3 su 6 QT**

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
<b>P2</b>	1	3
P3	3	6
P4	5	5

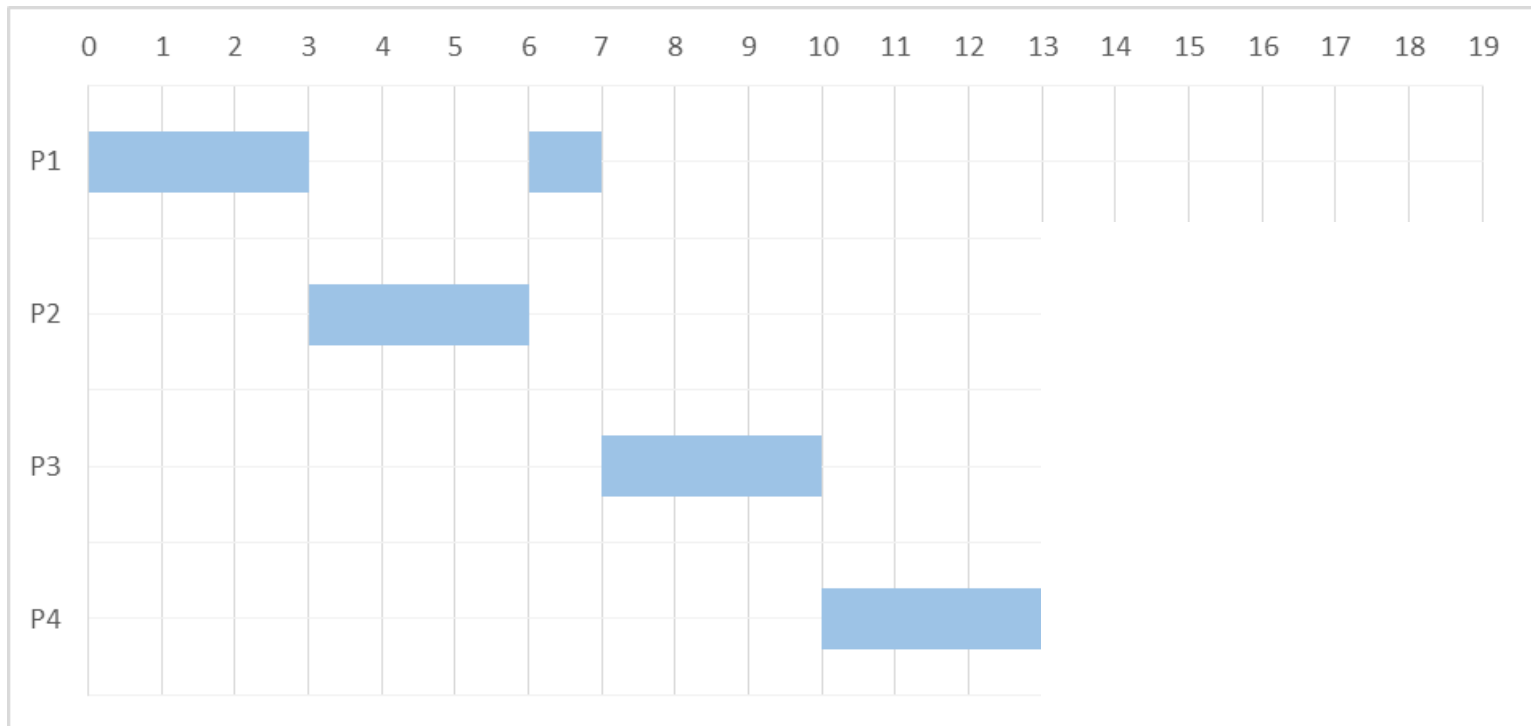




# RR – grafico P4

- (Quanto di tempo = 3)
- (P3 a 3/6 QT)
- P4 inizia, ma si ferma a 3 su 5 QT

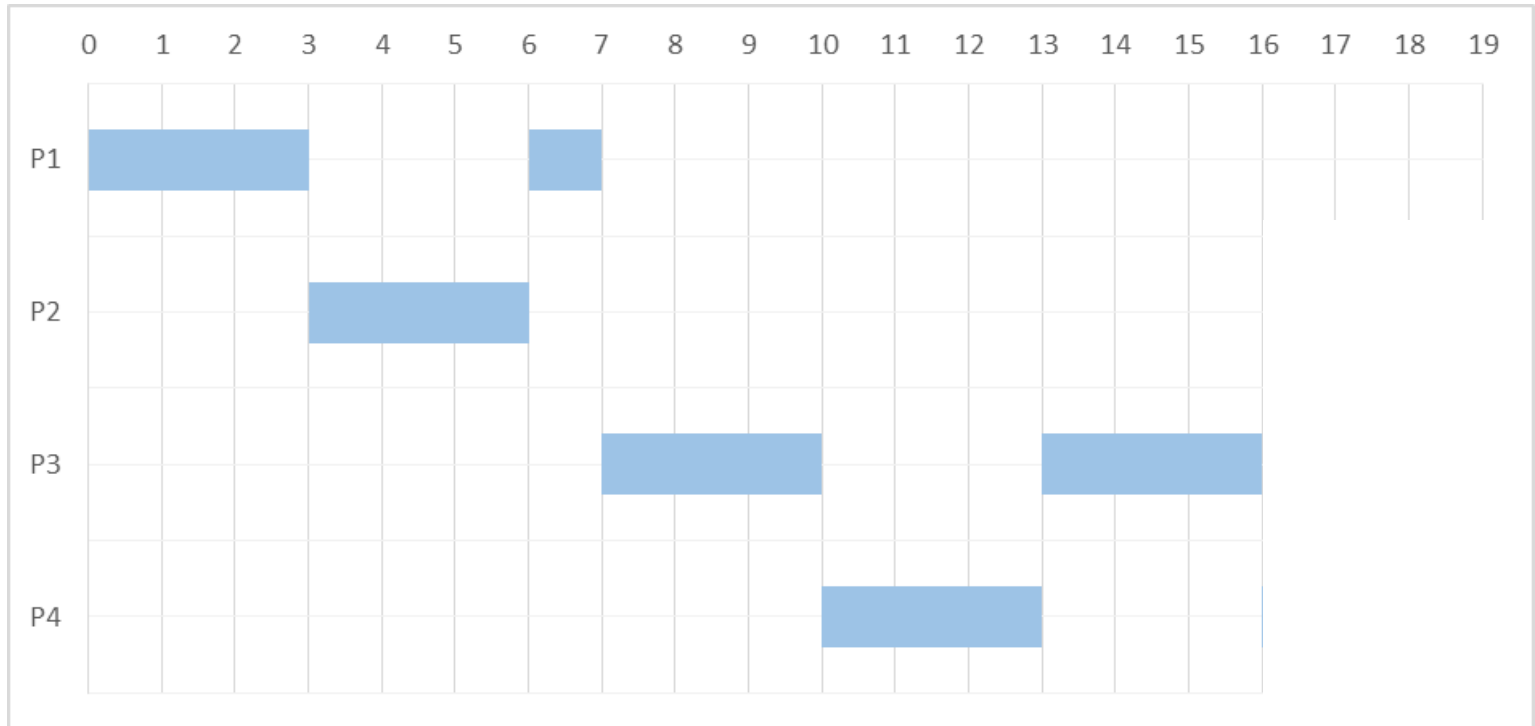
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# RR – grafico P3 riprende

- (Quanto di tempo = 3)
- P3 segue i 3 QT rimanenti (era attesa)

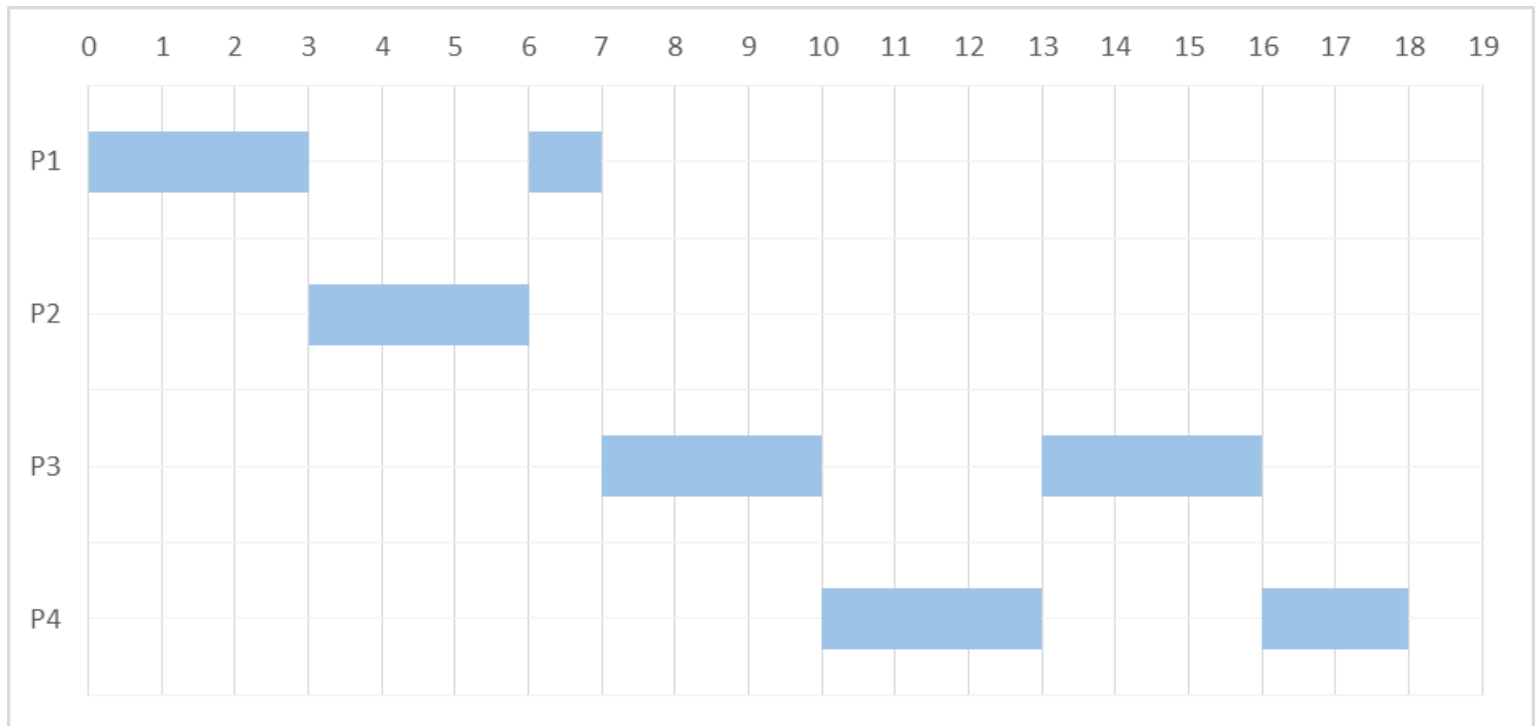
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# RR – Round Robin: grafico P4 riprende

- (Quanto di tempo = 3)
- P4 segue i 2 QT rimanenti

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

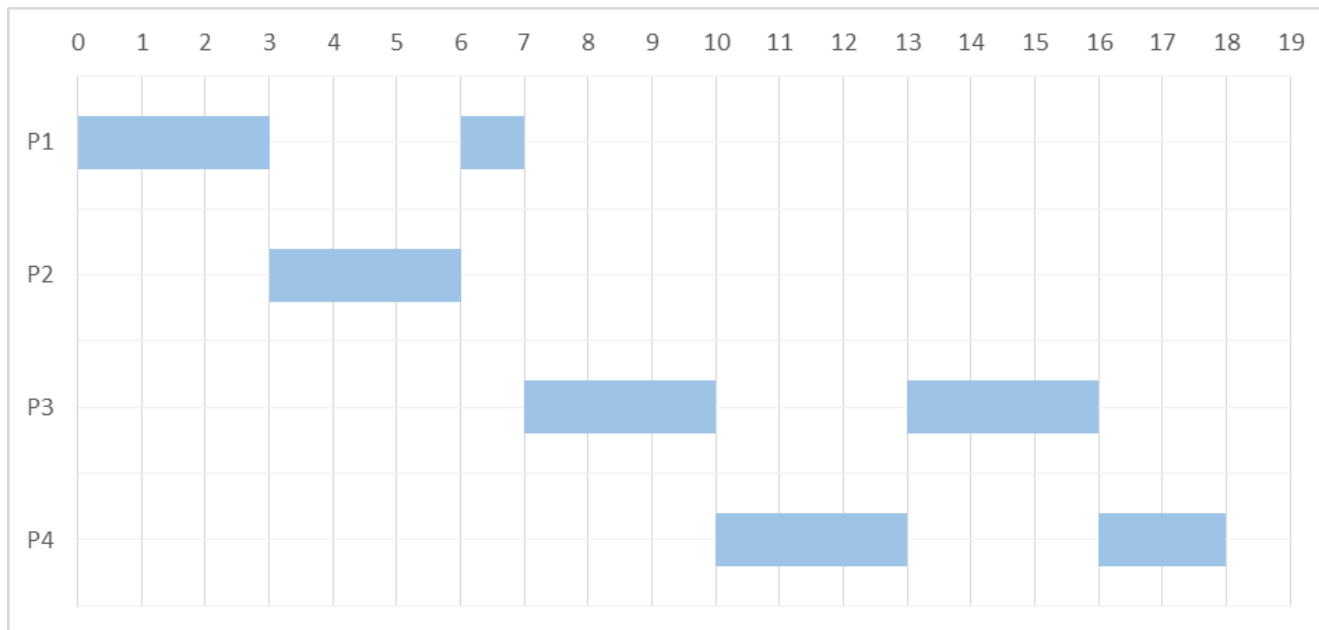


# RR – Attesa P1

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

–  $T_{aP1} = 7 - 4 - 0 = 3$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



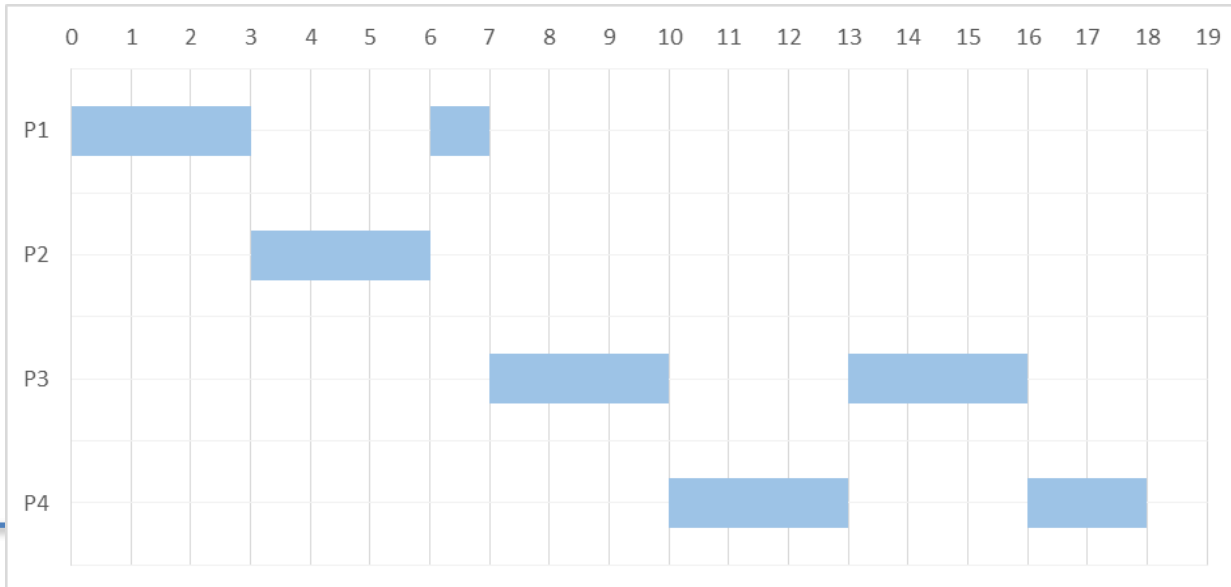
# RR – Round Robin - Attesa P2

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

–  $T_{aP1} = 7 - 4 - 0 = 3$

–  $T_{aP2} = 6 - 3 - 1 = 2$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

