

# Planificación

## Planificación de procesos

Eloy Anguiano

Rosa M. Carro

Ana González

Escuela Politécnica Superior  
Universidad Autónoma de Madrid



Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Parte I

## Planificación Monoprocesador



# Introducción

## Objetivos de la planificación

Planificación de  
procesos

Introducción

Objetivos de la  
planificación

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Entre los objetivos básicos de la multiprogramación destacan:

- Mejora del tiempo de respuesta.
- Aumento de la productividad.
- Aumento de la eficiencia del procesador.

# Tipos de planificación

## Planificación de procesos

### Introducción

### Tipos de planificación

Planificación en el diagrama de estados

Niveles de planificación

Criterios de planificación

Planificación a largo plazo

Planificación a medio plazo

Planificación a corto plazo

Criterios de planificación a corto plazo

Prioridades

### Políticas de planificación

### Algoritmos de planificación

### Otras políticas

- **Planificación a largo plazo:** decisión de añadir procesos al conjunto de procesos a ejecutar.
- **Planificación a medio plazo:** decisión de añadir procesos al conjunto de procesos que se encuentran parcial o completamente en memoria.
- **Planificación a corto plazo:** decisión sobre qué proceso disponible será ejecutado en el procesador.
- **Planificación de E/S:** decisión sobre qué solicitud de E/S pendiente será tratada por un dispositivo de E/S disponible.

# Tipos de planificación

## Planificación en el diagrama de estados

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

Planificación a medio  
plazo

Planificación a corto  
plazo

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

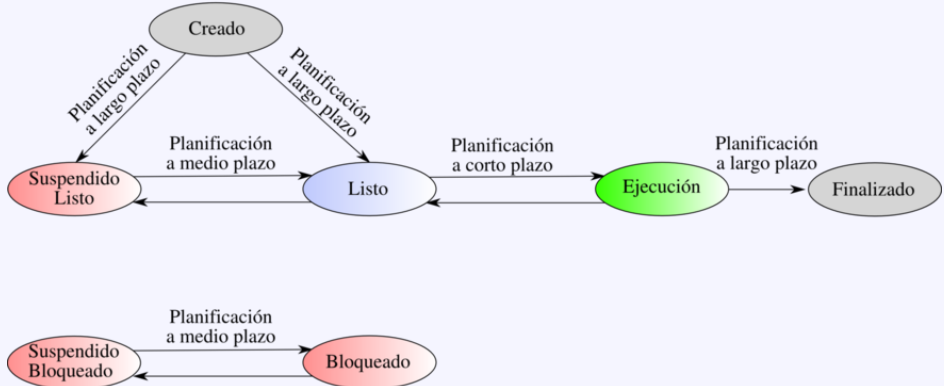
Prioridades

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

### Estados

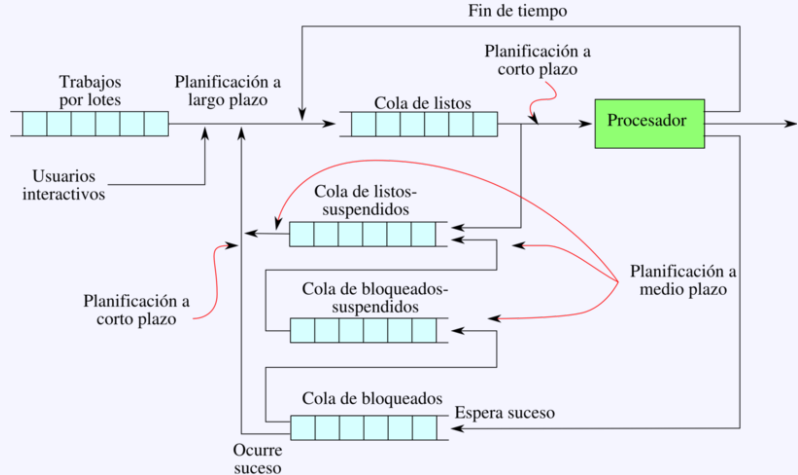


# Tipos de planificación

## Planificación en el diagrama de estados

Planificación de  
procesos

### Colas



Introducción

Tipos de  
planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

Planificación a medio  
plazo

Planificación a corto  
plazo

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

Prioridades

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

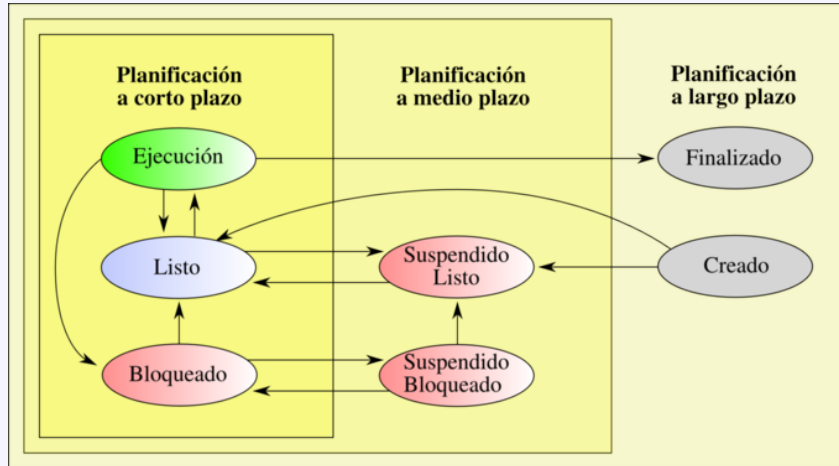
Otras políticas

# Tipos de planificación

## Niveles de planificación

Planificación de  
procesos

### Colas



Introducción

Tipos de  
planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

Planificación a medio  
plazo

Planificación a corto  
plazo

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

Prioridades

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

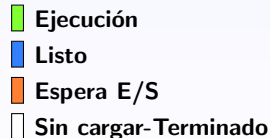
# Tipos de planificación

## Criterios de planificación

Los criterios de planificación se deciden en función de las siguientes cantidades (relacionadas con el ejemplo):

