

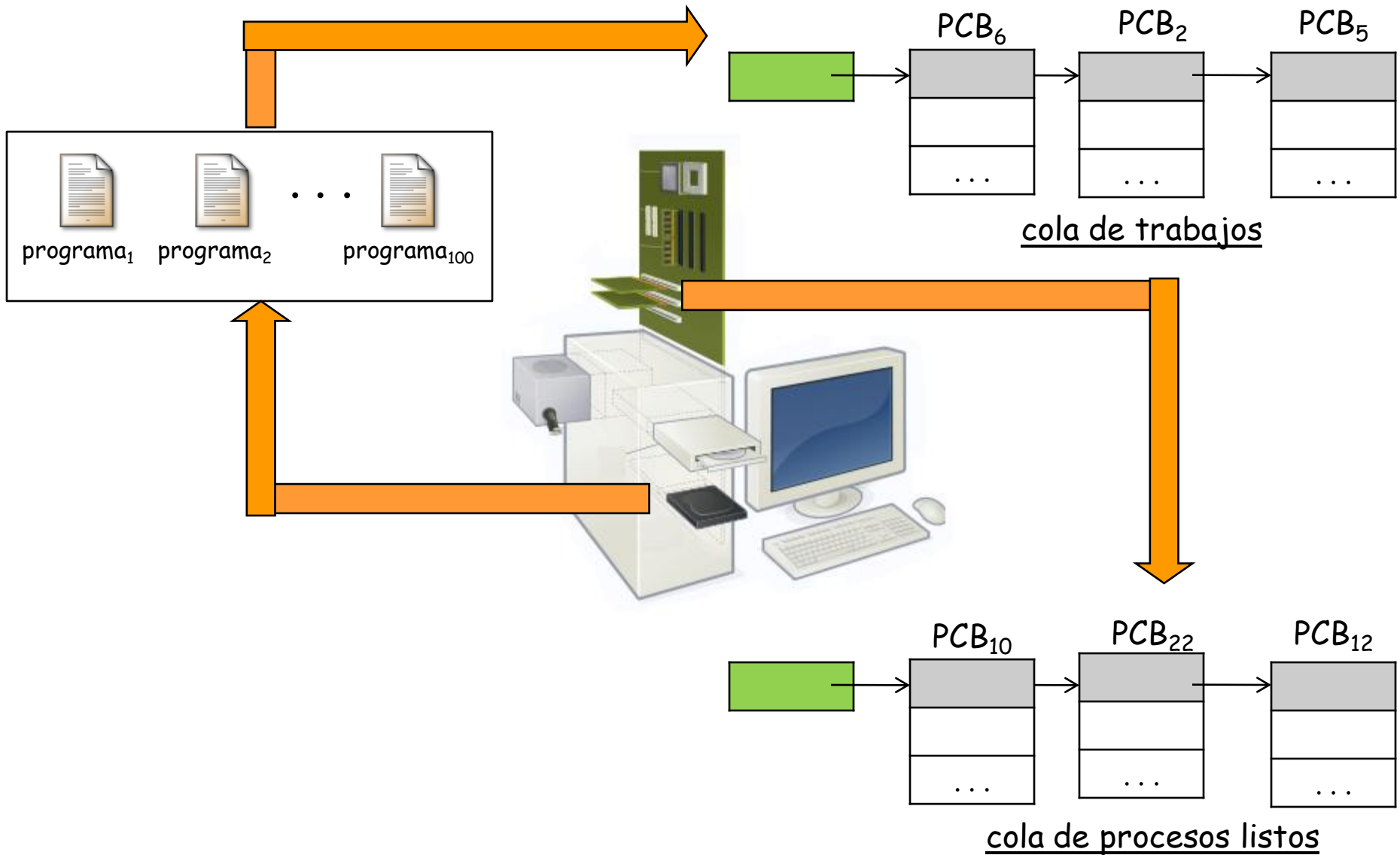
Sistemas Operativos

Oscar Bedoya

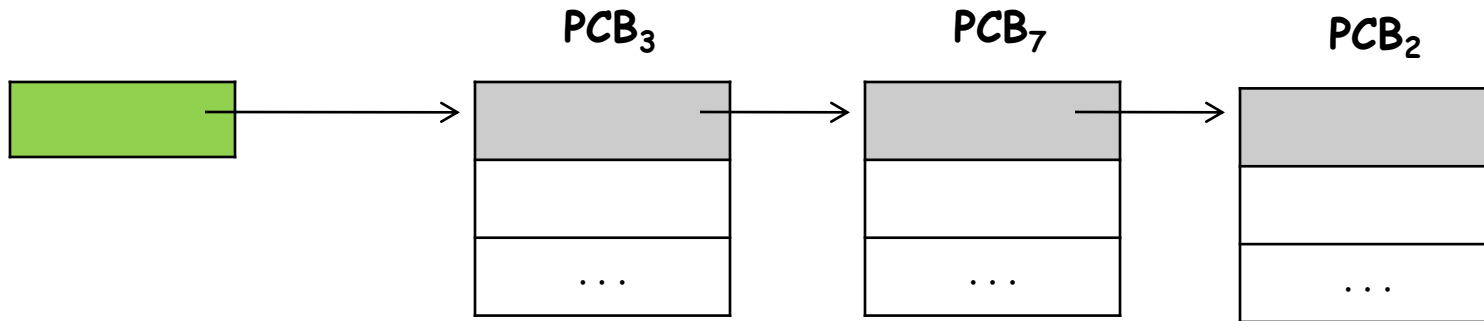
oscarbed@eisc.univalle.edu.co

- * Planificación de la CPU
- * Planificación no apropiativa
- * Planificación en Java