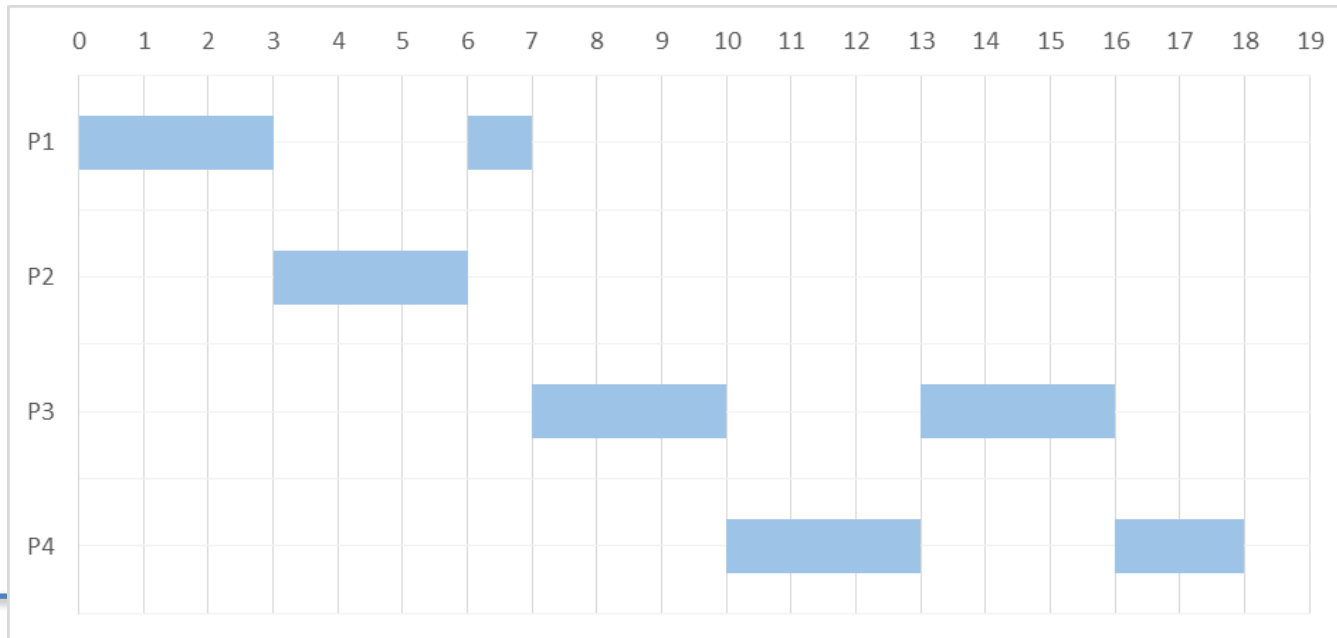


# RR – Round Robin - Attesa P3

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

- $T_{a P1} = 7-4-0 = 3$
- $T_{a P2} = 6-3-1 = 2$
- $T_{a P3} = 16-6-3 = 7$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

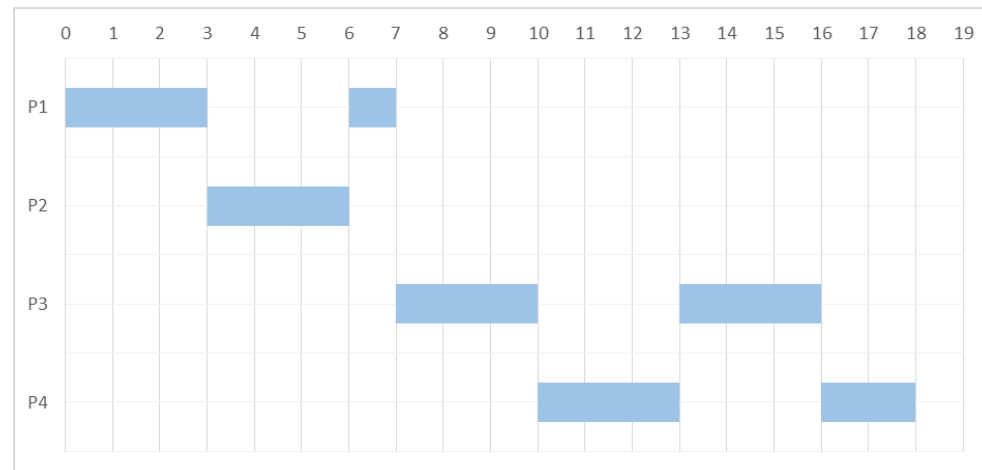


# RR – Round Robin - Attesa P4

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

- $T_{a\ P1} = 7 - 4 - 0 = 3$
- $T_{a\ P2} = 6 - 3 - 1 = 2$
- $T_{a\ P3} = 16 - 6 - 3 = 7$
- $T_{a\ P4} = 18 - 5 - 5 = 8$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



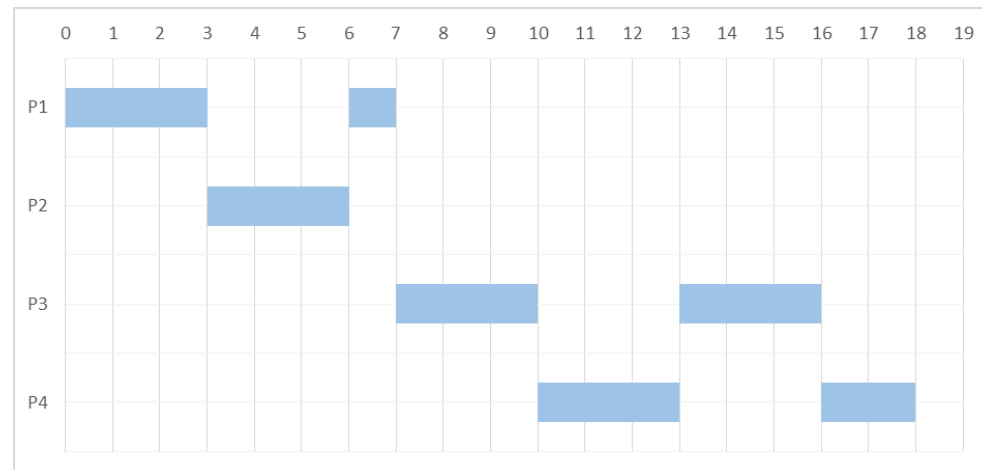
# RR – Round Robin - Attesa media

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

- $T_{a P1} = 7 - 4 - 0 = 3$
- $T_{a P2} = 6 - 3 - 1 = 2$
- $T_{a P3} = 16 - 6 - 3 = 7$
- $T_{a P4} = 18 - 5 - 5 = 8$

- $\rightarrow \text{Attesa media} = (3 + 2 + 7 + 8) / 4 = 20 / 4 = 5$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



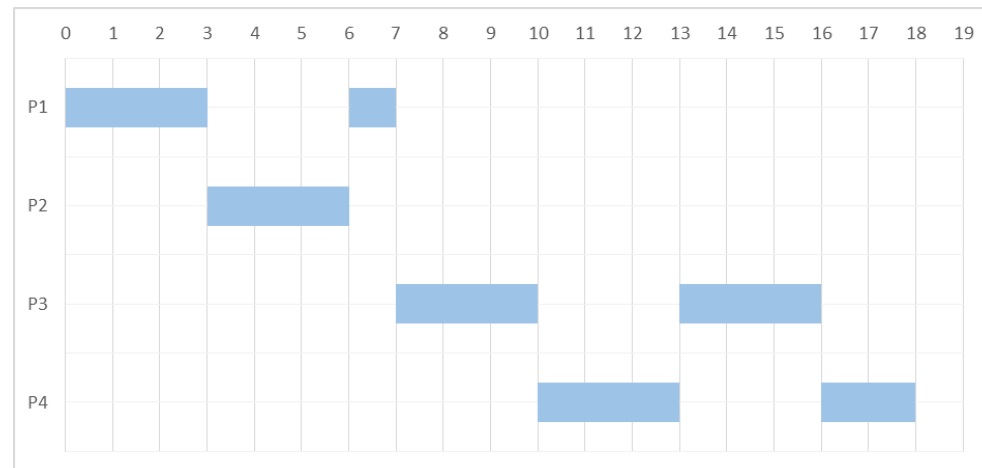


# RR - Prestazioni P1

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

—  $R_{a P1} = 4 / (7-0) = 0.57$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

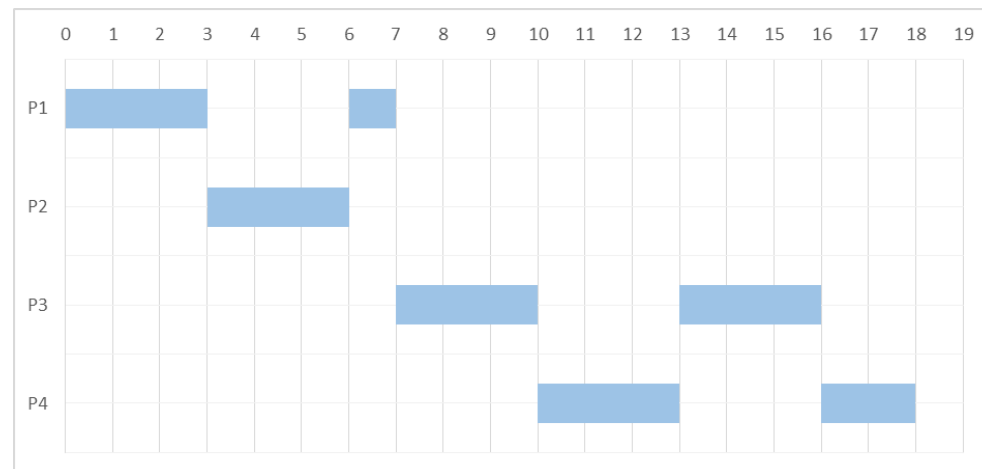


# RR – Round Robin - Prestazioni P2

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

- $R_{a P1} = 4 / (7-0) = 0.57$
- $R_{a P2} = 3 / (6-1) = 0.6$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

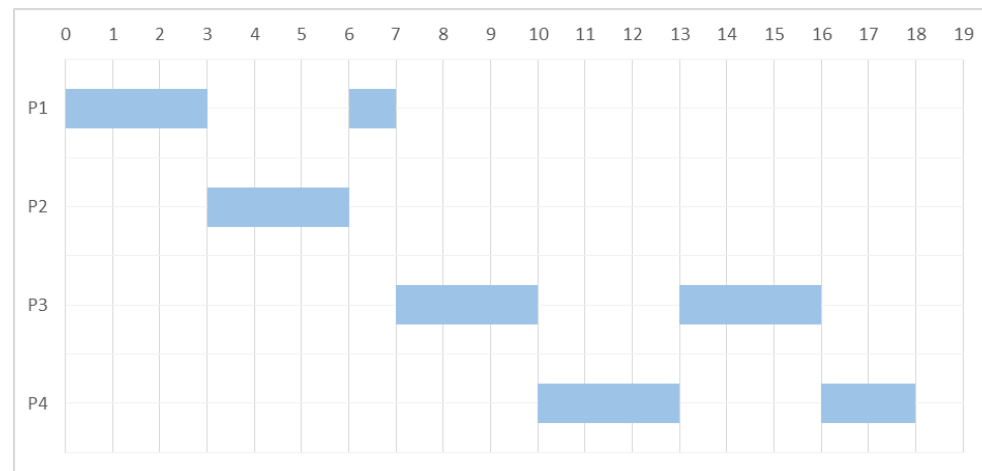


# RR – Round Robin - Prestazioni P3

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

- $R_{a P1} = 4 / (7-0) = 0.57$
- $R_{a P2} = 3 / (6-1) = 0.6$
- $R_{a P3} = 6 / (16-3) = 0.4615$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



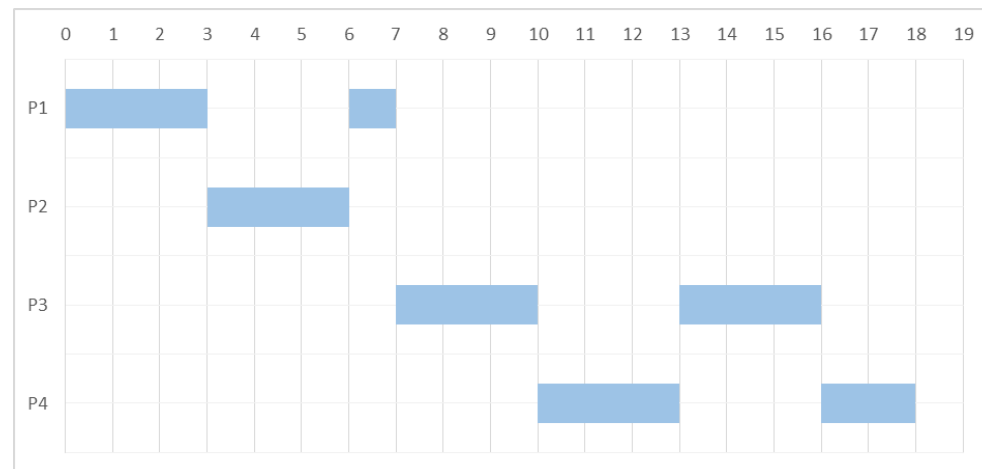
# RR – Round Robin - Prestazioni P4

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

- $R_{a P1} = 4 / (7-0) = 0.57$
- $R_{a P2} = 3 / (6-1) = 0.6$
- $R_{a P3} = 6 / (16-3) = 0.4615$
- $R_{a P4} = 5 / (18-5) = 0.384$

→ Prestazioni medie =  
 $(0,5+0,6+0,46+0,38)/4 \sim 2/4 =$   
0.50

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5



# SRR – Selfish Round Robin

---

- Increases priority as process ages
- Two queues:
  - Active (coda dei processi attivi)
  - Holding (coda di Attesa)
- Favours older processes to avoid unreasonable delays  
(Aumenta la priorità dei P più vecchi)

# SRR – Selfish Round Robin

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

- Quanto di tempo = 3
  - Disegnare il grafico temporale dello scheduling
  - Calcolare il tempo medio di attesa
  - Calcolare il rapporto di prestazioni

# SRR – Selfish Round Robin: grafico

- **NOTA:**
- Quanto di tempo = 3 uguale a RR
- Stessi Tempi di RR

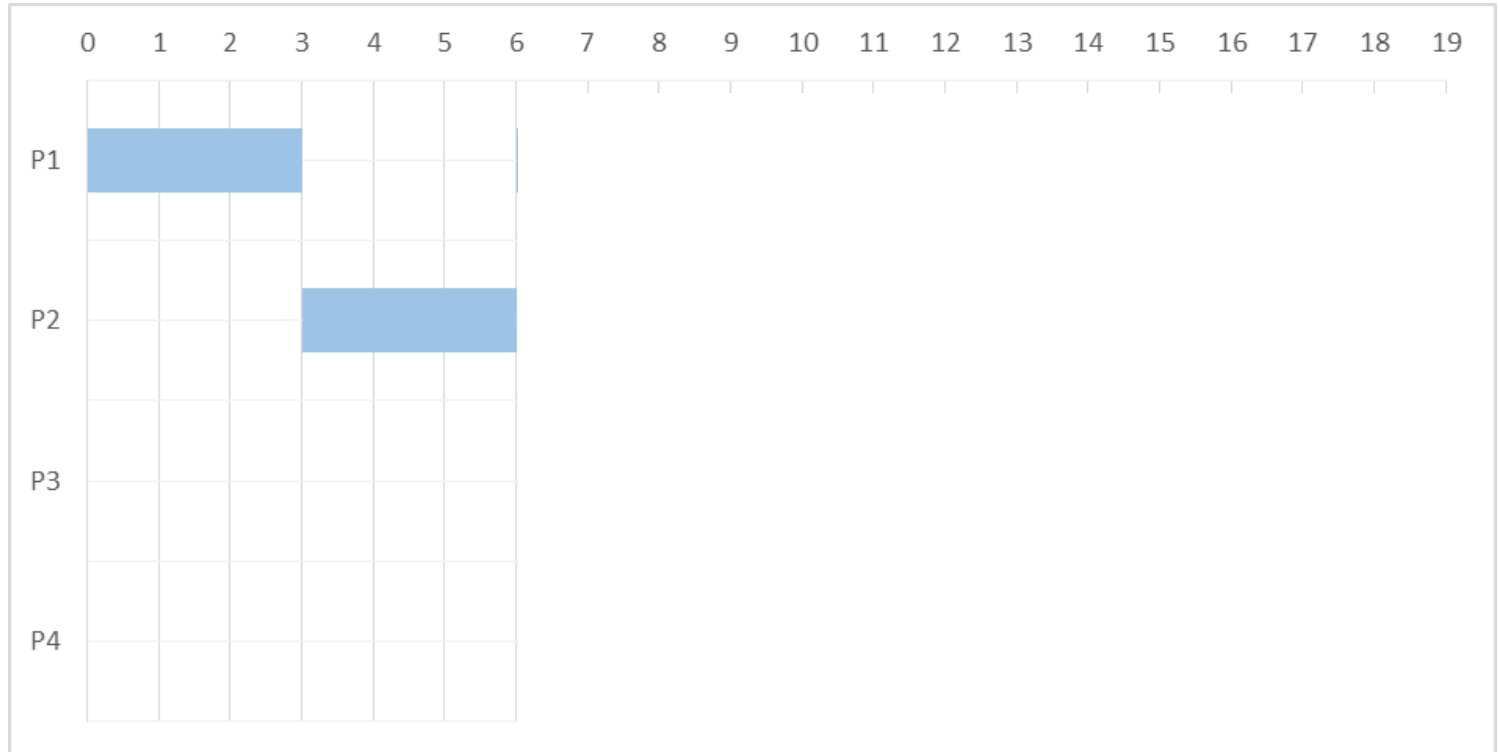
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

- **Cosa puo' cambiare?**

- ...