- **Uso de CPU (%)**:  $U_{CPU} = 100 \frac{T_t - (t_2 - t_1)}{T_t}$
- **Rendimiento (pr/ut)**:  $R = 2 / T_t$
- **Tiempo de retorno medio**:  $T_{rm} = \frac{t_{11} + (T_t - t_3)}{2}$
- **Tiempo de espera medio en el estado listo**:

$$\frac{(t_6 - t_5) + (t_9 - t_8) + (t_4 - t_3) + (t_7 - t_6) + (t_{11} - t_{10})}{2}$$





# Tipos de planificación

## Planificación a largo plazo

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

Planificación a medio  
plazo

Planificación a corto  
plazo

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

Prioridades

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

- Controla el **grado de multiprogramación**
  - Limitar el número para dar buen servicio
  - **Nuevo**: cada vez que termina un proceso o si el porcentaje de utilización del procesador es bajo
- Determina cuáles son los programas admitidos en el sistema
  - Algoritmos de planificación
    - Simples (ej., FIFO-FCFS)
    - Por rendimiento del sistema: prioridades, carga procesador, carga E/S, recurso E/S a solicitar, ...
- Cuantos más procesos se crean, mayor sobrecarga del sistema: mayor es el tiempo medio de finalización de los procesos y mayor estrés, en general, en los recursos del sistema.

# Tipos de planificación

## Planificación a medio plazo

Planificación de  
procesos

### Introducción

### Tipos de planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

**Planificación a medio  
plazo**

Planificación a corto  
plazo

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

Prioridades

### Políticas de planificación

### Algoritmos de planificación

### Otras políticas

- Forma parte de la función de intercambio
  - Gestión de memoria, Memoria Virtual, Estados Suspendidos
- Se basa en la necesidad de controlar el **grado de multiprogramación**

# Tipos de planificación

## Planificación a corto plazo

Planificación de  
procesos

### Introducción

### Tipos de planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

Planificación a medio  
plazo

**Planificación a corto  
plazo**

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

Prioridades

### Políticas de planificación

### Algoritmos de planificación

### Otras políticas

También conocido como distribuidor o “dispatcher”:

- Es el de ejecución más frecuente.
- Se ejecuta cuando ocurre un suceso de entre los siguientes:
  - Interrupciones del reloj.
  - Interrupciones de E/S.
  - Llamadas bloqueantes al sistema operativo.
  - Señales.

# Tipos de planificación

## Criterios de planificación a corto plazo

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

Planificación a medio  
plazo

Planificación a corto  
plazo

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

Prioridades

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

### Orientados al usuario

#### Cuantitativos

- Tiempo de retorno
  - Desde el lanzamiento hasta la finalización de un proceso.
  - Apropiado para trabajos por lotes
- Tiempo de respuesta
  - Desde que se emite solicitud hasta que la respuesta aparece en la salida.
  - Apropiado para procesos interactivos
- Plazos
  - Si hay plazos, maximizar porcentaje de plazos cumplidos
  - Caminos críticos: a seguir si se quieren cumplir los requisitos
  - Apropiado para procesos en tiempo real

#### Cualitativos

- Previsibilidad: Tiempo y coste independiente de la carga del sistema

# Tipos de planificación

## Criterios de planificación a corto plazo

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Planificación en el  
diagrama de estados

Niveles de  
planificación

Criterios de  
planificación

Planificación a largo  
plazo

Planificación a medio  
plazo

Planificación a corto  
plazo

Criterios de  
planificación a corto  
plazo

Prioridades

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

### Orientados al sistema

#### Cuantitativos

- Productividad: Maximizar  $n^{\circ}$  procesos por unidad de tiempo
- Utilización del procesador
  - Importante en sistemas compartidos caros, menos importante en monousuario y en tiempo real.

#### Cualitativos

- Equidad
- No inanición
- Prioridades: si hay, favorecer a procesos con mayor prioridad
- Equilibrio de ocupación de recursos  $\Rightarrow$  Afecta también a la planificación a largo y medio plazo
  - Mantener ocupados los recursos
  - Favorecer procesos que no usen recursos sobrecargados