Planificación de la CPU

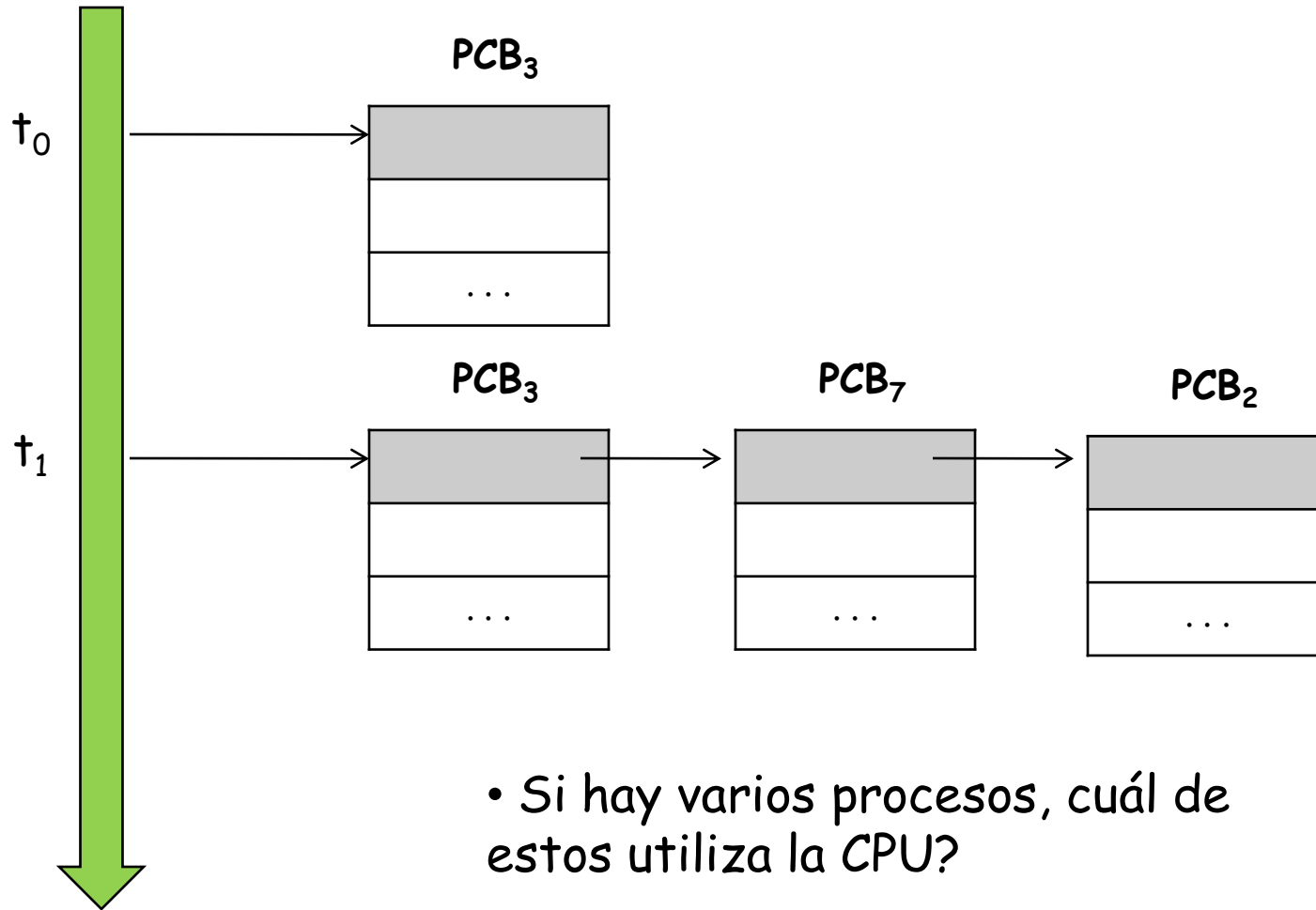


Planificación de la CPU



- **Planificación de la CPU:** cómo conmutar los procesos en la cola de procesos listos para que usen el procesador

Planificación de la CPU



Planificación de la CPU

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada	Prioridad
P_3	7	0	1
P_7	3	1	2
P_2	4	1	5

Planificación de la CPU

Criterios de comparación

- **Tiempo de entrega:** es el intervalo desde el momento en que se presenta un proceso hasta su terminación
- **Tiempo de espera:** es la suma de los periodos esperando en la cola de listos
- **Tiempo de respuesta:** es el tiempo desde que un proceso se presenta hasta que se produce la primera respuesta

Planificación de la CPU

Tipos de planificación

- La planificación puede ser **apropiativa** o **no apropiativa**
- Bajo la planificación **no apropiativa**, una vez que la CPU ha sido asignada a un proceso, éste conserva el procesador hasta que lo libera

Planificación de la CPU

Tipos de planificación

- Algoritmos **no apropiativos**
 - Fáciles de implementar
 - No son apropiados para sistemas con varios usuarios
- Algoritmos **apropiativos**
 - Tienen un efecto en el diseño del *kernel*/del sistema operativo

Planificación de la CPU

Algoritmos de planificación

- Primero en llegar, primero en ser atendido (FCFS)
- Primero el trabajo más corto (SJF)
- Por prioridad
- Round-Robin (RR)

Planificación de la CPU

Algoritmos de planificación

- Primero en llegar, primero en ser atendido (FCFS)
 - No apropiativo
- Primero el trabajo más corto (SJF)
 - No apropiativo
 - Apropiativo
- Por prioridad
 - No apropiativo
 - Apropiativo
- Round-Robin (RR)
 - Apropiativo

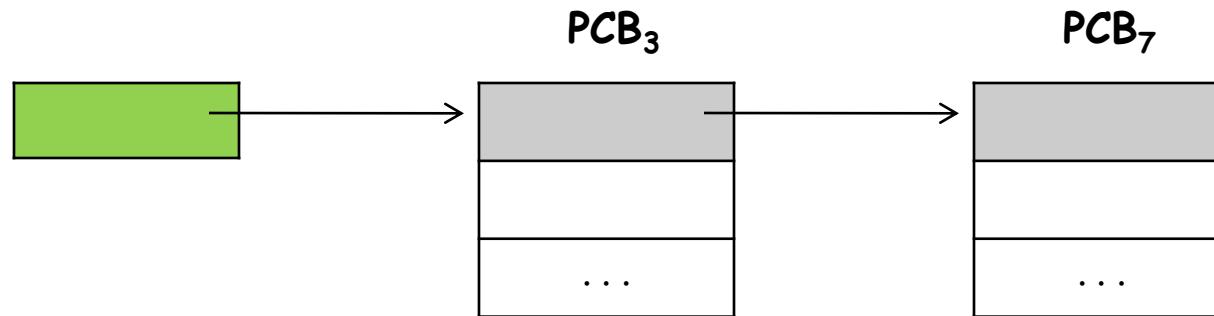
Planificación de la CPU

Planificación del primero en llegar, primero en ser atendido (FCFS)