# SRR – Selfish Round Robin: grafico

- Quanto di tempo = 3

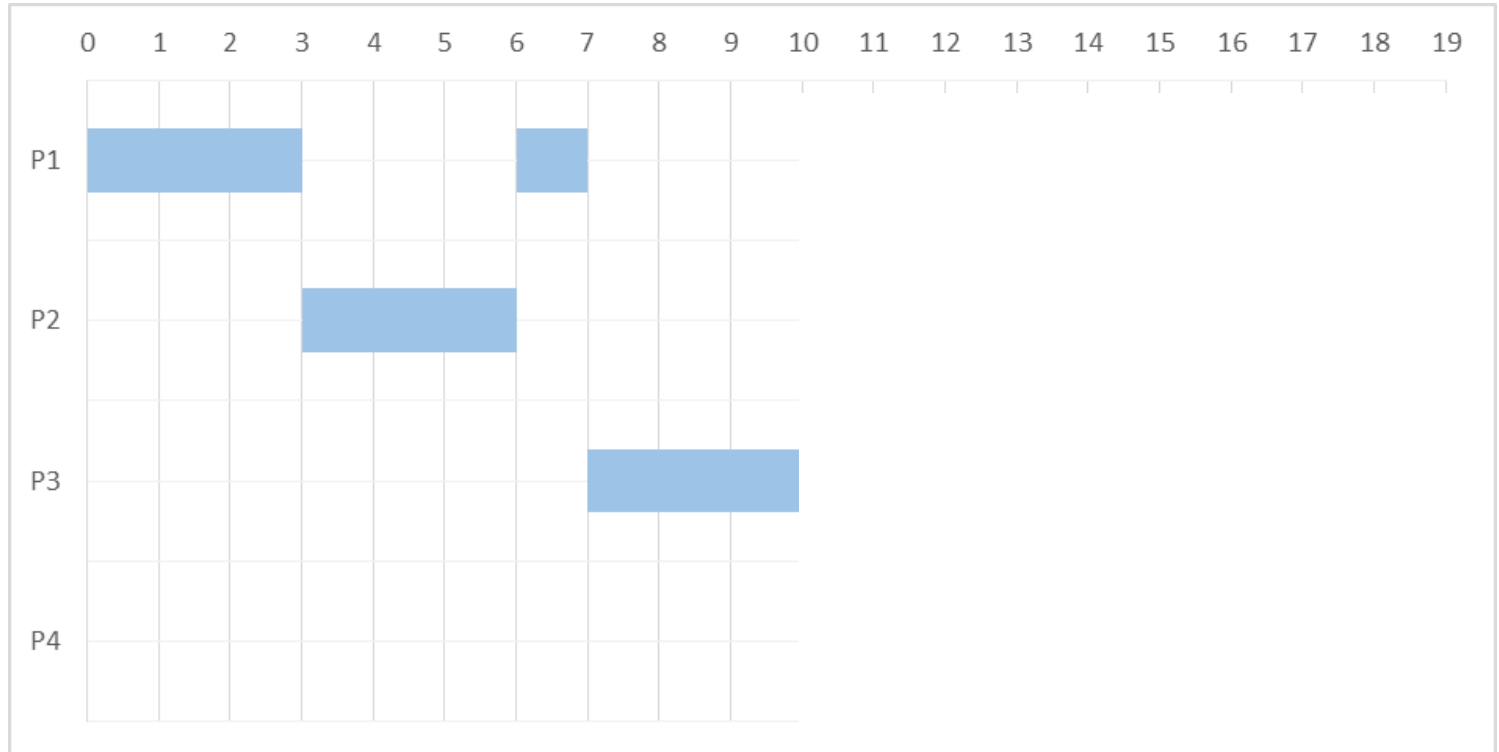


- Come x RR parte P1, si interrompe dopo 3 QT, parte P2..



# SRR – Selfish Round Robin: grafico

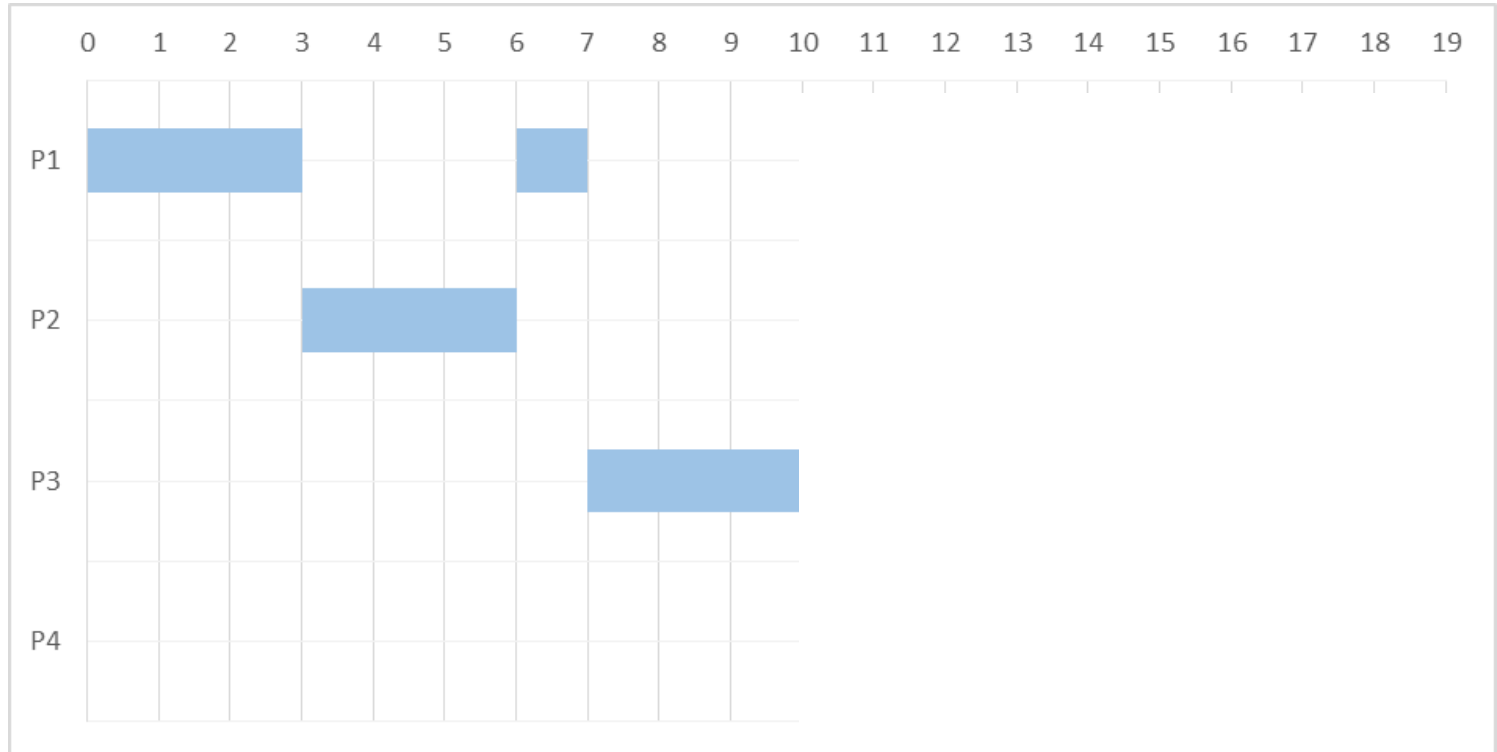
- Quanto di tempo = 3



- Come x RR parte P1, si interrompe dopo 3 QT, parte P2..
- Riparte P1, e parte P3: abbiamo Processi in Aging?

# SRR – Selfish Round Robin: grafico

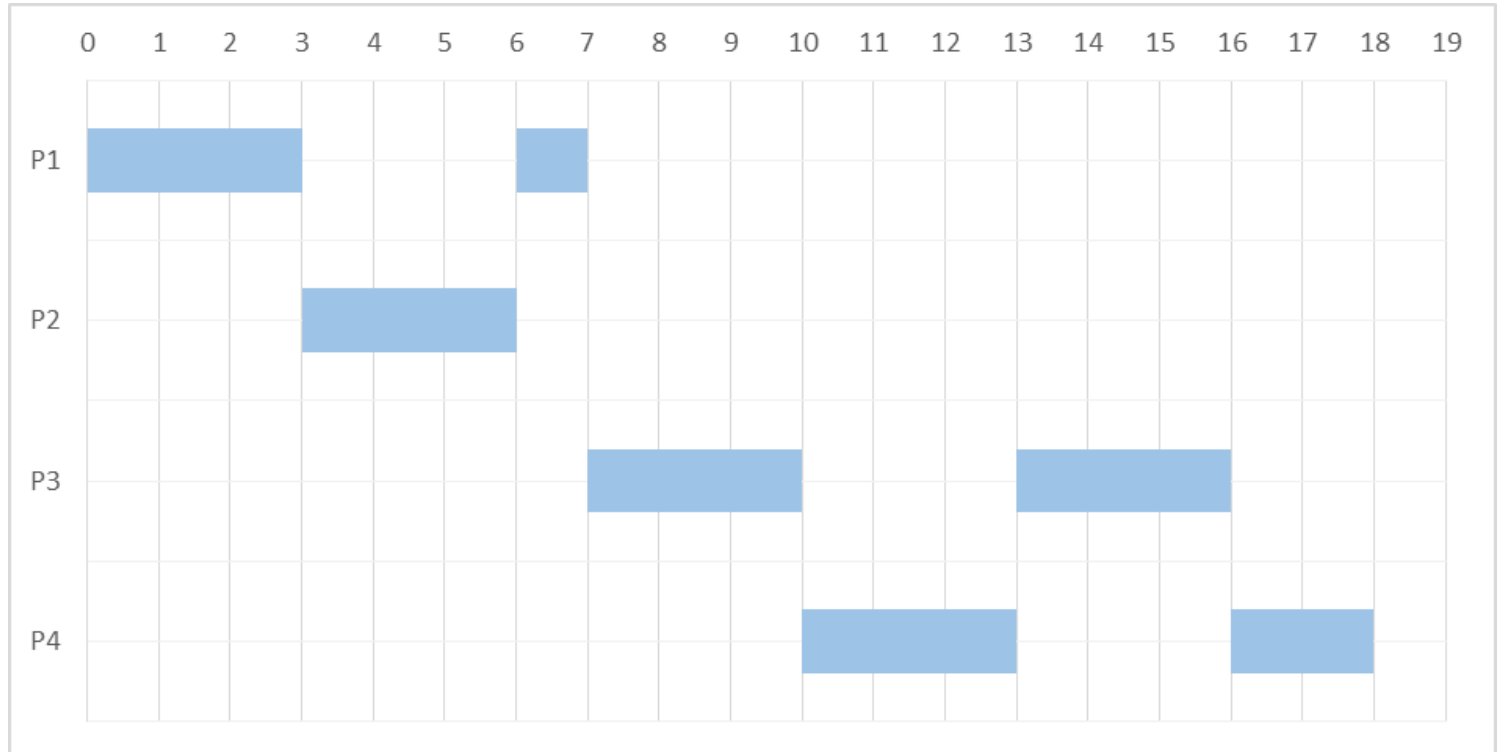
- Quanto di tempo = 3



- Riparte P1, e parte P3: abbiamo Processi in Aging?
- A  $T=7$  No
- A  $T=10$  P3 finisce, quindi  $N \text{ Processi} = 0$

# SRR – Selfish Round Robin: grafico

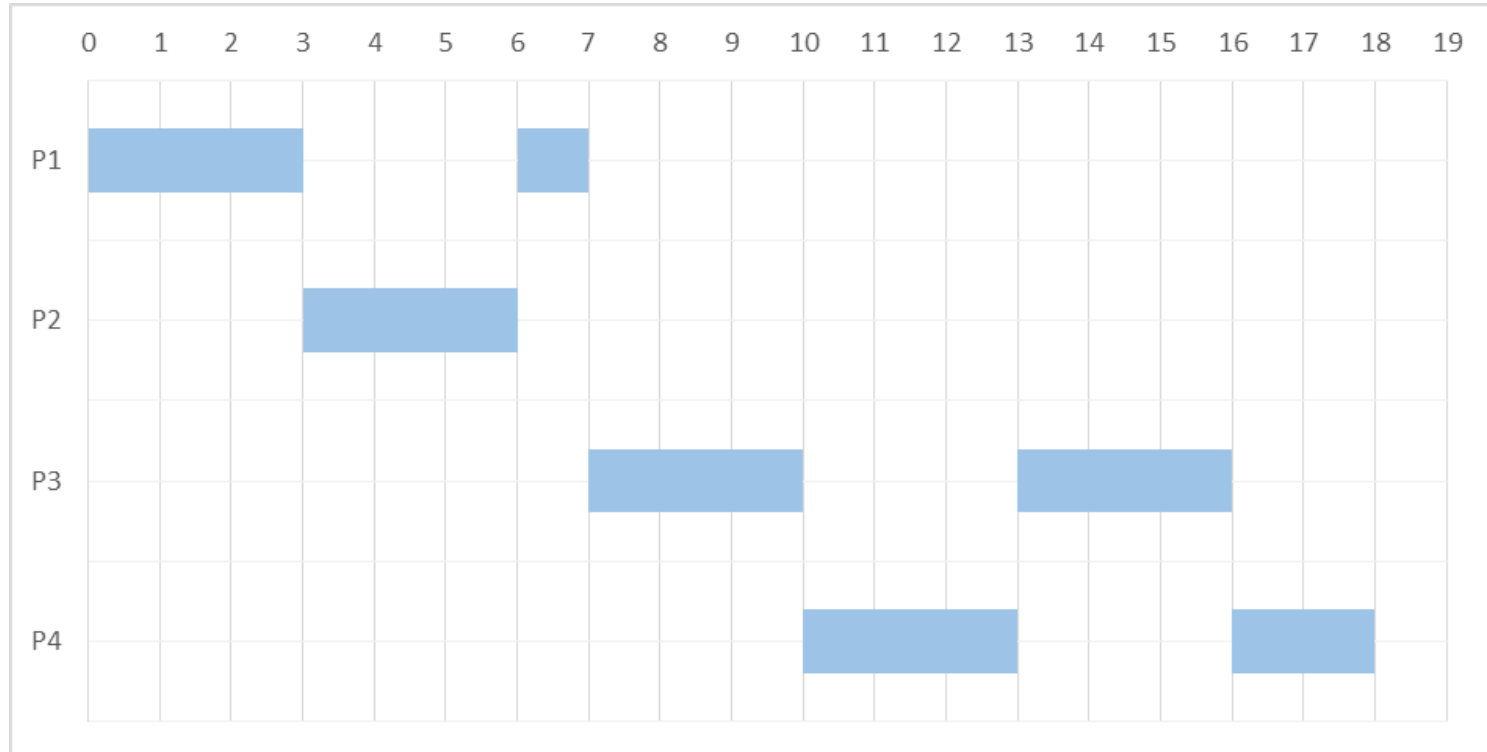
- Quanto di tempo = 3



- Quando parte P4 ci sarebbe in Aging P3, ma a  $T = 13$  "tocca" già a P3 che completa....