# Tipos de planificación

## Prioridades

### Planificación de procesos

### Introducción

### Tipos de planificación

Planificación en el diagrama de estados

Niveles de planificación

Criterios de planificación

Planificación a largo plazo

Planificación a medio plazo

Planificación a corto plazo

Criterios de planificación a corto plazo

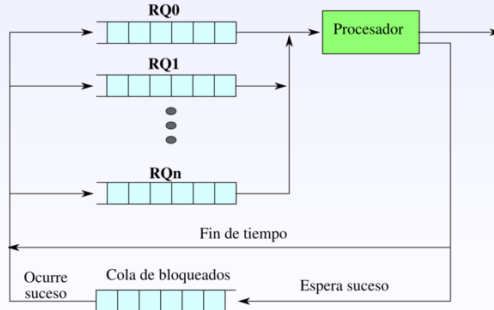
### Prioridades

### Políticas de planificación

### Algoritmos de planificación

### Otras políticas

- El planificador seleccionará siempre a un proceso de mayor prioridad antes que a los de menor prioridad.
- Tiene múltiples colas de procesos en estado listo para representar cada nivel de prioridad.
- Los procesos de prioridad más baja pueden sufrir inanición.
- Solución: permitir que un proceso cambie su prioridad en función de su edad o su historial de ejecución.



# Políticas de planificación

## Función de selección

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Función de selección  
Modo de selección

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Cómo se selecciona el siguiente proceso a ejecutar

Es necesario tener en cuenta múltiples características. Por ejemplo:

- Prioridades
- Necesidades de recursos
- Características de ejecución:
  - Tiempo en el sistema
  - Tiempo ejecutado
  - Tiempo total estimado

# Políticas de planificación

## Modo de selección

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Función de selección  
Modo de selección

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Momento en que se aplica la función de selección

- **No preferente, no expulsiva, (apropiativa):**
  - Una vez que el proceso pasa al estado de Ejecución, continúa ejecutando hasta que termina, se bloquea en espera de una E/S o solicita el servicio del SO.
- **Preferente, expulsiva, (no apropiativa):**
  - El proceso que se está ejecutando actualmente puede ser interrumpido y pasado al estado de Listos por el sistema operativo.
    - Nuevo proceso
    - Proceso de mayor prioridad sale de bloqueado
    - Interrupción de reloj
  - Permiten dar un mejor servicio ya que evitan que un proceso pueda monopolizar el procesador durante mucho tiempo.
  - Mayor coste: más cambios de contexto



# Algoritmos de planificación

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Existen múltiples algoritmos de planificación. En esta sección vamos a ver:

- FCFS (First-come, First-served)
- Turno rotatorio (Round-Robin)
- SPN (Shortest Process Next)
- SRT (Shortest Remaining Time)
- HRRN (Highest Response Ratio Next)
- Realimentación
- Reparto equitativo
- Planificación garantizada

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

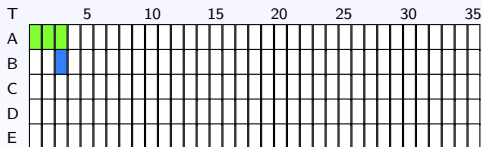
Evaluación de  
algoritmos

### Caso I: Función Selección basada en el criterio de llegada inicial

Servicio por orden de llegada (First Come First Served) FCFS. Cuando un proceso solicita uso de CPU (pasa a estar listo para ejecución) su BCP se pone el último en una cola (FIFO) de los procesos en espera de tiempo de CPU. Es un algoritmo **apropiativo**.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Continúa ejecutándose  
Llega nuevo



Leyenda: █ Ejecución █ Listo █ Espera E/S █ Sin cargar █ Terminado

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

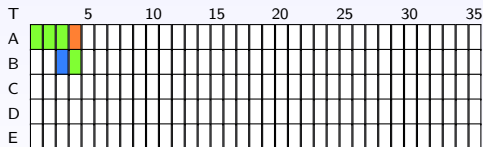
Evaluación de  
algoritmos

### Caso I: Criterio de llegada inicial

Servicio por orden de llegada (First Come First Served) FCFS. Cuando un proceso solicita uso de CPU (pasa a estar listo para ejecución) su PCB se pone el último en una cola (FIFO) de los procesos en espera de tiempo de CPU. Es un algoritmo **apropiativo**.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Se bloquea  
Se ejecuta



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

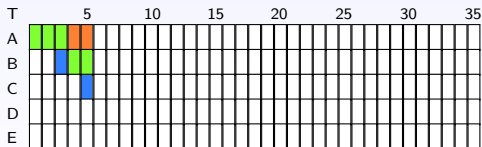
Evaluación de  
algoritmos

### Caso I: Criterio de llegada inicial

Servicio por orden de llegada (First Come First Served) FCFS. Cuando un proceso solicita uso de CPU (pasa a estar listo para ejecución) su BCP se pone el último en una cola (FIFO) de los procesos en espera de tiempo de CPU. Es un algoritmo **apropiativo**.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Llega nuevo



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

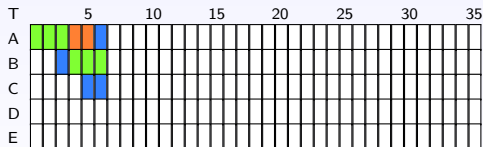
Evaluación de  
algoritmos

### Caso I: Criterio de llegada inicial

Servicio por orden de llegada (First Come First Served) FCFS. Cuando un proceso solicita uso de CPU (pasa a estar listo para ejecución) su PCB se pone el último en una cola (FIFO) de los procesos en espera de tiempo de CPU. Es un algoritmo **apropiativo**.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Se desbloquea