- FCFS (*First Come - First Served*)
- Se atienden los procesos por orden de llegada
- Cuando un proceso entra a la cola de listos, su PCB se enlaza al final de la cola. Cuando la CPU está libre, se asigna al proceso que se encuentra a la cabeza de la cola

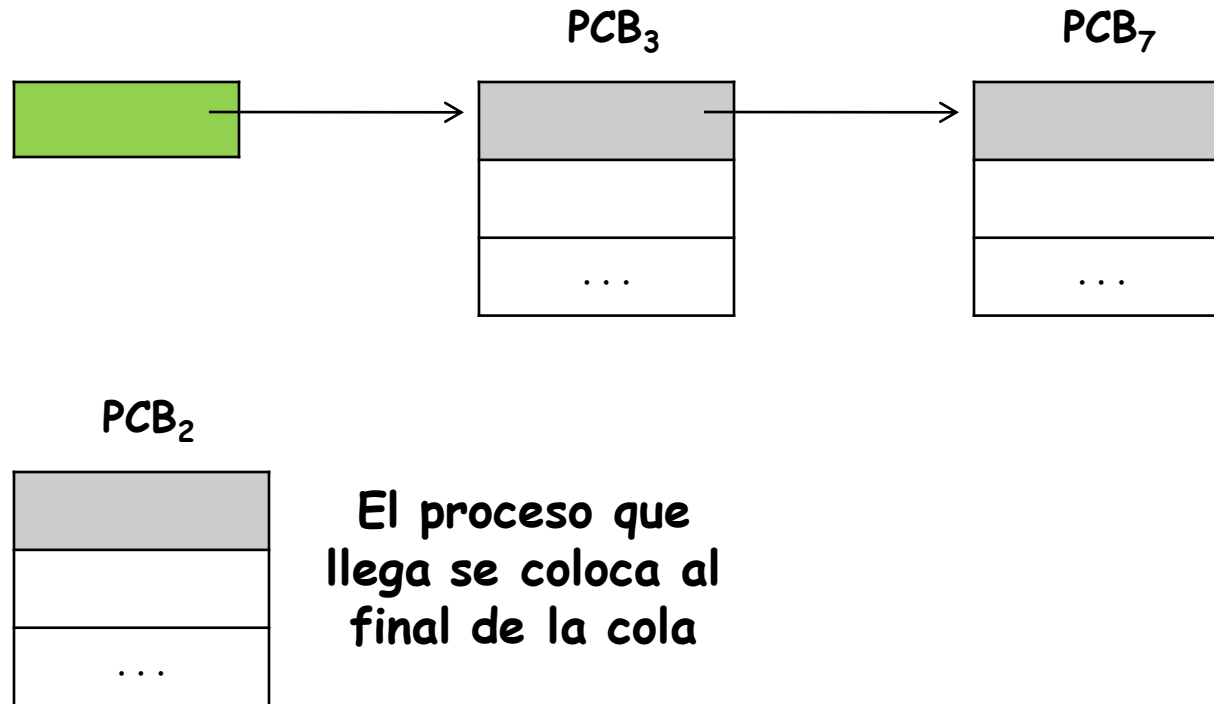
Planificación de la CPU

Cola de procesos listos



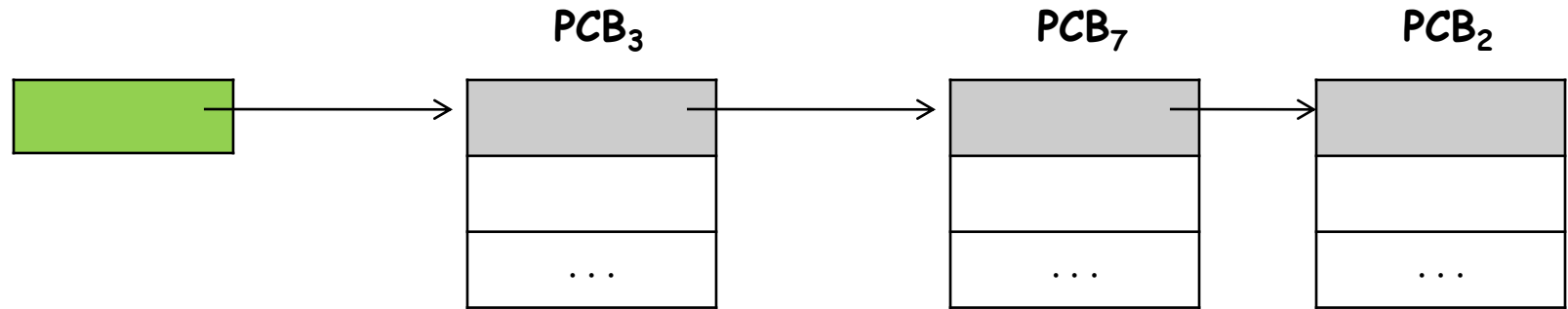
Planificación de la CPU

Cola de procesos listos



Planificación de la CPU

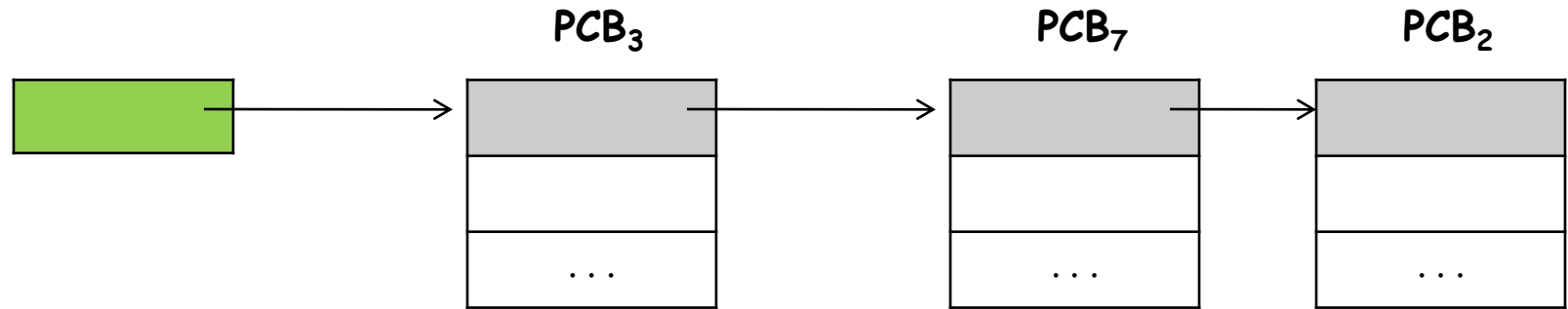
Cola de procesos listos



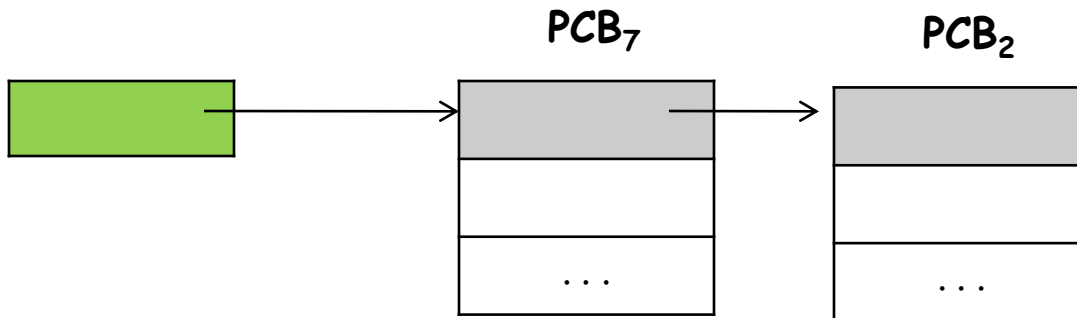
El proceso que
llega se coloca al
final de la cola

Planificación de la CPU

Cola de procesos listos



Si la CPU está libre, se selecciona el proceso que está en la cabeza



Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos

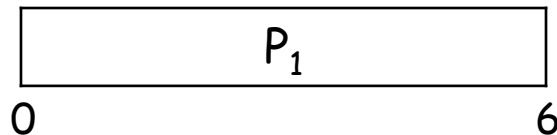
0

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos

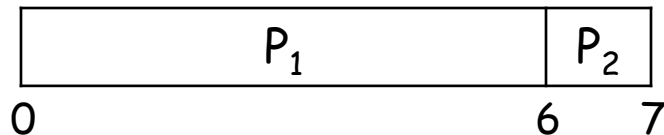


Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos

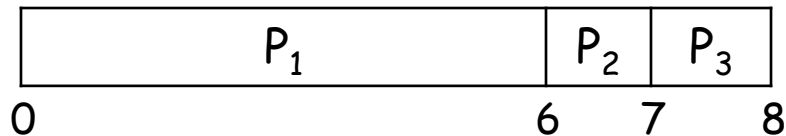


Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos

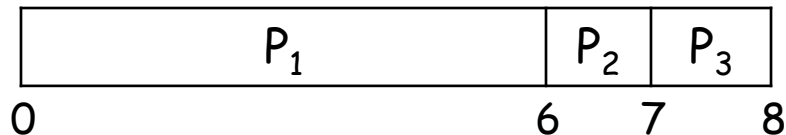


Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos



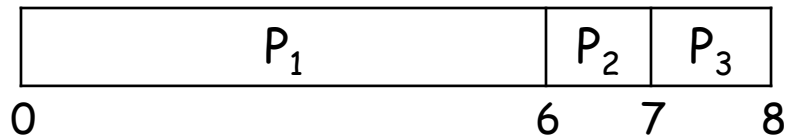
Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P_1			
P_2			
P_3			

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos



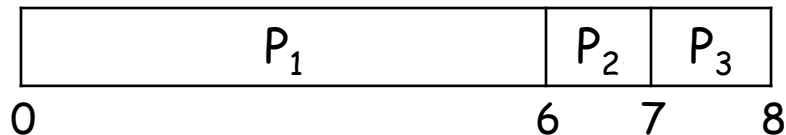
Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P_1	6		
P_2	5		
P_3	5		

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos



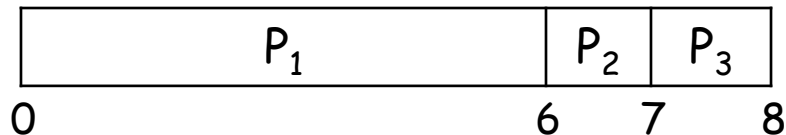
Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P_1	6	0	
P_2	5	4	
P_3	5	4	

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	1	2
P_3	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos



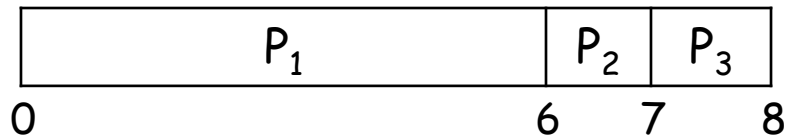
Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P_1	6	0	0
P_2	5	4	4
P_3	5	4	4

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₁	6	0
P ₂	1	2
P ₃	1	3

Se utiliza un diagrama de Gantt para mostrar la planificación de los procesos



Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	6	0	0
P ₂	5	4	4
P ₃	5	4	4

Tiempo de espera promedio: $(0+4+4)/3=2.66$

Planificación de la CPU

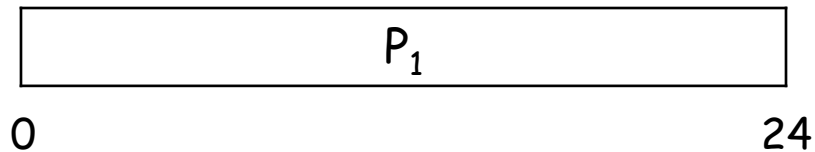
Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	24	0
P_2	3	0
P_3	3	0