# SRR – Selfish Round Robin

- Lo scheduling risultante è == RR!



- **Attesa**

- $P1 = 3, P2 = 2, P3 = 7, P4 = 8$

→ Attesa media = 5

- **Prestazioni**

- $P1 = 0.57, P2 = 0.60, P3 = 0.46, P4 = 0.38$

→ Prestazioni medie = 0.50

# (N)PSJF – (Non) Preemptive Shortest Job First

---

## ■ Def:

Tipi d Burst:

- CPU burst:  $\mu p$  is performing calculations
- I/O burst,  $\mu p$  is waiting for data transfer in or out of the system.

*Ci interessa:*

**CPU burst:** the amount of time the process uses the processor before it is no longer ready

# (N)PSJF – (Non) Preemptive Shortest Job First

---

## ■ Funzionamento:

- assumiamo sia NOTO il tempo di Burst x ogni processo

(- la lunghezza del burst e' il tempo x cui continuerebbe ad eseguire se NON "preempted")

L' algoritmo STIMA il tempo

All' Inizio valore di "default"

*Negli es. Burst Time verra' dato x ipotesi*

# NPSJF – Non Preemptive Shortest Job First

---

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di burst

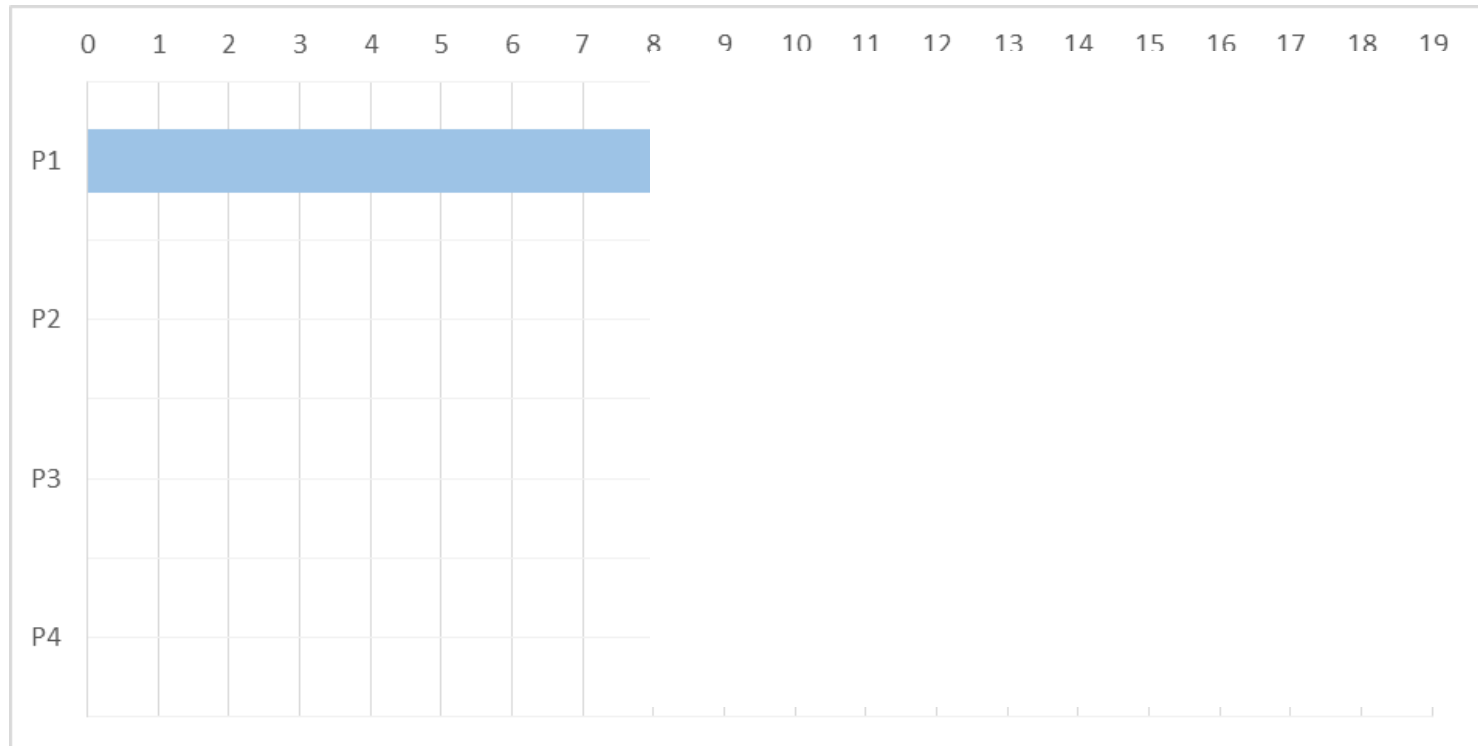
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1

- Disegnare il grafico temporale dello scheduling
- Calcolare il tempo medio di attesa
- Calcolare il rapporto di prestazioni

# NPSJF – Non Preemptive Shortest Job First: GRAFICO

- Pe def. "NonPreemptive":
- Parte P1 NON puo' essere interrotto:

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



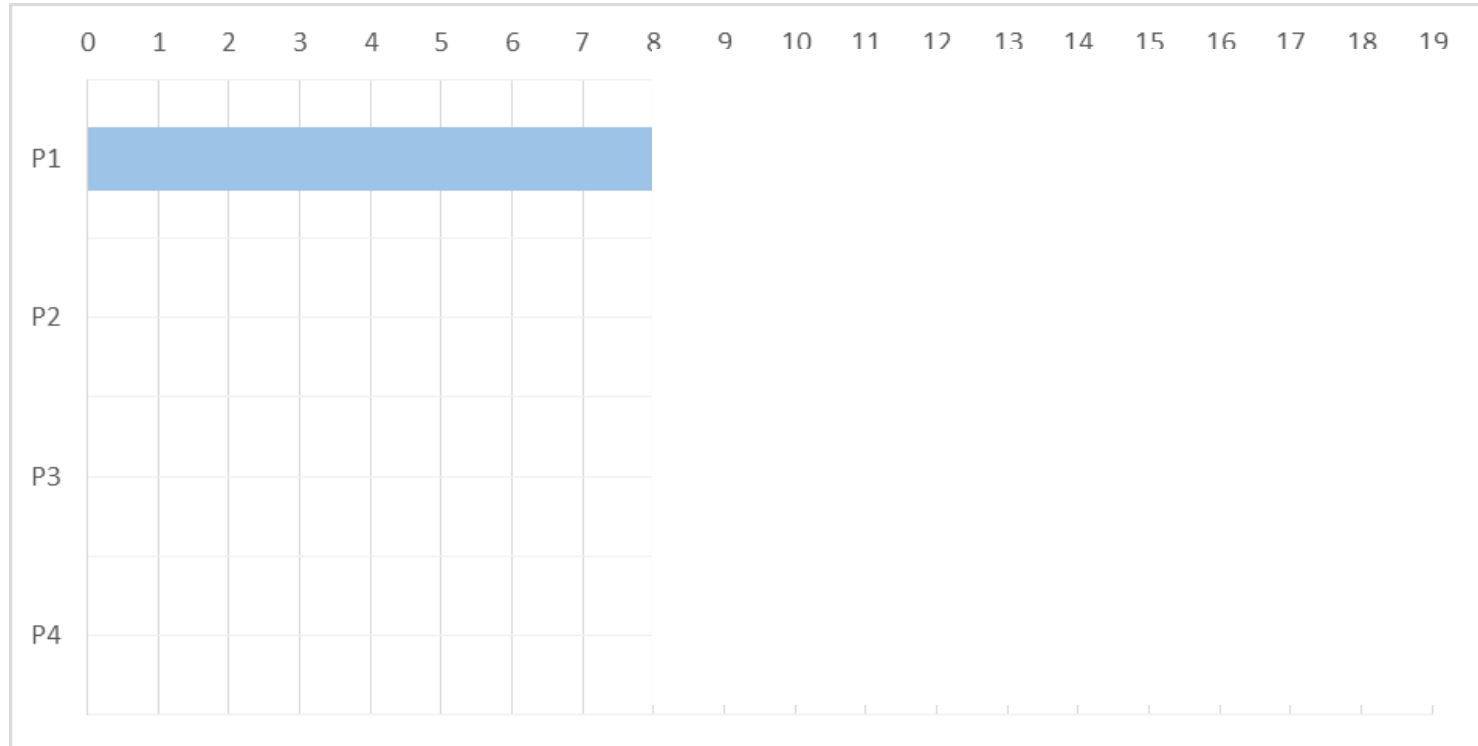


# NPSJF – Non Preemptive Shortest Job First: GRAFICO

- P1 termina:
- Al  $T = 8$  sono GIA arrivati sia P2 che P3 che P4
- (tutti sarebbero schedulabili..)
- **Chi ha Burst Minore?**

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1

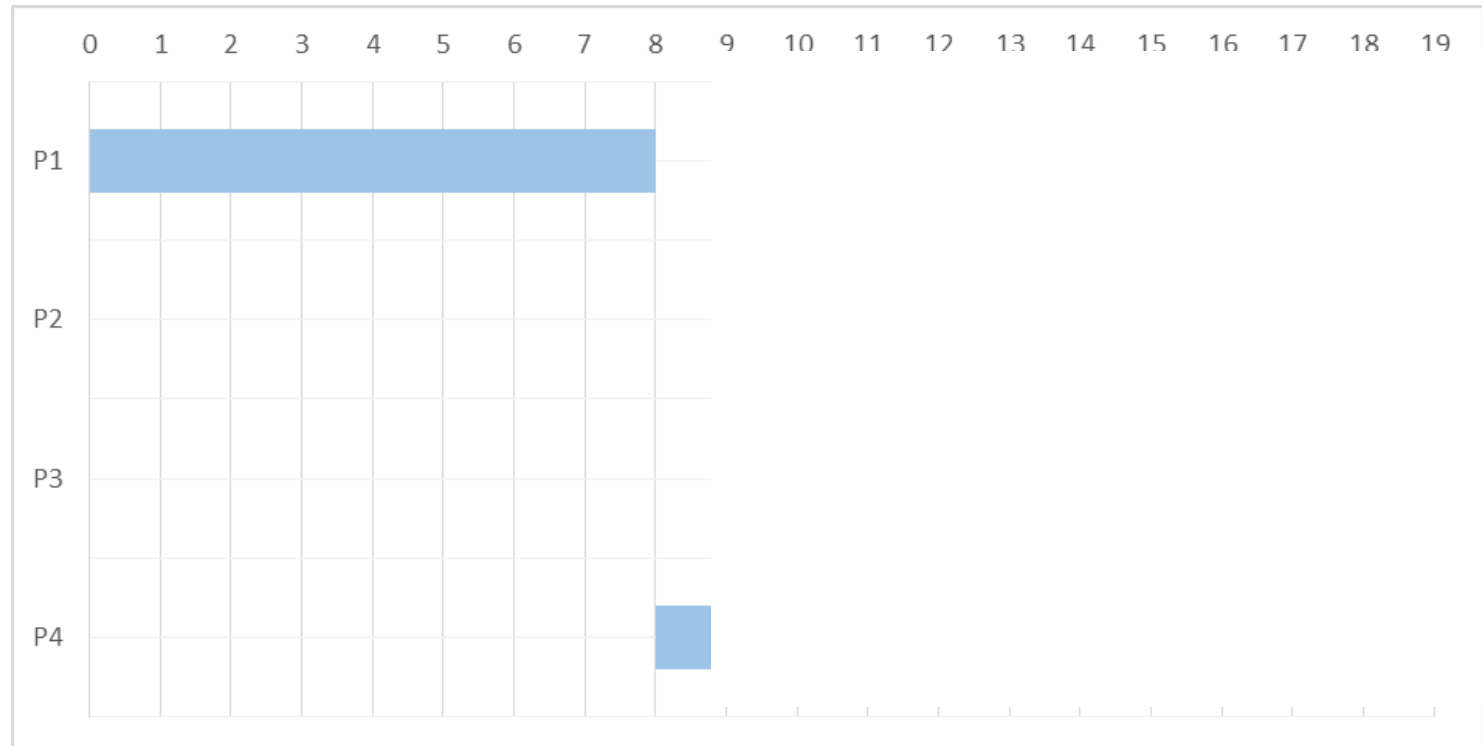
– ...



# NPSJF – Non Preemptive Shortest Job First: GRAFICO

- P2 termina:
- Al  $T = 8$  sono GIA arrivati sia P2 che P3 che P4
- Chi ha Burst Minore? **P4 (1T)**

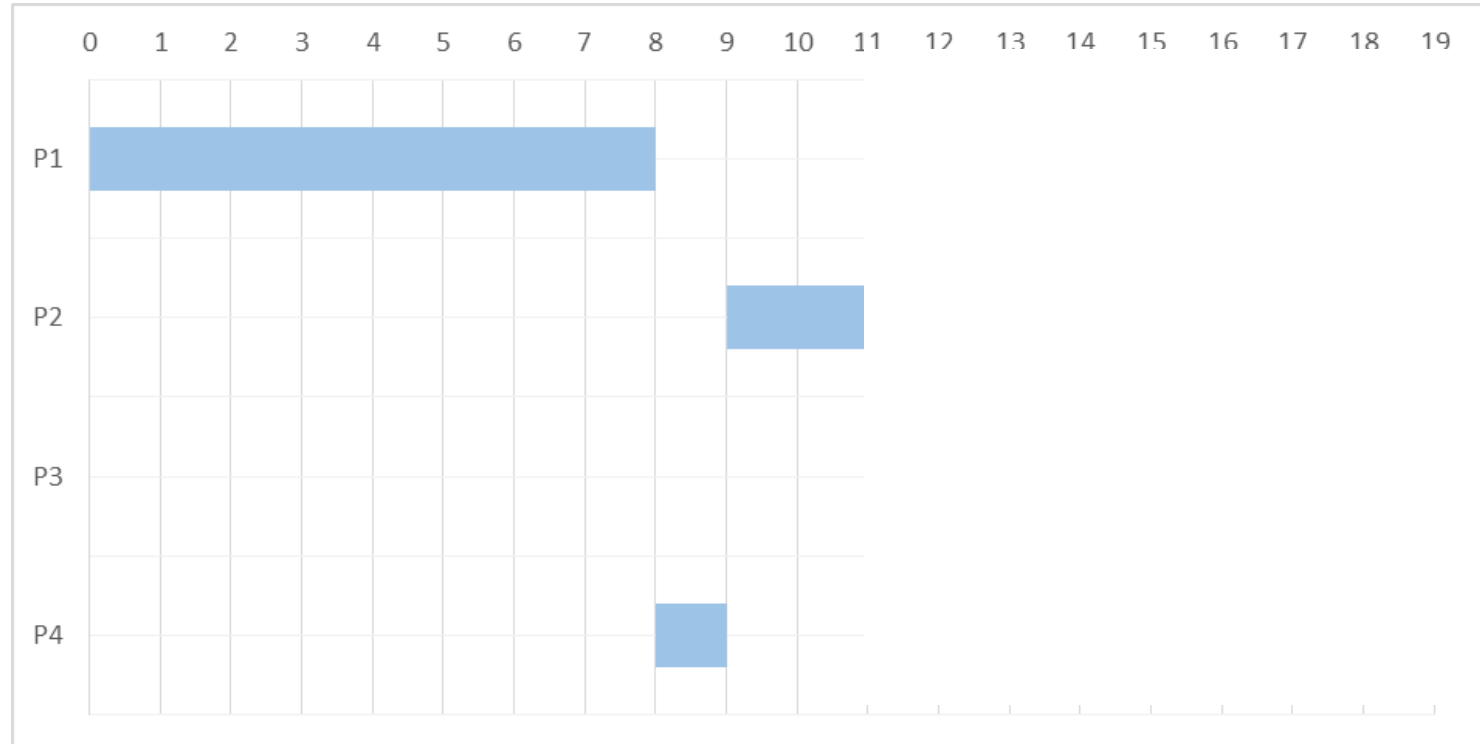
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – Non Preemptive Shortest Job First: GRAFICO