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

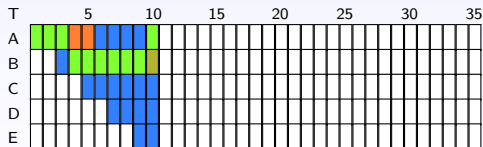
Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Caso I: Criterio de llegada inicial

Servicio por orden de llegada (First Come First Served) FCFS. Cuando un proceso solicita uso de CPU (pasa a estar listo para ejecución) su PCB se pone el último en una cola (FIFO) de los procesos en espera de tiempo de CPU. Es un algoritmo **apropiativo**.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

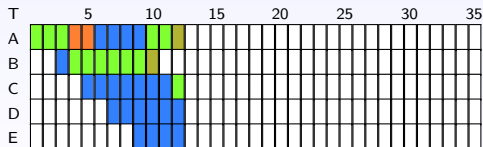
Evaluación de  
algoritmos

### Caso I: Criterio de llegada inicial

Servicio por orden de llegada (First Come First Served) FCFS. Cuando un proceso solicita uso de CPU (pasa a estar listo para ejecución) su PCB se pone el último en una cola (FIFO) de los procesos en espera de tiempo de CPU. Es un algoritmo **apropiativo**.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Termina  
Se ejecuta



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

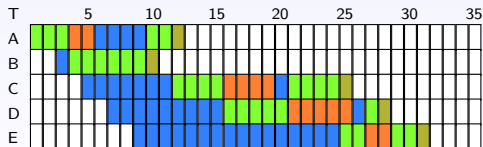
Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Caso I: Criterio de llegada inicial

Servicio por orden de llegada (First Come First Served) FCFS. Cuando un proceso solicita uso de CPU (pasa a estar listo para ejecución) su PCB se pone el último en una cola (FIFO) de los procesos en espera de tiempo de CPU. Es un algoritmo **apropiativo**.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado



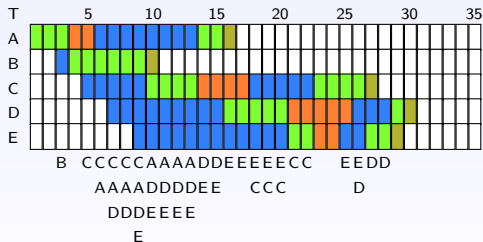
# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

### Caso II: Función de selección basada en el criterio de llegada a la cola de procesos en estado listo

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

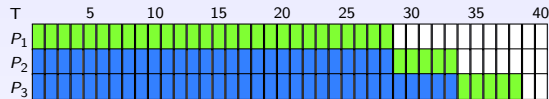
Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## FCFS

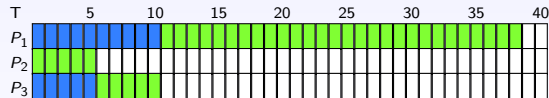
Planificación de  
procesos

Es teóricamente justo, pero poco eficiente en tiempo de espera medio.



$$\text{Tiempo de retorno medio} = \frac{28+33+38}{3} = 33$$

Un resultado mejor sería de la forma:



$$\text{Tiempo de retorno medio} = \frac{5+10+38}{3} = 17,66$$

Leyenda: █ Ejecución █ Listo █ Espera E/S █ Sin cargar █ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## FCFS

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

**FCFS**

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

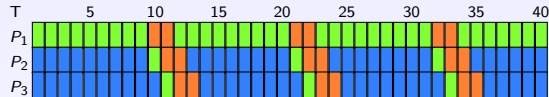
HRRN

Otras políticas

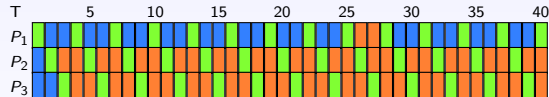
Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Efecto convoy, predominio de los procesos que usan CPU frente a los que usan E/S.



Un reparto más equitativo sería de la forma:



Se penaliza a los procesos más cortos.

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

- Periódicamente, se genera una interrupción de reloj.
- Cuando se genera la interrupción, el proceso que está en ejecución se sitúa en la cola de procesos en estado listo y se selecciona el siguiente trabajo (**política expulsiva, preferente, no apropiativa**)
- Está diseñado específicamente para sistemas de tiempo compartido. Se asigna un cuanto de tiempo (10-100 ms.) de igual duración a todos los procesos listos para ser ejecutados. Entre ellos, la selección se realiza mediante una cola FIFO (**el primero que llegó a la cola es el primero que se selecciona**).
- Parámetro crítico: **tamaño del cuanto**. La efectividad depende del tamaño del el cuanto pero hay que tener en cuenta el tiempo dedicado al cambio de proceso.
- Se basa en el **orden de llegada a la cola de listos**.

# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

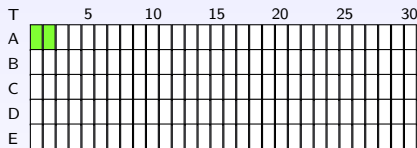
Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Se ejecuta

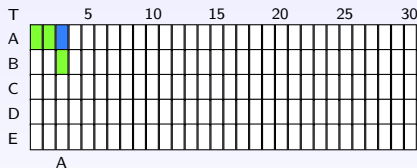


Quanto  $q=1$

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado



A listo  
Se ejecuta



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

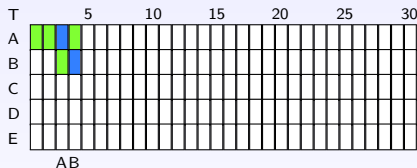
Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Se ejecuta  
A listo



Quanto  $q=1$

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

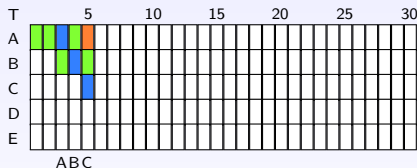
Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

E/S se bloquea  
Se ejecuta  
A listo



Quanto  $q=1$

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado



# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

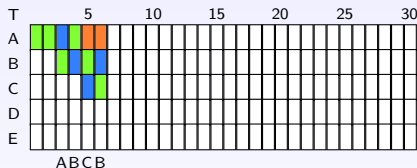
Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

A listo  
Se ejecuta



Quanto  $q=1$

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

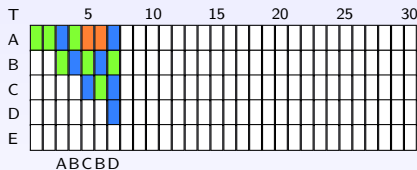
# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

A listo  
Se ejecuta  
A listo  
A listo



A  
C

Quanto  $q=1$

Habitualmente: desbloqueo más rápido, nuevo más lento.

Criterio aquí: 1º nuevos y después desbloqueados.

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

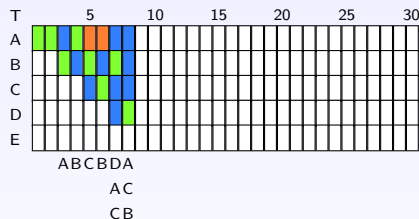
Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

A listo

Se ejecuta



Quanto  $q=1$

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

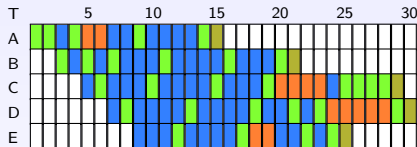
HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



ABCBDACBEDACBEDCBDEDE C

ACBEDACBEDCBDE

CBEDACBEDCB

DACBED

Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

- 1 Uso de CPU = 100 % (29/29)
- 2 Rendimiento = 5/29 (proc/u.t.)
- 3 Tiempo de retorno (medio) =  $(14 + 18 + 24 + 23 + 16)/5 = 19$  u.t.
- 4 Tiempo de espera/respuesta (medio) =  $(7 + 12 + 12 + 12 + 10)/5 = 11,4$  u.t.

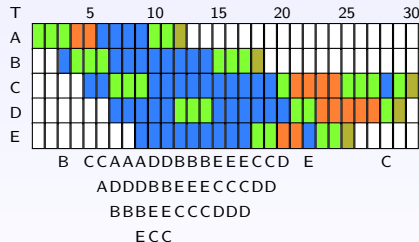
# Algoritmos de planificación

## Round-Robin, Turno Rotatorio

Planificación de  
procesos

Cuanto  $q=3$

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## *Round-Robin, Turno Rotatorio*

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

*Round-Robin, Turno  
Rotatorio*

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Parámetro crítico de diseño: longitud del cuanto

- Si es muy pequeño los procesos cortos pasan rápidamente, pero hay sobrecarga del procesador (gestión interrupciones de reloj, planificación, expedición)
- Si es muy grande degenera en FCFS
- Referencia: debe ser algo mayor que el tiempo necesario para una interacción normal
- Efectivo en sistemas de carácter general, de tiempo compartido o procesos de transacciones
- Favorece procesos con carga de procesador frente a procesos con carga de E/S (éstos no aprovechan el cuanto)

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

**Primero el proceso  
más corto (SPN)**

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

- Suele tener una política no expulsiva, no preferente (apropiativa).
- Se selecciona el proceso con menor tiempo esperado de ejecución.  
**¿Estimación de tiempo de ejecución?**
- Implementación: Un proceso corto saltará a la cabeza de la cola, sobrepasando a trabajos largos.
- **Inconvenientes:**
  - Se reduce la previsibilidad de los procesos largos.
  - Si la estimación de tiempo del proceso no es correcta, el sistema puede abandonar el trabajo.
  - Posibilidad de inanición para los procesos largos.

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)  
HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Estimaciones

#### Trabajos por lotes o repetitivos

Estimación del programador o estadísticas en función de los tiempos de ejecución pasados.

#### Procesos interactivos

Tiempo de cada ráfaga es estimado (típicamente, se utiliza una distribución uniforme). La estimación se calcula en función de una ponderación de las ráfagas pasadas ( $t_1 \dots t_n$ )  $\Rightarrow S_{n+1} = \alpha t_n + (1 - \alpha)S_n$ , donde  $0 \leq \alpha \leq 1$

- $S_1$  : valor pronosticado (no calculado). Puede eliminarse en sucesivos cálculos o sustituirse por  $T_1$
- Si  $\alpha \rightarrow 1$  se reflejan rápidamente los cambios, pero si son efectos aislados desestabilizan la media más tiempo.
- Conviene dar más peso a los valores más recientes ( $\alpha$  próximos a 1)



# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

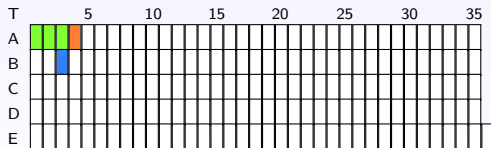
### Proceso por lotes

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Suma 5

Suma 6

En el cómputo del tiempo de CPU que un proceso necesita se suman todas las ráfagas de CPU (asumimos que conocemos cuánto tardará el proceso, por ejecuciones pasadas).