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

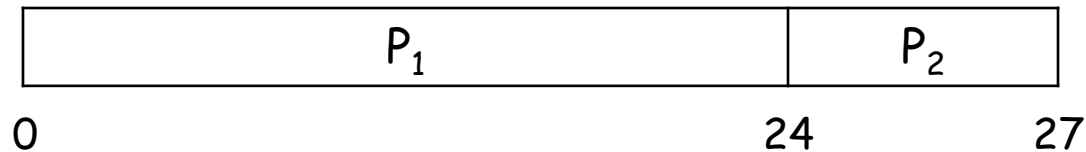
Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	24	0
P_2	3	0
P_3	3	0



Planificación de la CPU

Planificación FCFS

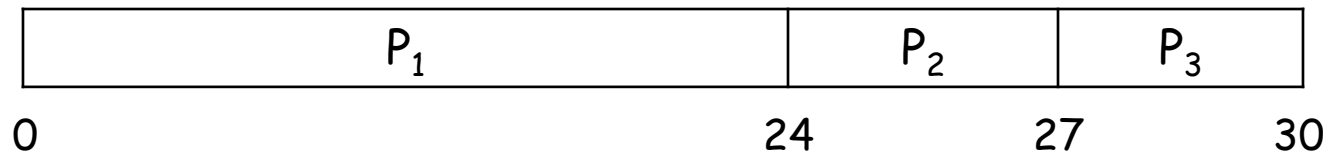
Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	24	0
P_2	3	0
P_3	3	0



Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	24	0
P_2	3	0
P_3	3	0

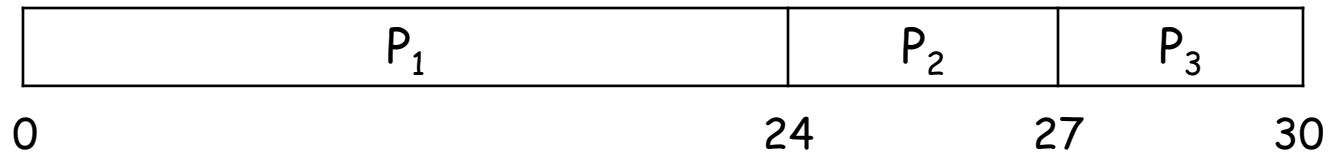


Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₁	24	0
P ₂	3	0
P ₃	3	0

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	24	?	0
P ₂	27	?	24
P ₃	30	?	27

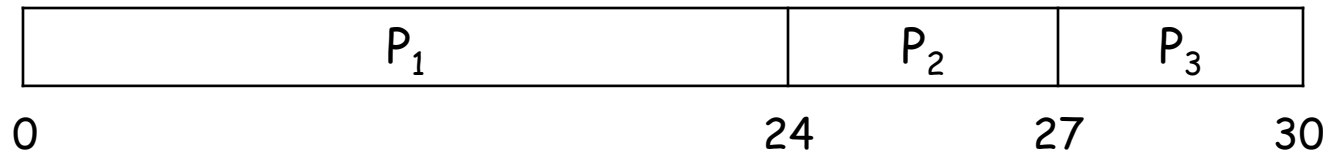


Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₁	24	0
P ₂	3	0
P ₃	3	0

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	24	0	0
P ₂	27	24	24
P ₃	30	27	27



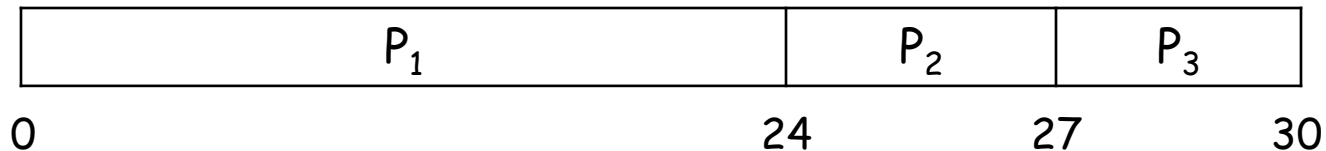
Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₁	24	0
P ₂	3	0
P ₃	3	0

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	24	0	0
P ₂	27	24	24
P ₃	30	27	27

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de espera promedio} &= (0+24+27)/3 \\ &= 17 \text{ milisegundos}\end{aligned}$$



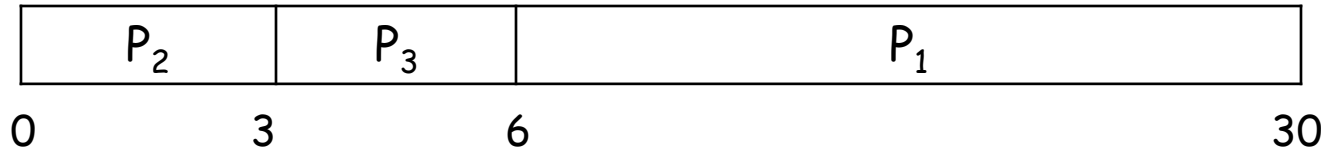
Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_2	3	0
P_3	3	0
P_1	24	0

Planificación de la CPU

Planificación FCFS



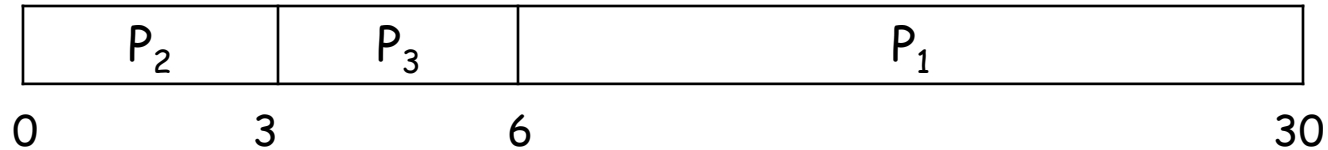
Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₂	3	0
P ₃	3	0
P ₁	24	0

Proceso	Tiempo de espera
P ₁	?
P ₂	?
P ₃	?