- P4 termina:
- Al  $T = 9$  sono GIA arrivati sia P2 che P3
- Chi ha Burst Minore? **P2 (2T)**

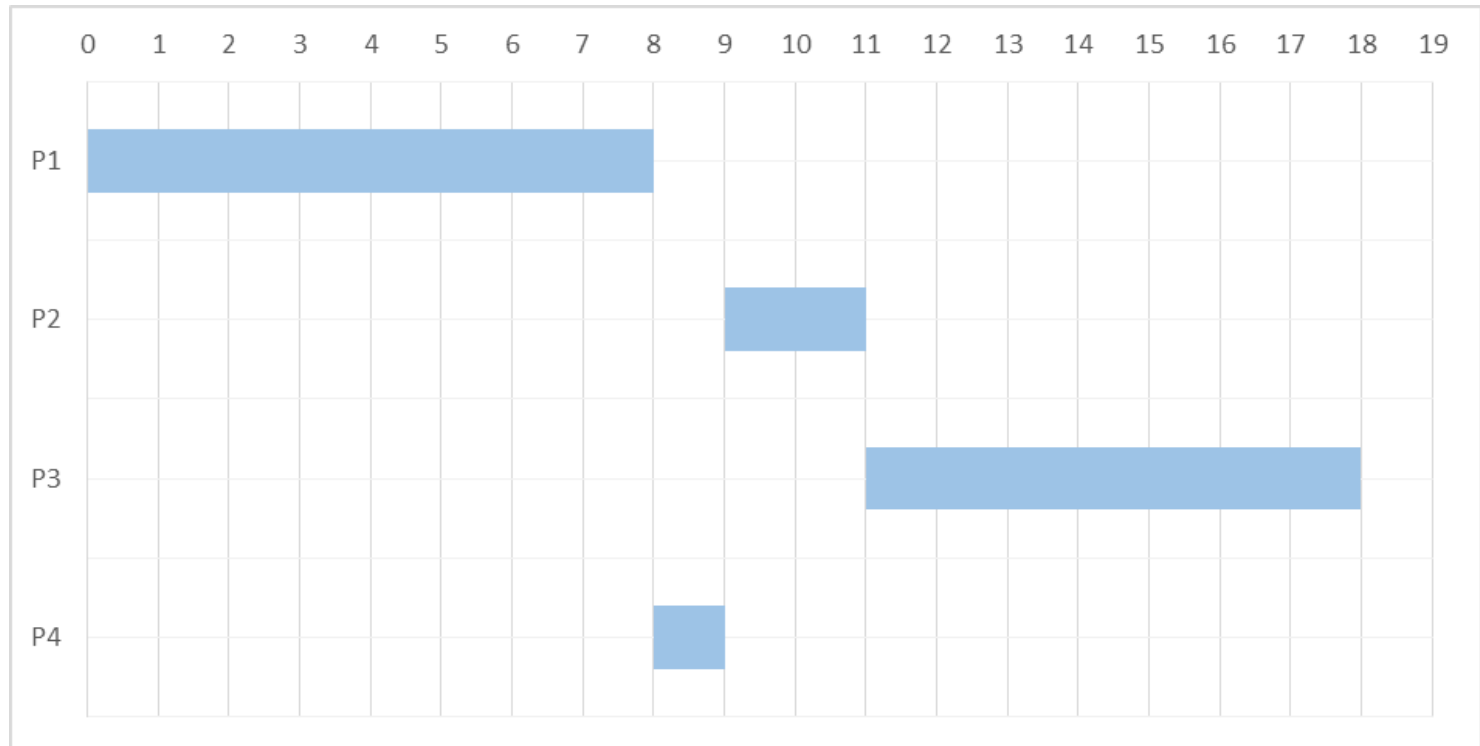
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – Non Preemptive Shortest Job First: GRAFICO

– Ultimo in coda **P3**

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



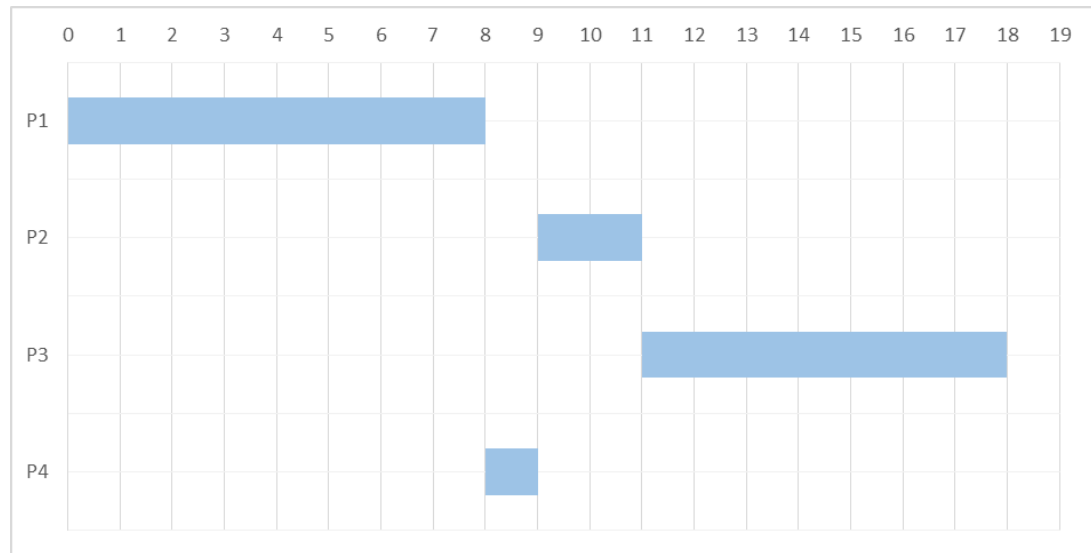
# NPSJF – T Attesa

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $T_{a P1} = 8 - 8 - 0 = 0$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – T Attesa

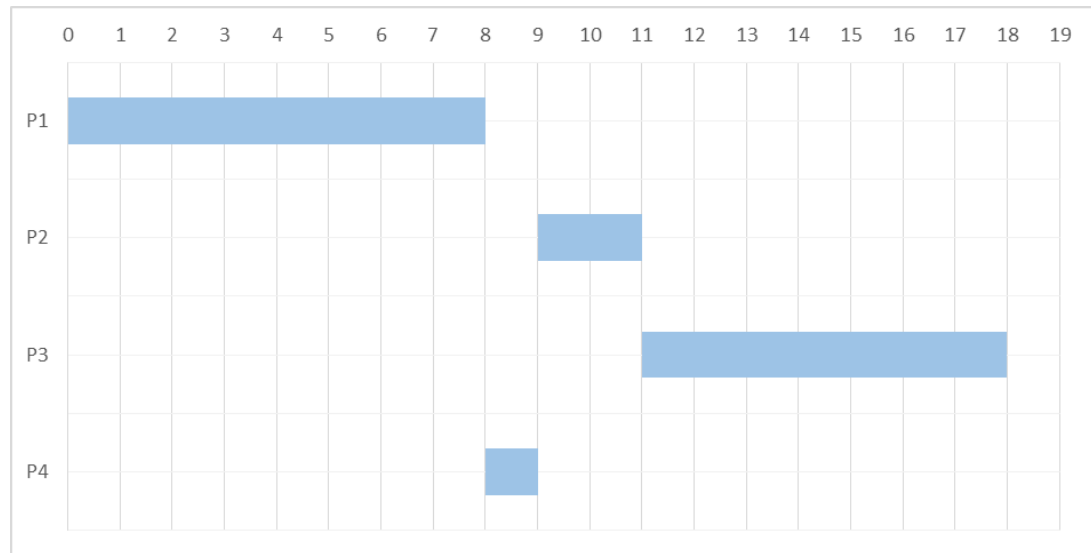
formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $T_{a P1} = 8 - 8 - 0 = 0$

–  $T_{a P2} = 11 - 2 - 1 = 8$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – T Attesa

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

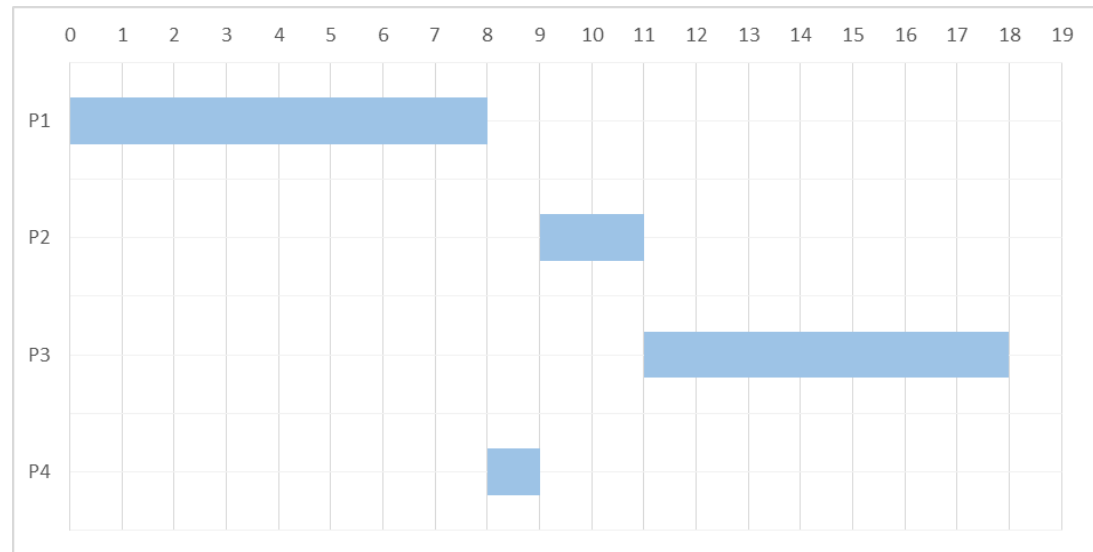
– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $T_{a P1} = 8 - 8 - 0 = 0$

–  $T_{a P2} = 11 - 2 - 1 = 8$

–  $T_{a P3} = 18 - 7 - 3 = 8$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – T Attesa

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

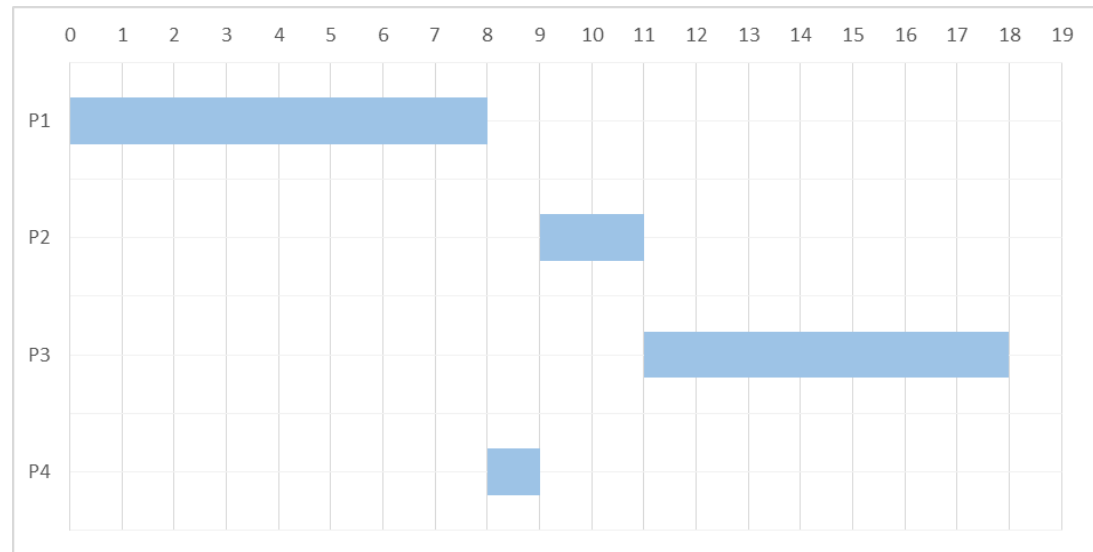
–  $T_{a\ P1} = 8 - 8 - 0 = 0$

–  $T_{a\ P2} = 11 - 2 - 1 = 8$

–  $T_{a\ P3} = 18 - 7 - 3 = 8$

–  $T_{a\ P4} = 9 - 1 - 5 = 3$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1





# NPSJF – T Attesa

formula:  $T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$

– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $T_{a P1} = 8 - 8 - 0 = 0$

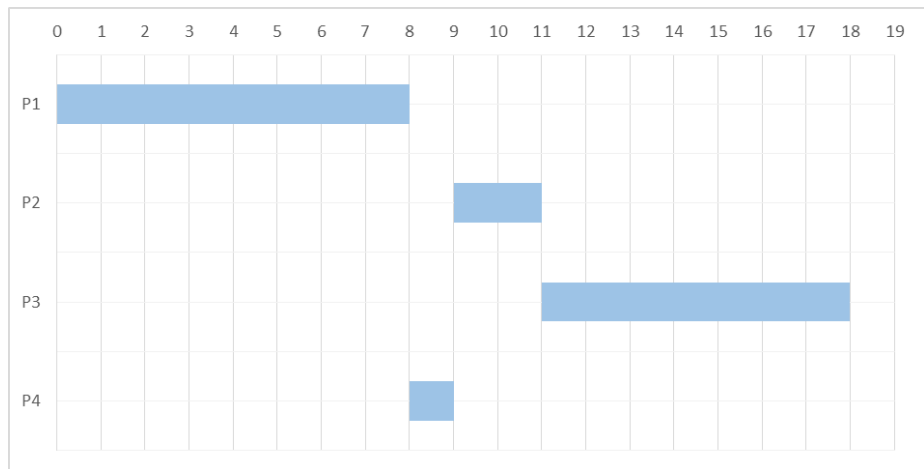
–  $T_{a P2} = 11 - 2 - 1 = 8$

–  $T_{a P3} = 18 - 7 - 3 = 8$

–  $T_{a P4} = 9 - 1 - 5 = 3$

– **Attesa media =  $(0+8+8+3)/4 = 4.75$**

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



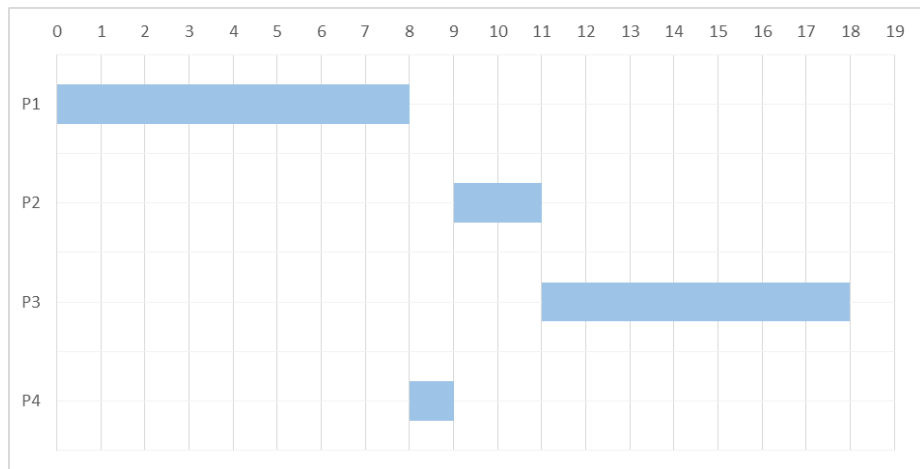
# NPSJF – Prestazioni

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $R_{a P1} = 8 / (8-0) = 1$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – Prestazioni