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

### Proceso por lotes

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

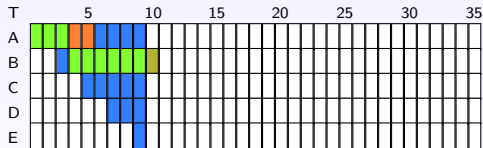
Suma 5

Suma 8

Suma 6

Suma 4

Las ráfagas de CPU se suman.



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

### Proceso por lotes

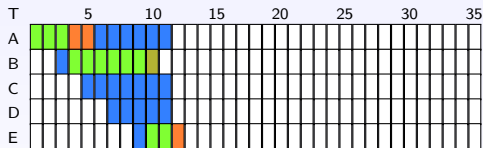
Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Suma 5

Suma 8

Suma 6

Suma 4



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS  
Round-Robin, Turno  
Rotatorio

**Primero el proceso  
más corto (SPN)**

Menor tiempo  
restante (SRT)  
HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

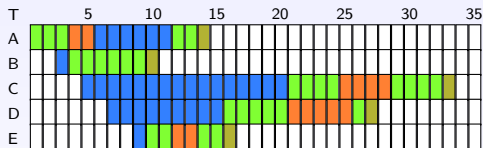
# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

### Proceso por lotes

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Legenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

- 1 Uso de CPU =  $29/32$
- 2 Rendimiento =  $5/32$  (proc/u.t.)
- 3 Tiempo de retorno (medio) =  $(13 + 7 + 28 + 20 + 7)/5 = 15$  u.t.
- 4 Tiempo de espera/respuesta (medio) =  $(6 + 1 + 16 + 9 + 1)/5 = 6,6$  u.t.

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)  
HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Proceso interactivo

- No se conoce cuánto se necesitará en la siguiente ráfaga de CPU (depende de la interacción del usuario), por lo que se estima. Si la estimación sigue una distribución uniforme:  $S_{n+1} = \alpha t_n + (1 - \alpha)S_n$ .
- Hay múltiples formas para estimar tiempo inicial de un proceso nuevo  $S_1$ , por ejemplo:
  - No sabemos nada sobre las ráfagas:  $S_1 = 0$  (los procesos nuevos son preferentes).
  - Tomando  $S_1 = T_1$  (problema: hay que saber el  $T_1$ )
  - Tomando  $S_1 = cte$  (ej: media de las ráfagas de procesos interactivos anteriores en el sistema)

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

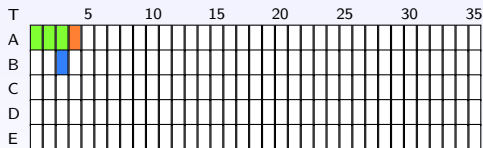
Planificación de  
procesos

### Proceso interactivo

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Previsto 2 (estima 2ª ráfaga, 1ª ya ejecutada)

Previsto 6



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

**Primero el proceso  
más corto (SPN)**

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

### Proceso interactivo

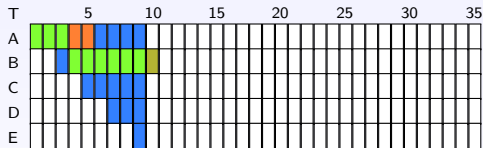
Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Previsto 2

Previsto 4

Previsto 5

Previsto 2



■ Ejecución
 ■ Listo
 ■ Espera E/S
 ■ Sin cargar
 ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

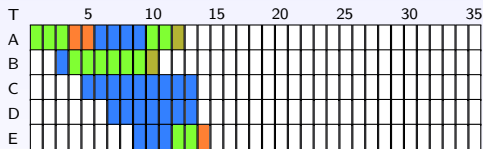
### Proceso interactivo

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Previsto 4

Previsto 5

Previsto 2



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos



# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

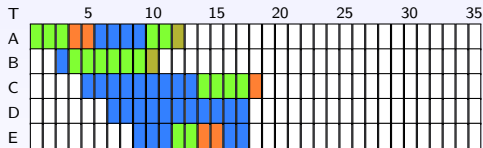
### Proceso interactivo

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Previsto 4

Previsto 5

Previsto 2



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS  
Round-Robin, Turno  
Rotatorio

**Primero el proceso  
más corto (SPN)**

Menor tiempo  
restante (SRT)  
HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

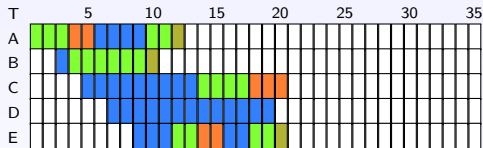
Planificación de  
procesos

### Proceso interactivo

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2

Previsto 4

Previsto 5



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS  
Round-Robin, Turno  
Rotatorio

**Primero el proceso  
más corto (SPN)**

Menor tiempo  
restante (SRT)  
HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