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de espera promedio} &= (6+0+3)/3 \\ &= 3 \text{ milisegundos}\end{aligned}$$

Planificación de la CPU

Planificación FCFS



Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₂	3	0
P ₃	3	0
P ₁	24	0

Proceso	Tiempo de espera
P ₁	6
P ₂	0
P ₃	3

$$\begin{aligned}\text{Tiempo de espera promedio} &= (6+0+3)/3 \\ &= 3 \text{ milisegundos}\end{aligned}$$

Planificación de la CPU

- Cuando varios procesos deben esperar a que un proceso grande libere la CPU se conoce como **efecto de convoy**

Planificación de la CPU

Características de FCFS

- Permite que un proceso muy grande se apodere de la CPU
- El tiempo de espera promedio por lo general no es mínimo

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	6	0
P_2	3	0
P_3	2	0
P_4	4	0
P_5	2	0

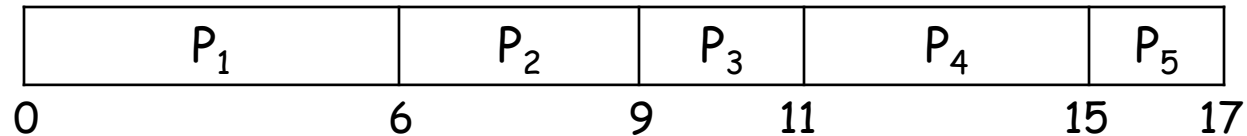
- Muestre la planificación FCFS mediante un diagrama de Gantt
- Indique los tiempos de entrega, espera y respuesta

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₁	6	0
P ₂	3	0
P ₃	2	0
P ₄	4	0
P ₅	2	0

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	6	0	0
P ₂	9	6	6
P ₃	11	9	9
P ₄	15	11	11
P ₅	17	15	15



Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P_1	4	0
P_2	2	4
P_3	4	4
P_4	3	10
P_5	1	10

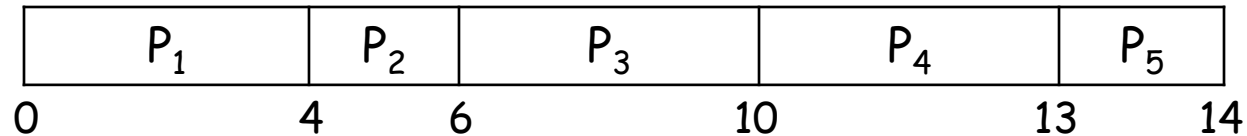
- Muestre la planificación FCFS mediante un diagrama de Gantt
- Indique los tiempos de entrega, espera y respuesta

Planificación de la CPU

Planificación FCFS

Proceso	Tiempo de ráfaga(ms)	Tiempo de llegada
P ₁	4	0
P ₂	2	4
P ₃	4	4
P ₄	3	10
P ₅	1	10

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	4	0	0
P ₂	2	0	0
P ₃	6	2	2
P ₄	3	0	0
P ₅	4	3	3



Planificación de la CPU

Planificación del primero el trabajo más corto (SJF)

- SJF (*Shortest Job First*)
- La CPU se asigna al proceso que tiene la ráfaga restante más pequeña. Si dos procesos tienen la misma ráfaga restante, se atienden en orden de llegada
- Es óptimo con respecto al tiempo de espera promedio
- Su dificultad en la implementación está en conocer la longitud de la ráfaga restante para un proceso. Se trata como la ráfaga más corta pronosticada

Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3

Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

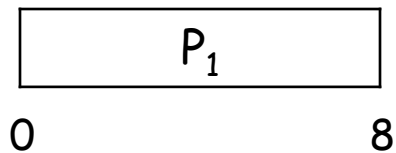
Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3

0

Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3



Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

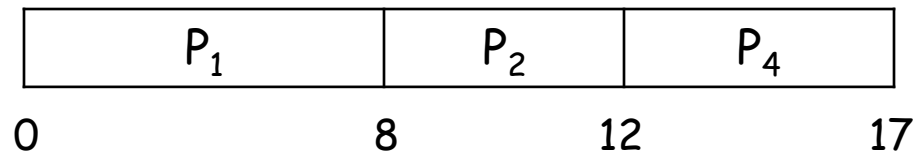
Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3



Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

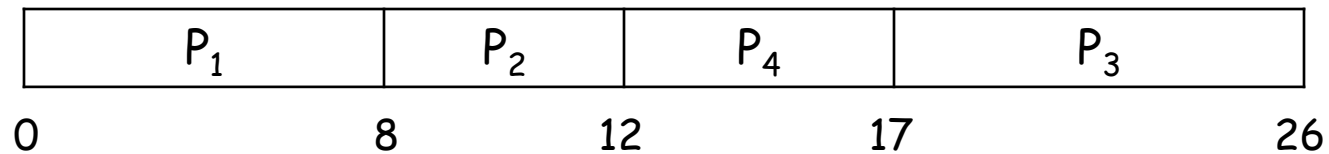
Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3



Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3

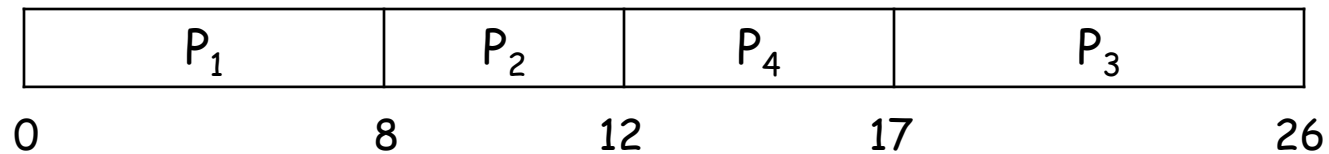


Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P_1	8	?	?
P_2	11	?	?
P_3	24	?	?
P_4	14	?	?