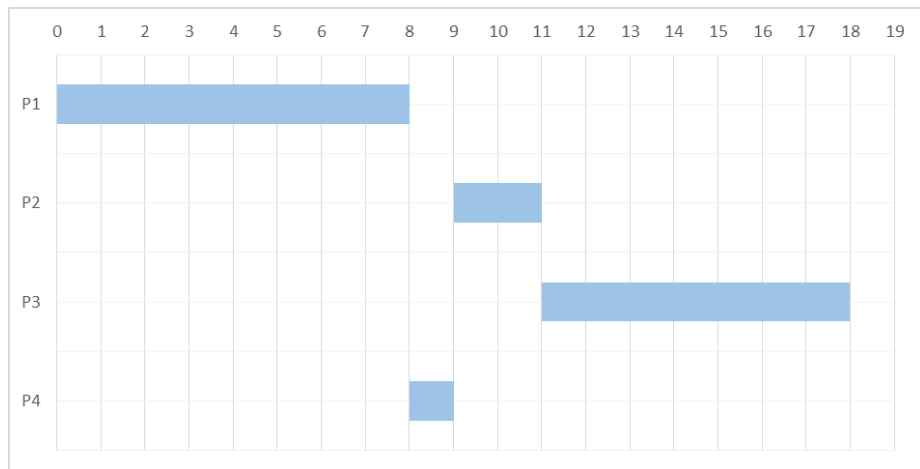
formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $R_{a P1} = 8 / (8-0) = 1$

–  $R_{a P2} = 2 / (11-9) = 0.2$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – Prestazioni

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

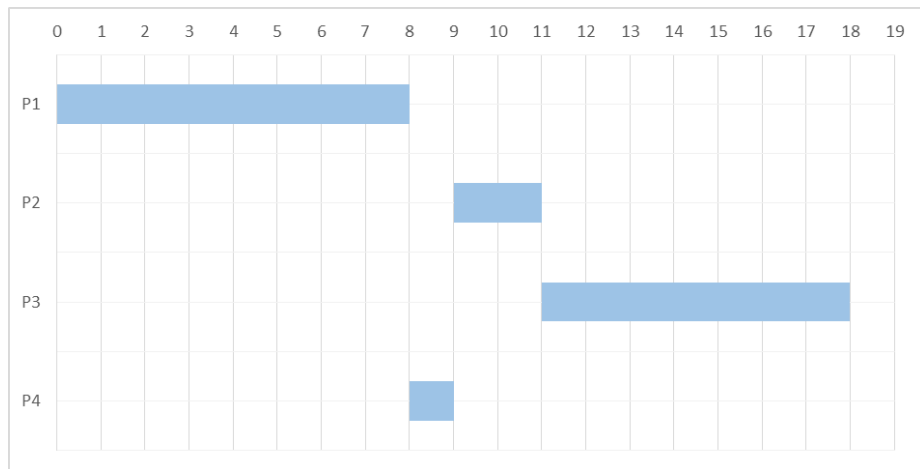
– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $R_{a\ P1} = 8 / (8-0) = 1$

–  $R_{a\ P2} = 2 / (11-9) = 0.2$

–  $R_{a\ P3} = 7 / (18-3) = 0.4666$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# NPSJF – Prestazioni

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

– (In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

–  $R_{a\ P1} = 8 / (8-0) = 1$

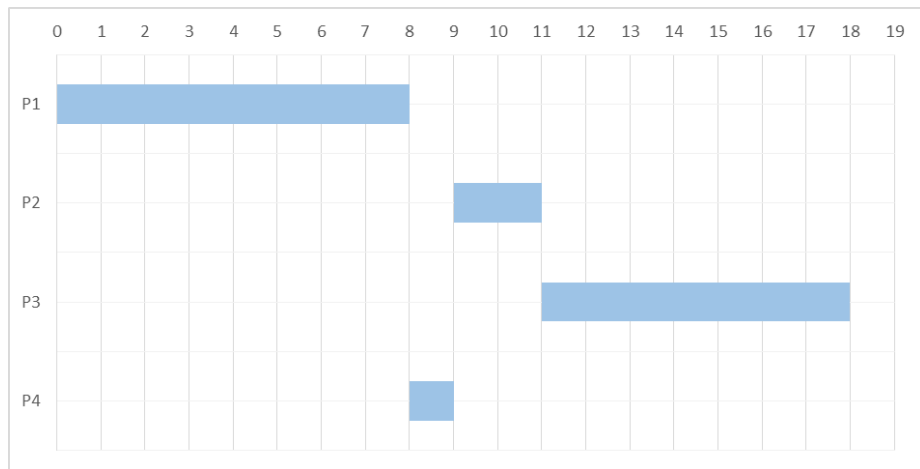
–  $R_{a\ P2} = 2 / (11-9) = 0.2$

–  $R_{a\ P3} = 7 / (18-3) = 0.4666$

–  $R_{a\ P4} = 1 / (9-5) = 0.25$

– → Prestazioni medie = 0.48

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
<b>P1</b>	0	8
<b>P2</b>	1	2
<b>P3</b>	3	7
<b>P4</b>	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First

- theory:

$t_n$	lunghezza dell'n-esimo CPU burst
$\tau_{n+1}$	valore predetto del prossimo CPU burst
$\alpha$	$0 \leq \alpha \leq 1$
$\tau_{n+1} = \alpha t_n + (1 - \alpha) \tau_n$	

- $\alpha = 0$ : non ho storia,  $\tau_{n+1} = \tau_n$
- $\alpha = 1$ : vale ultimo valore REALE  $\tau_{n+1} = T_n$

# PSJF – Preemptive Shortest Job First

---

- Def: "Shortest Job First Scheduling, jobs are put into ready queue as they arrive, but as a process with short burst time arrives, the existing process is preempted or removed from execution, and the shorter job is executed first.
- Logica: se arriva un P con burst piu piccolo, lo servo con pre-emption.

# PSJF – Preemptive Shortest Job First

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di burst

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6 *
P4	5	1

- Alpha = 0.5

$$\tau_{n+1} = \alpha t_n + (1 - \alpha)\tau_n$$

- Disegnare il grafico temporale dello scheduling
- Calcolare il tempo medio di attesa
- Calcolare il rapporto di prestazioni

\* errore slide OLD era 7



# PSJF – Preemptive Shortest Job First

- Parte P1
- Ma al tempo  $T=1$  arriva P2...

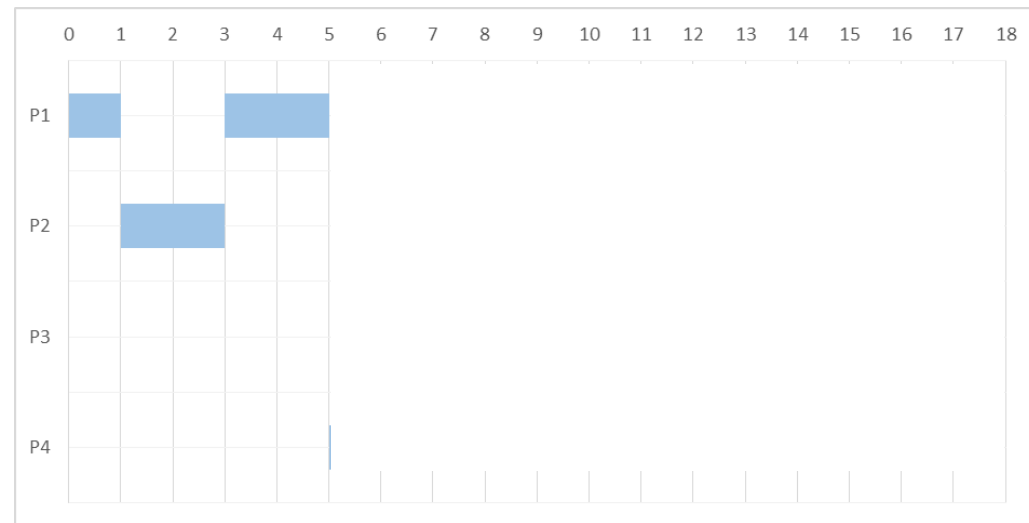
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First

- Parte P1
- P2 parte, dura 2 T..
- Riparte P1 (non ho altri in coda..)

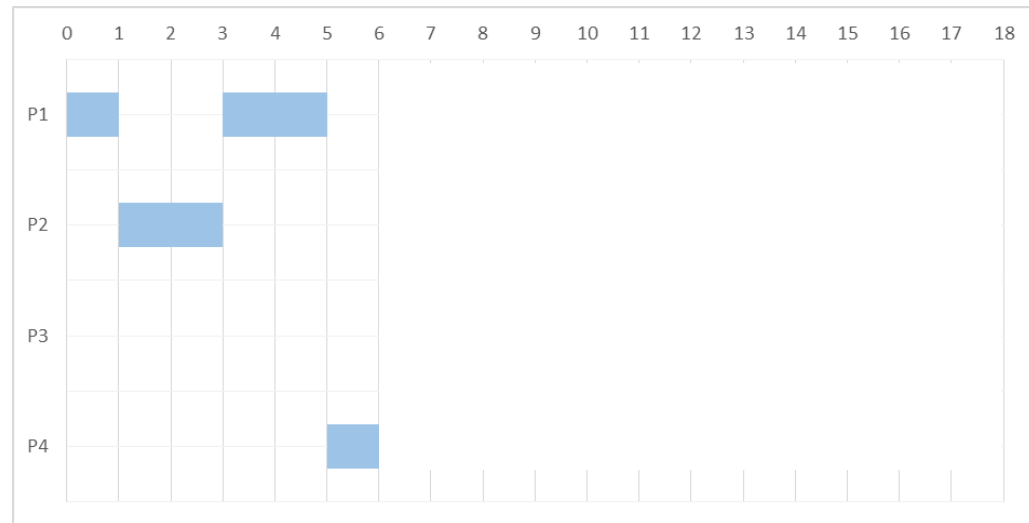
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First

- Parte P1
- P2 parte, dura 2 T..
- Riparte P1 (non ho altri in coda..)
- Arriva P3 a  $T = 3$ ,  
ma sta runnando P1 (tengo in coda..)
- $T = 5$  arriva P4 che ha burst = 1:  
"sorpassa" P3... e termina..

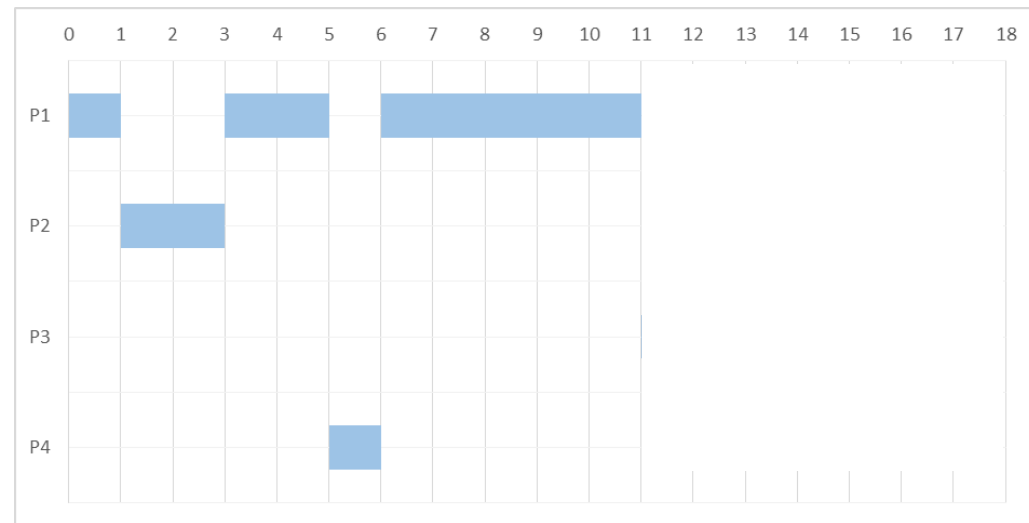
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



## PSJF – Preemptive Shortest Job First

- P1 riparte, ha solo 5 T da fare,
- P3 ne ha 6...tengo in coda..)
- 

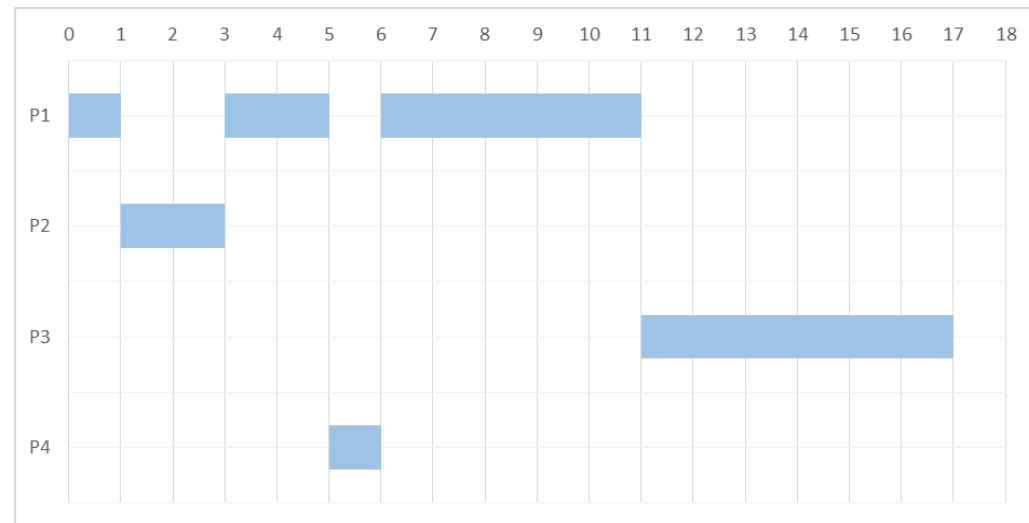
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First

- P1 termina
- Parte P3

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First: Attesa

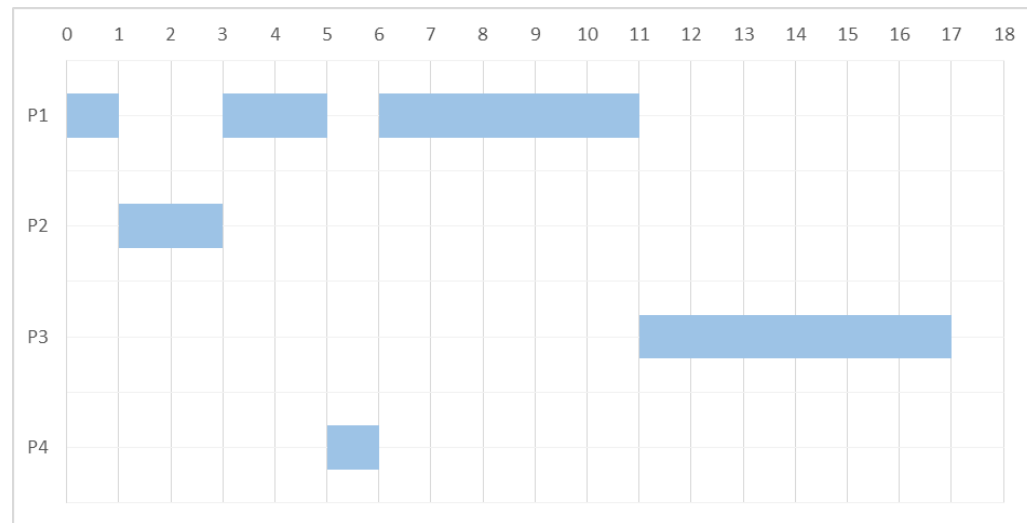
formula:

$$T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$$

(In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

$$T_{a P1} = 11 - 8 - 0 = 3$$

Processo	Tempo arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First: Attesa

formula:

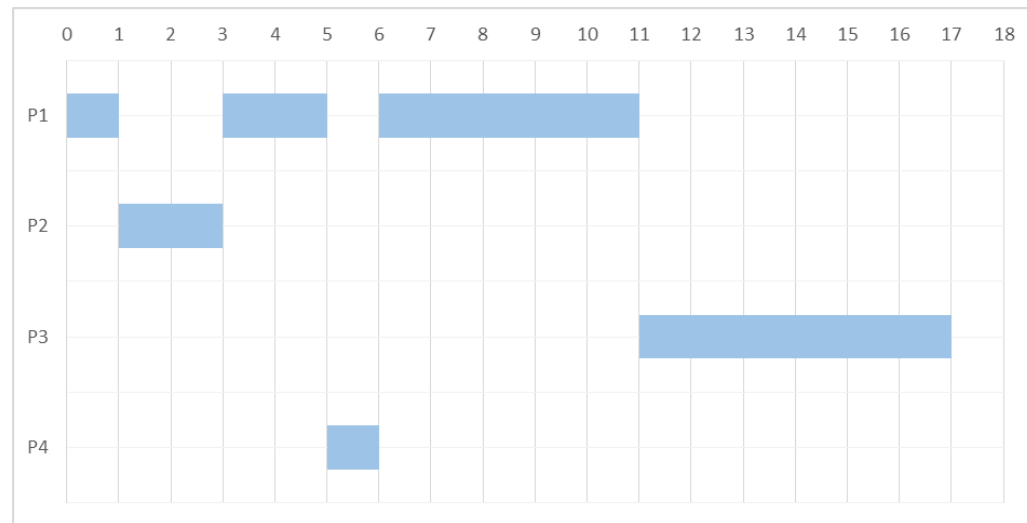
$$T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$$

(In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

$$T_{a P1} = 11 - 8 - 0 = 3$$

$$T_{a P2} = 3 - 2 - 1 = 0$$

Processo	Tempo arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First: Attesa

formula:

$$T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$$

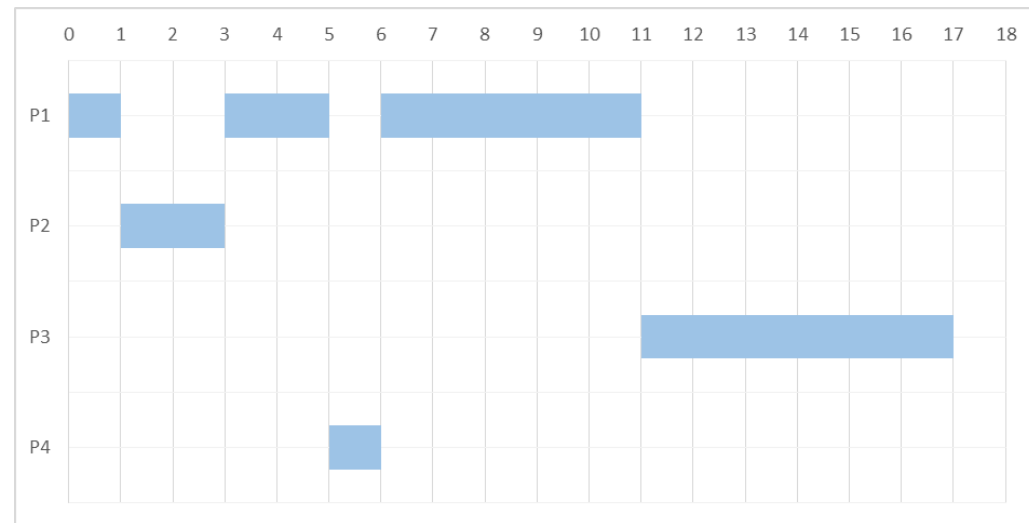
(In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

$$T_{a P1} = 11 - 8 - 0 = 3$$

$$T_{a P2} = 3 - 2 - 1 = 0$$

$$T_{a P3} = 17 - 6 - 3 = 8$$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1





# PSJF – Preemptive Shortest Job First: Attesa

formula:

$$T_{ATTESA} = T_{FINE} - T_{SERVIZIO} - T_{ARRIVO}$$

(In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

$$T_{a P1} = 11 - 8 - 0 = 3$$

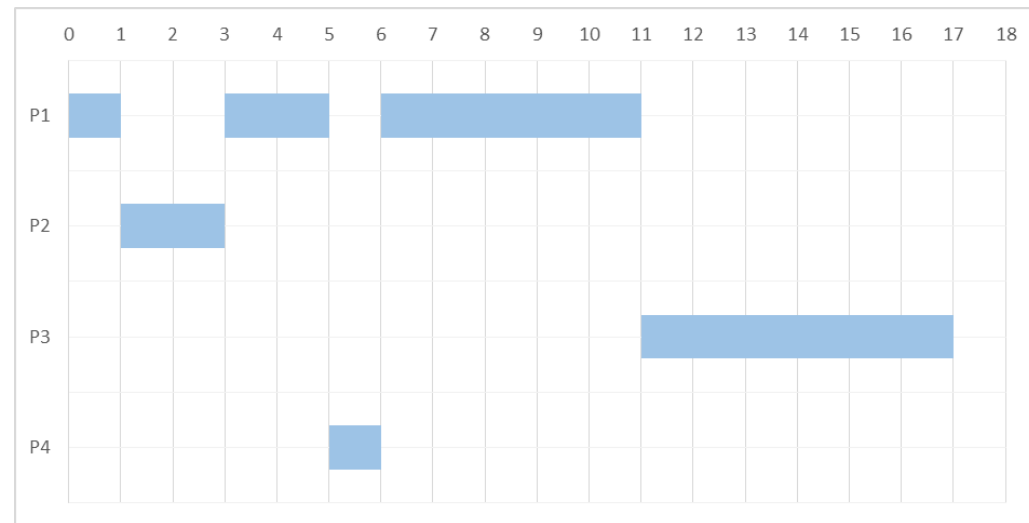
$$T_{a P2} = 3 - 2 - 1 = 0$$

$$T_{a P3} = 17 - 6 - 3 = 8$$

$$T_{a P4} = 6 - 1 - 5 = 0$$

→ Attesa media = 2.75

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



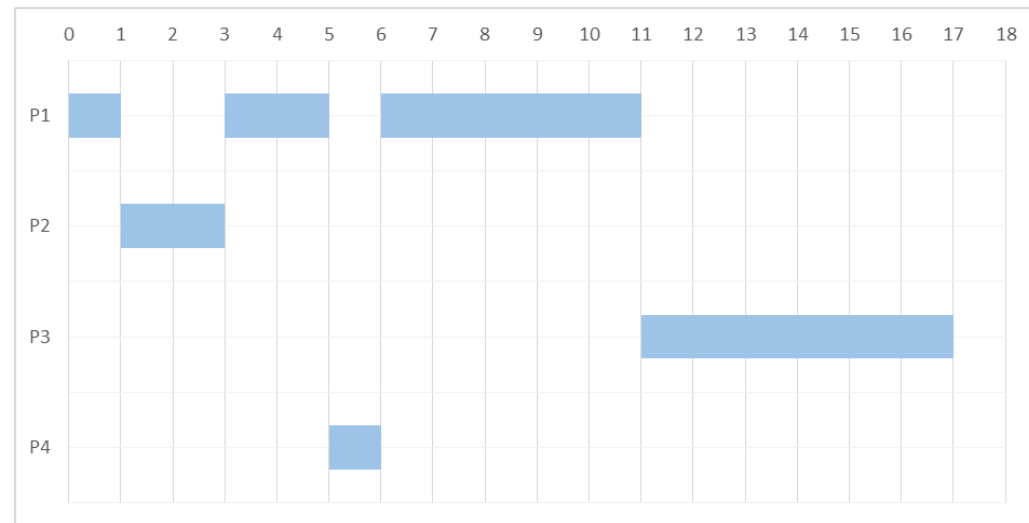
# PSJF – Preemptive Shortest Job First: Prestazioni

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

(In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

—  $R_{a P1} = 8 / (11 - 0) = 0.73$

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1



# PSJF – Preemptive Shortest Job First: Prestazioni

formula:  $R = \frac{T_{SERVIZIO}}{T_{FINE} - T_{ARRIVO}}$

(In questo caso :  $T_{servizio} = T_{burst}$ )

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di burst
P1	0	8
P2	1	2
P3	3	6
P4	5	1

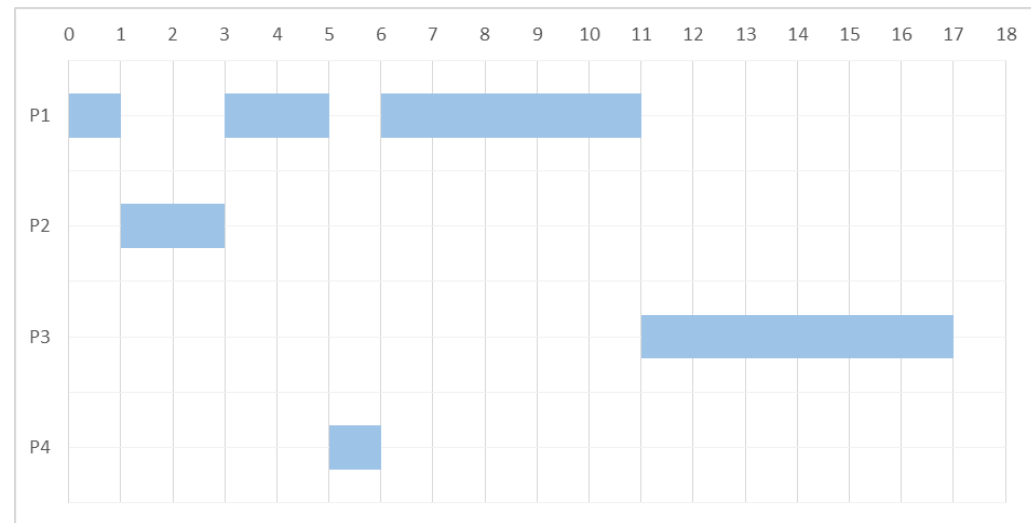
—  $R_{a P1} = 8 / (11 - 0) = 0.73$

■ *Velocizzando:*

—  $R_{a P2} = 2 / (3 - 1) = 1$

—  $R_{a P3} = 6 / (17 - 3) = 0.43$

—  $R_{a P4} = 1 / (6 - 5) = 1$



→ Prestazioni medie = 0.79

# SPN – Shortest Process Next

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

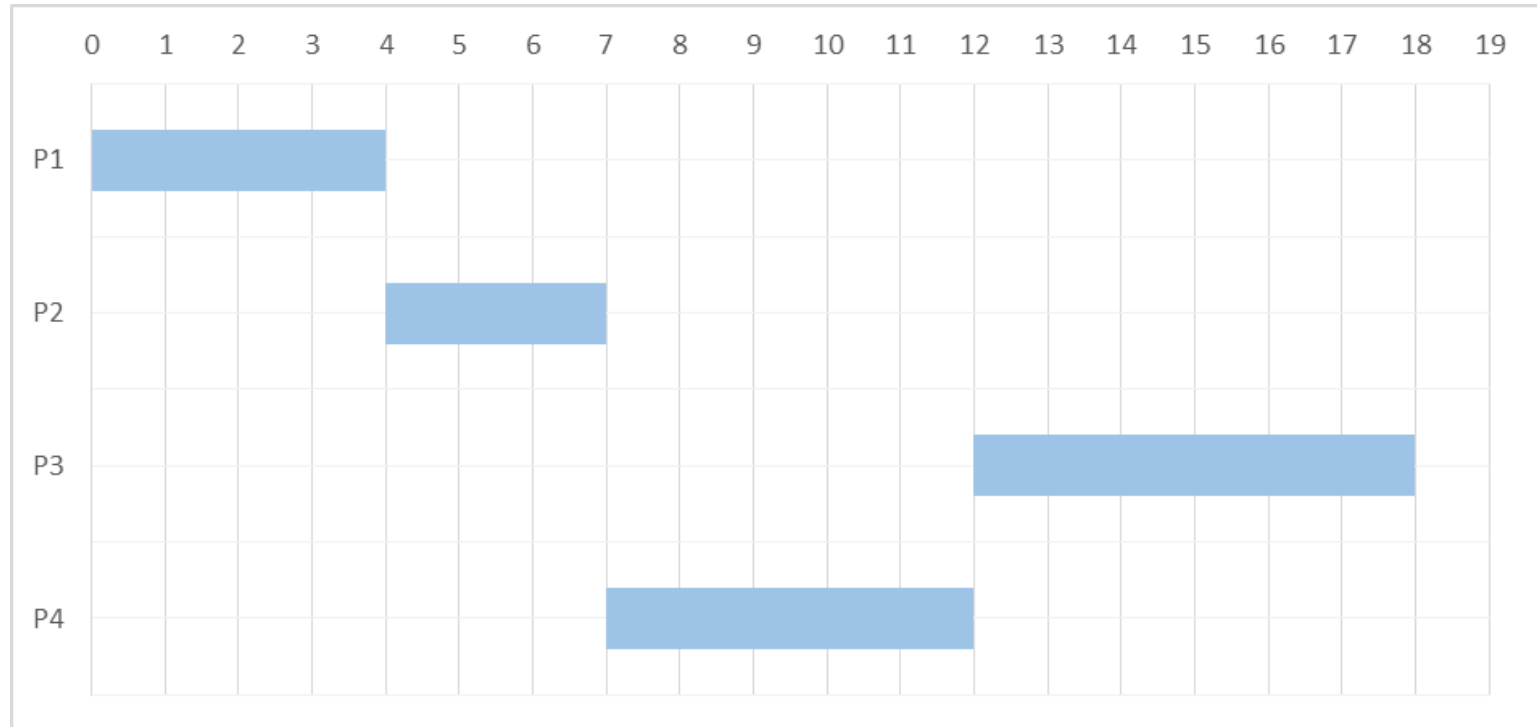
Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

- Disegnare il grafico temporale dello scheduling
- Calcolare il tempo medio di attesa
- Calcolare il rapporto di prestazioni