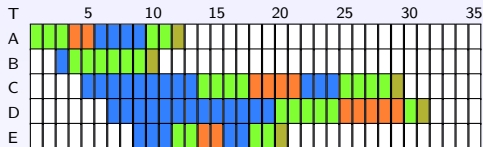
Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

### Proceso interactivo

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Legenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

- 1 Uso de CPU = 28/29
- 2 Rendimiento = 5/29 (proc/q)
- 3 Tiempo de retorno (medio) =  $(11 + 7 + 24 + 24 + 11)/5 = 15,4q$
- 4 Tiempo de espera/respuesta (medio) =  $(4 + 1 + 12 + 13 + 5)/5 = 7q$

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)  
HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Algoritmos de planificación

## Primero el proceso más corto (SPN)

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

**Primero el proceso  
más corto (SPN)**

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Características

- Mejora el rendimiento global: tiempo de retorno y tiempo de espera/respuesta
- Es posible la inanición para los procesos largos
- No es conveniente para tiempo compartido o procesamiento de transacciones (por ser apropiativa)
- Se reduce la previsibilidad de los procesos largos (pueden variar mucho con pequeños cambios en las condiciones)

# Algoritmos de planificación

## Menor tiempo restante (SRT)

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

**Menor tiempo  
restante (SRT)**

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

- Es una versión preferente de la política de primero el proceso más corto.
- Debe estimar el tiempo de proceso.

### Función de selección

Mínimo tiempo restante de ejecución ( $t. \text{ total} - t. \text{ consumido}$ )

### Modo de decisión

Preferente, expulsiva (no apropiativa): cada vez que llega un proceso a la cola de listos se repiten los cálculos y se elige para su ejecución el que corresponda.

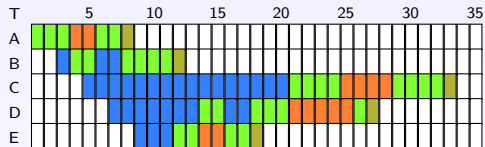
# Algoritmos de planificación

## Menor tiempo restante (SRT)

### Proceso por lotes

Tiempo estimado: suma ráfagas de CPU. Restar lo que lleve ya ejecutado.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Legenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

1. Uso de CPU =  $29/32$
2. Rendimiento =  $5/32$  (proc/q)
3. Tiempo de retorno (medio) =  $(7 + 9 + 28 + 20 + 9)/5 = 14,6q$
4. Tiempo de espera/respuesta (medio) =  $(0 + 3 + 16 + 9 + 3)/5 = 6,2q$

# Algoritmos de planificación

## Menor tiempo restante (SRT)

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

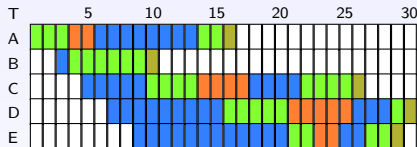
Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Proceso interactivo para  $S_1 = 3$

Mirar por ráfagas de CPU independientes.

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Leyenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

- 1 Uso de CPU =  $29/29$
- 2 Rendimiento =  $5/29$  (proc/q)
- 3 Tiempo de retorno (medio) =  $(7 + 9 + 28 + 20 + 9)/5 = 14,6q$
- 4 Tiempo de espera/respuesta (medio) =  $(0 + 3 + 16 + 9 + 3)/5 = 6,2q$



# Algoritmos de planificación

## Menor tiempo restante (SRT)

Planificación de procesos

Introducción

Tipos de planificación

Políticas de planificación

Algoritmos de planificación

FCFS

Round-Robin, Turno Rotatorio

Primero el proceso más corto (SPN)

**Menor tiempo restante (SRT)**

HRRN

Otras políticas

Planificación en UNIX

Evaluación de algoritmos

SRT favorece a los procesos cortos

### Ventaja

No genera interrupciones adicionales (vs. Round Robin)

### Desventaja

Debe contabilizar los tiempos de servicio transcurridos  $\Rightarrow$  sobrecarga



# Algoritmos de planificación HRRN

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

Elige el proceso con la tasa más alta. Donde la tasa es

$$tasa = \frac{\text{tiempo consumido esperando al procesador} + \text{tiempo de servicio esperado}}{\text{tiempo de servicio esperado}}$$

- Procesos cortos  $\Rightarrow$  denominador pequeño  $\Rightarrow$  tasa de respuesta alta
- Envejecimiento sin servicio  $\Rightarrow$  denominador grande  $\Rightarrow$  tasa de respuesta alta  $\Rightarrow$  los procesos pueden competir con los cortos

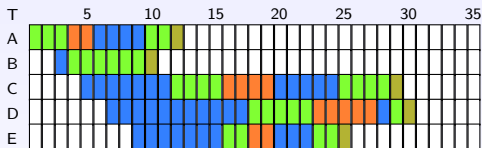
Cálculo efectivo:

$$tasa = \frac{\text{tiempo consumido esperando al procesador (cola de listo)}}{\text{tiempo de servicio esperado (ráfaga de CPU)}}$$

# Algoritmos de planificación HRRN

Planificación de  
procesos

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Legenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

- 1 Uso de CPU =  $29/29$
- 2 Rendimiento =  $5/29$  (proc/q)
- 3 Tiempo de retorno (medio) =  $(11 + 7 + 24 + 23 + 16)/5 = 16,2q$
- 4 Tiempo de espera/respuesta (medio) =  $(4 + 1 + 12 + 12 + 10)/5 = 7,8q$