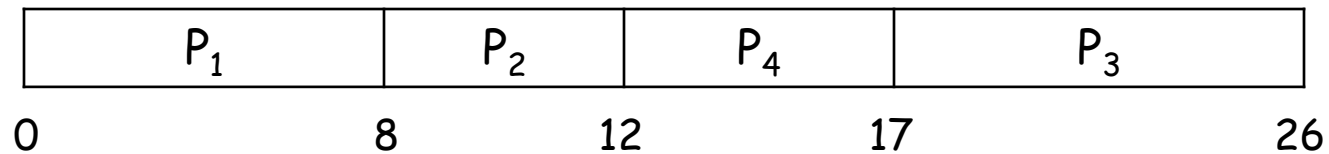


Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	8	0
P_2	4	1
P_3	9	2
P_4	5	3

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P_1	8	0	0
P_2	11	7	7
P_3	24	15	15
P_4	14	9	9

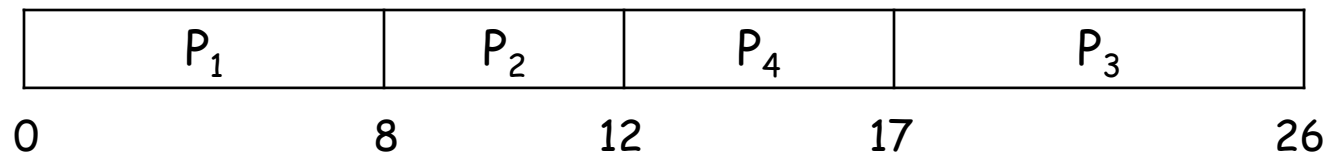


Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P ₁	8	0
P ₂	4	1
P ₃	9	2
P ₄	5	3

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	8	0	0
P ₂	11	7	7
P ₃	24	15	15
P ₄	14	9	9



Tiempo de espera promedio = 7.75

Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	4	0
P_2	3	1
P_3	3	1
P_4	3	3
P_5	1	6

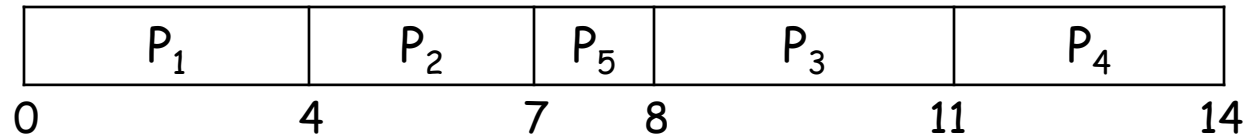
- Muestre la planificación SJF mediante un diagrama de Gantt
- Indique los tiempos de entrega, espera y respuesta

Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P ₁	4	0
P ₂	3	1
P ₃	3	1
P ₄	3	3
P ₅	1	6

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	4	0	0
P ₂	6	3	3
P ₃	10	7	7
P ₄	11	8	8
P ₅	2	1	1



Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P_1	4	0
P_2	3	0
P_3	2	3
P_4	3	3
P_5	1	7

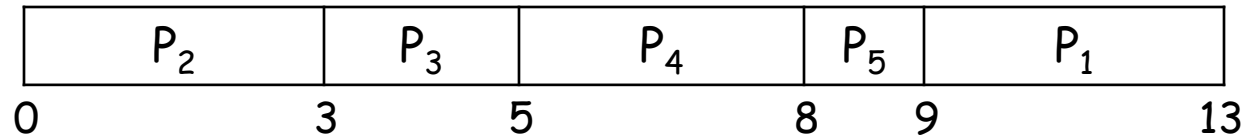
- Muestre la planificación SJF mediante un diagrama de Gantt
- Indique los tiempos de entrega, espera y respuesta

Planificación de la CPU

Planificación SJF no apropiativo

Proceso	Tiempo de ráfaga	Tiempo de llegada
P ₁	4	0
P ₂	3	0
P ₃	2	3
P ₄	3	3
P ₅	1	7

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	13	9	9
P ₂	3	0	0
P ₃	2	0	0
P ₄	5	2	2
P ₅	2	1	1



Planificación de la CPU

Planificación por prioridad

- Cada proceso debe tener una prioridad asociada
- La CPU se asigna al proceso que tiene la prioridad más alta. Si dos procesos tienen la misma prioridad, se atienden en orden de llegada

Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	10	3	0
P_2	1	1	0
P_3	2	3	0
P_4	1	4	0
P_5	5	2	0

Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	10	3	0
P_2	1	1	0
P_3	2	3	0
P_4	1	4	0
P_5	5	2	0

0

Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	10	3	0
P_2	1	1	0
P_3	2	3	0
P_4	1	4	0
P_5	5	2	0

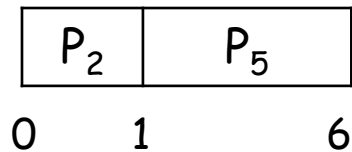
P_2

0 1

Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

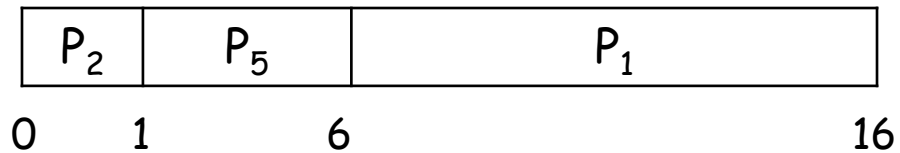
Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	10	3	0
P_2	1	1	0
P_3	2	3	0
P_4	1	4	0
P_5	5	2	0



Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

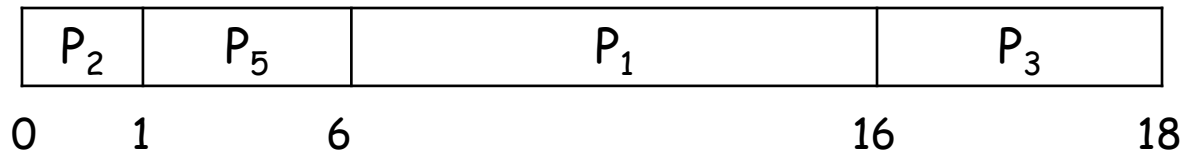
Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	10	3	0
P_2	1	1	0
P_3	2	3	0
P_4	1	4	0
P_5	5	2	0



Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

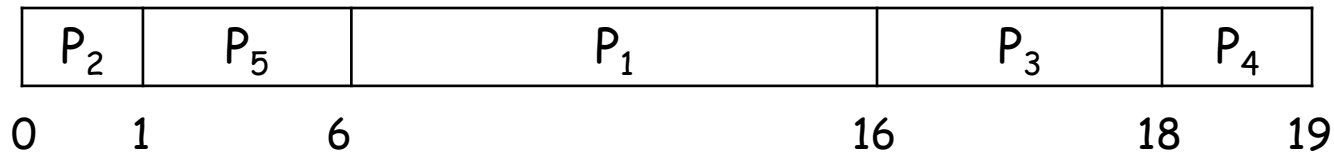
Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	10	3	0
P_2	1	1	0
P_3	2	3	0
P_4	1	4	0
P_5	5	2	0



Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	10	3	0
P_2	1	1	0
P_3	2	3	0
P_4	1	4	0
P_5	5	2	0

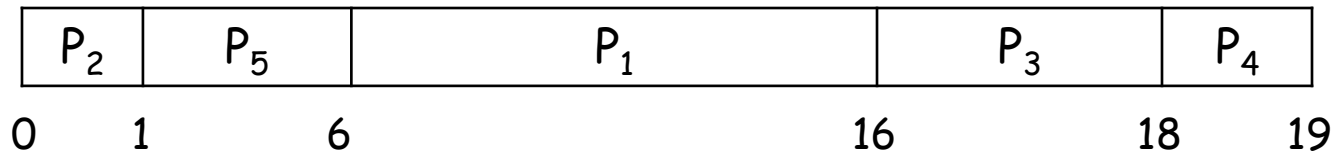


Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P ₁	10	3	0
P ₂	1	1	0
P ₃	2	3	0
P ₄	1	4	0
P ₅	5	2	0

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	?	6	6
P ₂	?	0	0
P ₃	?	16	16
P ₄	?	18	18
P ₅	?	1	1

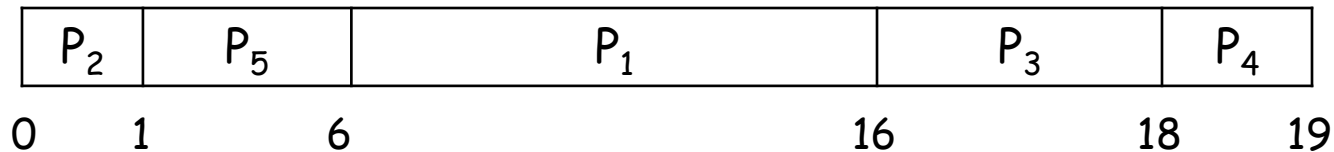


Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P ₁	10	3	0
P ₂	1	1	0
P ₃	2	3	0
P ₄	1	4	0
P ₅	5	2	0

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	16	6	6
P ₂	1	0	0
P ₃	18	16	16
P ₄	19	18	18
P ₅	6	1	1



Tiempo de espera promedio = 8.2

Planificación de la CPU

Planificación por prioridad

- Sufre de **bloqueo indefinido** o inanición
- Apagón en 1973 del IBM 7094 del MIT

Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	7	3	0
P_2	1	2	3
P_3	2	3	5
P_4	4	1	6
P_5	2	1	8

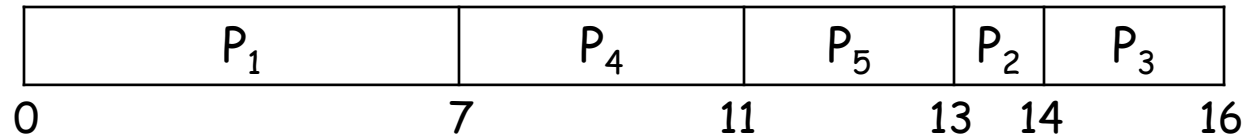
- Muestre la planificación por prioridad mediante un diagrama de Gantt
- Indique los tiempos de entrega, espera y respuesta

Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P ₁	7	3	0
P ₂	1	2	3
P ₃	2	3	5
P ₄	4	1	6
P ₅	2	1	8

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	7	0	0
P ₂	11	10	10
P ₃	11	9	9
P ₄	5	1	1
P ₅	5	3	3



Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	2	3	0
P_2	4	1	0
P_3	2	2	3
P_4	1	2	5

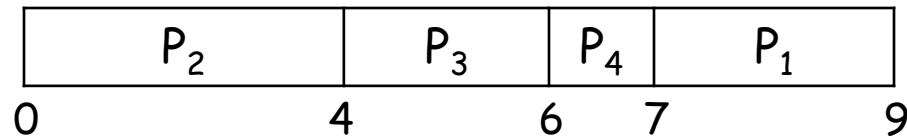
- Muestre la planificación por prioridad mediante un diagrama de Gantt
- Indique los tiempos de entrega, espera y respuesta

Planificación de la CPU

Prioridad no apropiativo

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P ₁	2	3	0
P ₂	4	1	0
P ₃	2	2	3
P ₄	1	2	5

Proceso	Tiempo de entrega	Tiempo de espera	Tiempo de respuesta
P ₁	9	7	7
P ₂	4	0	0
P ₃	3	1	1
P ₄	2	1	1



Planificación de la CPU

Proceso	Ráfaga	Prioridad	Llegada
P_1	4	3	0
P_2	3	1	1
P_3	1	3	2
P_4	5	1	5
P_5	2	2	5

Muestre el diagrama de Gantt tras aplicar los algoritmos:

- FCFS
- SJF
- Prioridad

Indique el tiempo de espera promedio en cada caso

Planificación de la CPU

Planificación de hilos en Java

- La JVM planifica los hilos empleando un algoritmo de planificación apropiativo basado en prioridades
- A todos los hilos en Java se les asigna una prioridad

Planificación de la CPU

Planificación de hilos en Java

```
public void run(){  
    while (true) {  
        //realizar una tarea con uso de la CPU  
        ...  
    }  
}
```

Planificación de la CPU

Planificación de hilos en Java

La clase Thread de Java identifica las siguientes prioridades de hilos:

Prioridad	Valor
Thread.MIN_PRIORITY	1
Thread.MAX_PRIORITY	10
Thread.NORM_PRIORITY	5

Para cambiar la prioridad de un hilo se utiliza el método `setPriority`

```
public void run(){  
    this.setPriority(Thread.NORM_PRIORITY + 1);  
    // instrucción a ejecutar  
}
```