# SPN – Shortest Process Next

## ■ Lo scheduling risultante è



## ■ Attesa

–  $P1 = 0, P2 = 3, P3 = 9, P4 = 2$

→ Attesa media = 3.5

## ■ Prestazioni

–  $P1 = 1, P2 = 0.5, P3 = 0.40, P4 = 0.71$

→ Prestazioni medie = 0.65

# HRRN – High Response Ratio Next

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

- Priorità del Processo

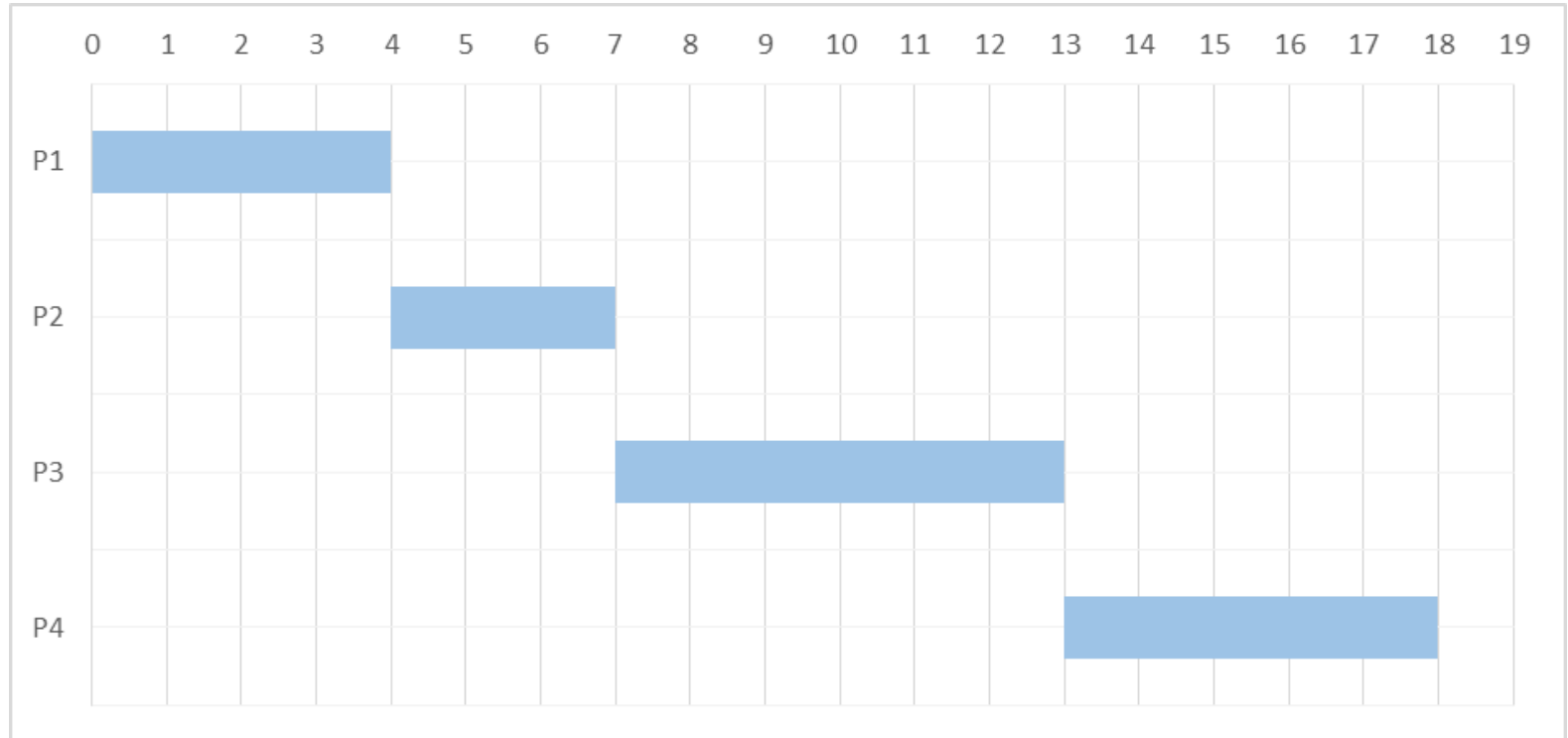
$$P = \frac{T_{ATTESA} + T_{EXEC}}{T_{EXEC}}$$

- Disegnare il grafico temporale dello scheduling
- Calcolare il tempo medio di attesa
- Calcolare il rapporto di prestazioni



# HRRN – High Response Ratio Next

## ■ Lo scheduling risultante è



## ■ Attesa

–  $P1 = 0, P2 = 3, P3 = 4, P4 = 8$

→ Attesa media = 3.75

## ■ Prestazioni

–  $P1 = 1, P2 = 0.5, P3 = 0.6, P4 = 0.38$

→ Prestazioni medie = 0.62

# SRT – Shortest Remaining Time

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	3
P2	1	1
P3	3	5
P4	5	3

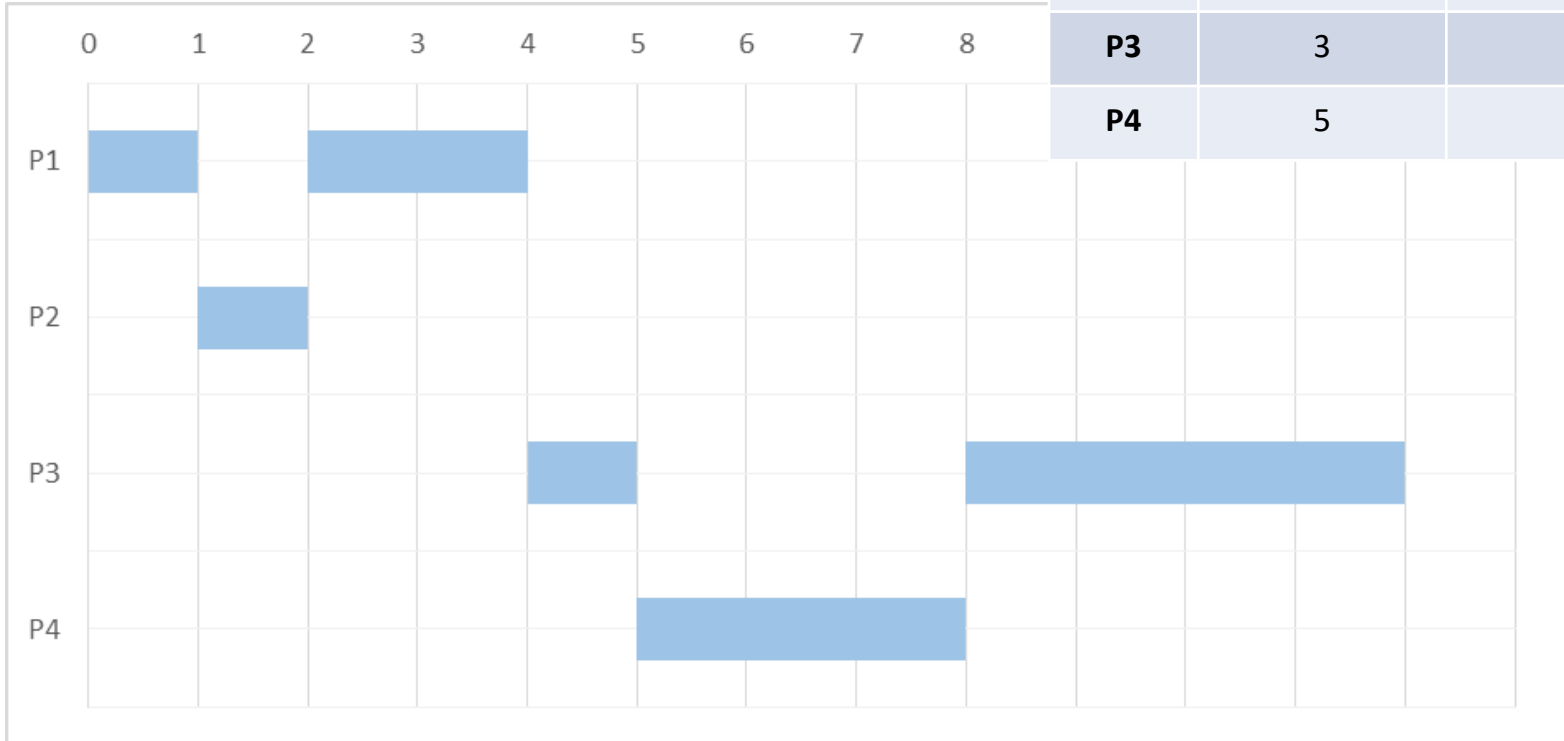
- Disegnare il grafico temporale dello scheduling
- Calcolare il tempo medio di attesa
- Calcolare il rapporto di prestazioni





# SRT – Shortest Remaining Time

## ■ Lo scheduling risultante è



## ■ Attesa

–  $P1 = 1, P2 = 0, P3 = 3, P4 = 0$

→ Attesa media = 1.25

## ■ Prestazioni

–  $P1 = 0.75, P2 = 1, P3 = 0.56, P4 = 1$

→ Prestazioni medie = 0.83

# MLQ – Multilevel Queue

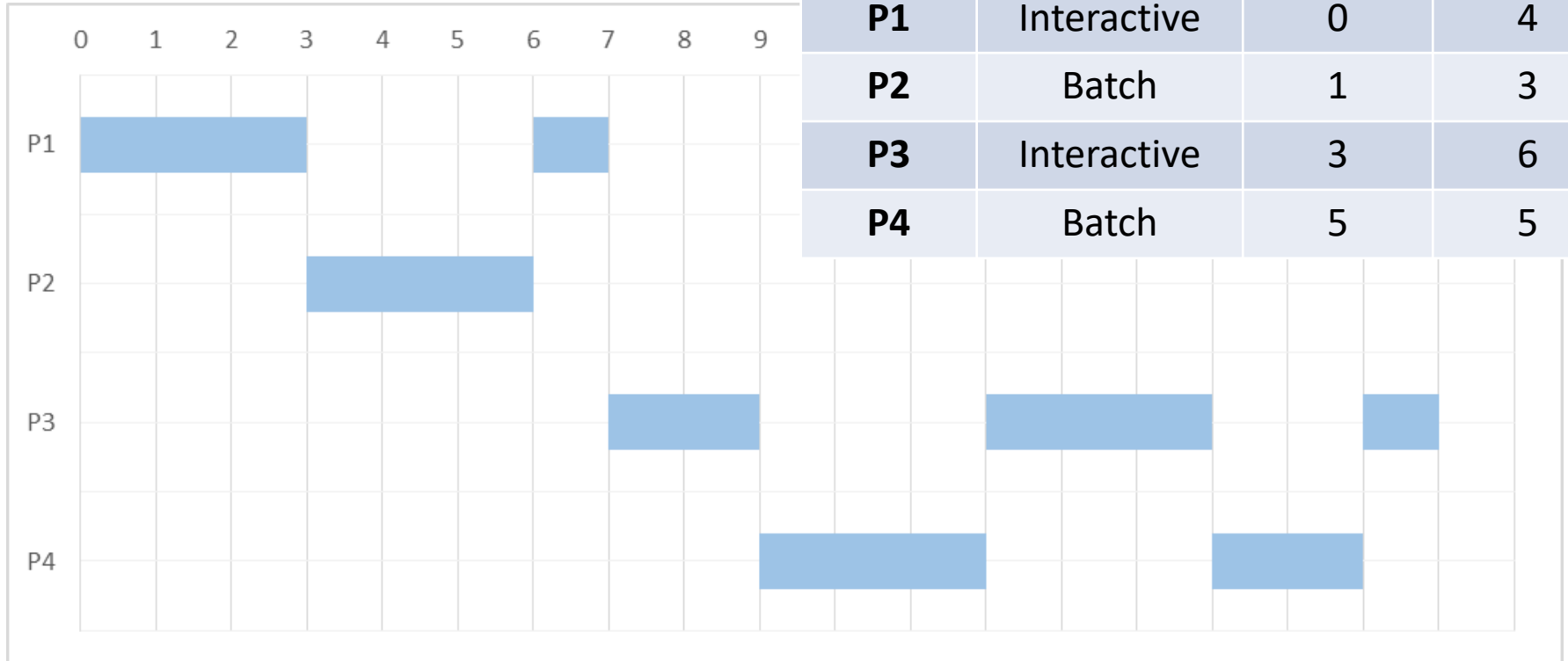
- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

Processo	Tipo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
<b>P1</b>	Interactive	0	4
<b>P2</b>	Batch	1	3
<b>P3</b>	Interactive	3	6
<b>P4</b>	Batch	5	5

- Quanto di tempo      **3 cicli**
- Due code
  - Coda Interactive      FCFS
  - Coda Batch      FCFS
- Politica intercodi      **RR**
  - Disegnare il grafico temporale dello scheduling
  - Calcolare il tempo medio di attesa
  - Calcolare il rapporto di prestazioni

# MLQ – Multilevel Queue

## ■ Lo scheduling risultante è



## ■ Attesa

–  $P1 = 3, P2 = 2, P3 = 9, P4 = 7$

→ Attesa media = 5.25

## ■ Prestazioni

–  $P1 = 0.57, P2 = 0.60, P3 = 0.40, P4 = 0.42$

→ Prestazioni medie = 0.50

# MLFQ – Multilevel Feedback Queue

- Dati i seguenti processi con i rispettivi tempo di arrivo, tempo di servizio

Processo	Tempo di arrivo	Tempo di servizio
P1	0	4
P2	1	3
P3	3	6
P4	5	5

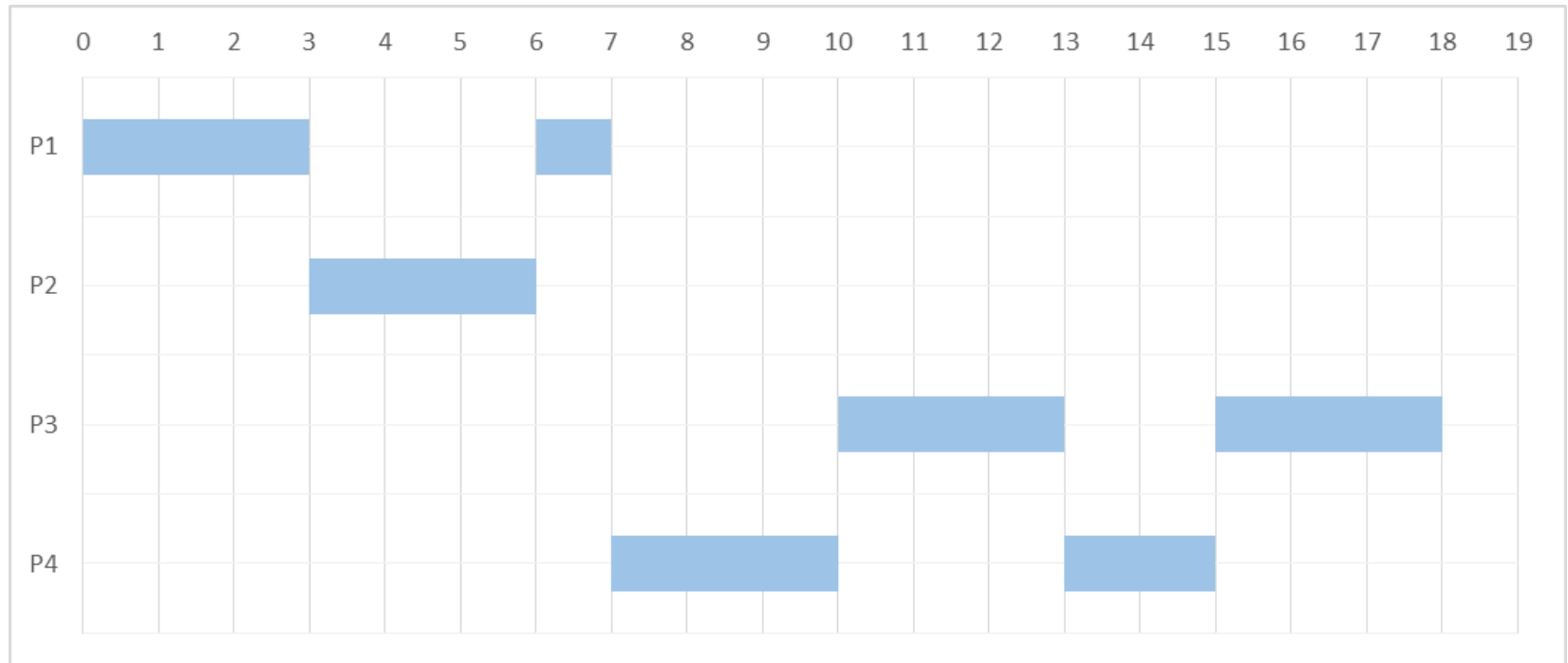
- Tre code

- Q1            RR            Quanto = 3
- Q2            RR            Quanto = 5
- Q3            FCFS

- Disegnare il grafico temporale dello scheduling
- Calcolare il tempo medio di attesa
- Calcolare il rapporto di prestazioni

# MLFQ – Multilevel Feedback Queue

## ■ Lo scheduling risultante è



## ■ Attesa

–  $P1 = 3, P2 = 2, P3 = 9, P4 = 5$

→ Attesa media = 4.75

## ■ Prestazioni

–  $P1 = 0.57, P2 = 0.60, P3 = 0.40, P4 = 0.50$

→ Prestazioni medie = 0.52