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

FCFS

Round-Robin, Turno  
Rotatorio

Primero el proceso  
más corto (SPN)

Menor tiempo  
restante (SRT)

HRRN

Otras políticas

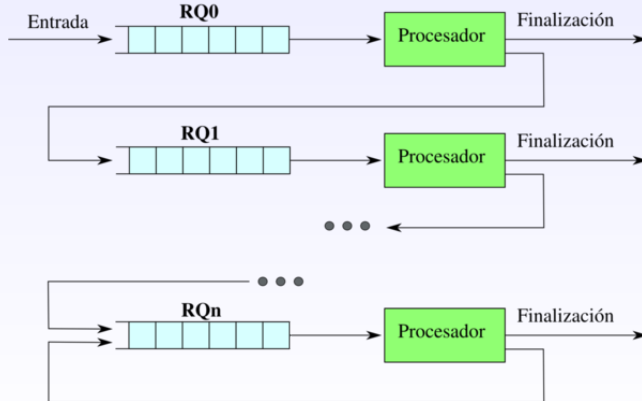
Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Otras políticas

## Realimentación multinivel

- Penaliza a los trabajos que han estado ejecutándose durante más tiempo.
- No se conoce el tiempo de ejecución restante del proceso.
- Política FIFO no apropiativo (FIFO preferente)



Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Realimentación  
multinivel

Por reparto  
equitativo

Planificación  
garantizada

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

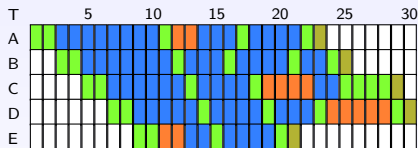
# Otras políticas

## Realimentación multinivel

Planificación de  
procesos

### Con 5 colas de prioridad

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
A	0	3	2	2
B	2	6		
C	4	4	4	4
D	6	5	5	1
E	8	2	2	2



Legenda: ■ Ejecución ■ Listo ■ Espera E/S ■ Sin cargar ■ Terminado

- 1 Uso de CPU = 29/29
- 2 Rendimiento = 5/29 (proc/q)
- 3 Tiempo de retorno (medio) =  $(22 + 22 + 24 + 23 + 12)/5 = 20,6q$
- 4 Tiempo de espera/respuesta (medio) =  $(15 + 16 + 12 + 12 + 6)/5 = 12,5q$

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Realimentación  
multinivel

Por reparto  
equitativo

Planificación  
garantizada

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

# Otras políticas

## Realimentación multinivel

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Realimentación  
multinivel

Por reparto  
equitativo

Planificación  
garantizada

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

### Problema

Los **procesos largos**: llevados gradualmente hacia abajo. Problema: **pueden sufrir inanición** en colas de prioridad baja si llegan muchos procesos cortos continuamente

### Soluciones

- Cuanta menor es la prioridad se pueden asignar más cuantos de tiempo de ejecución
- Tras cierto tiempo de espera en cola, se le cambia a una cola de prioridad mayor

# Otras políticas

## Por reparto equitativo

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Realimentación  
multinivel

Por reparto  
equitativo

Planificación  
garantizada

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

- $CPU_i = \frac{CPU_{i-1}}{2}$
- $GCPU_i = \frac{GCPU_{i-1}}{2}$
- $P_i = Base_i + \frac{CPU_i}{2} + \frac{GCPU_i}{4W_k}$

	Proceso A			Proceso B			Proceso C		
	Prioridad	Proceso	Grupo	Prioridad	Proceso	Grupo	Prioridad	Proceso	Grupo
0	60	0	0	60	0	0	60	0	0
	1	1							
	2	2							
	⋮	⋮							
	60	60							
1	90	30	30	60	0	0	60	0	0
				1	1			1	
				2	2			2	
				⋮	⋮			⋮	
				60	60			60	
2	74	15	15	90	30	30	75	0	30
	16	16							
	17	17							
	1	1							
	75	75							
3	96	37	37	74	15	15	67	0	15
					16			1	16
					17			2	17
					⋮			⋮	
					75			60	75
4	78	18	18	81	7	37	93	30	37
	19	19							
	20	20							
	⋮	⋮							
	78	78							
5	98	39	39	70	3	18	76	15	18

Grupo 1
Grupo 2



# Otras políticas

## Planificación garantizada

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Realimentación

multinivel

Por reparto

equitativo

Planificación

garantizada

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

- A cada proceso se le garantiza un uso equitativo de la CPU ( $1/n$ , siendo  $n$  el número de procesos en espera de ser ejecutados).
- Cada vez que un proceso va a ser asignado tiempo de CPU se comprueba la relación **tiempo real/tiempo prometido** de todos los procesos y se adjudica la CPU a aquel proceso que tiene el ratio más pequeño.



# Planificación en UNIX

## Características

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Características

Proceso

Prioridad

Planificación clásica

Evaluación de  
algoritmos

- Emplea realimentación multinivel usando turno rotatorio en cada una de las colas de prioridad.
- La prioridad de cada proceso se calcula cada segundo.
- La prioridad base divide los procesos en bandas fijas de prioridad.
- Se utiliza un factor de ajuste para impedir que un proceso salga fuera de la banda que tiene asignada.



# Planificación en UNIX

## Proceso

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Características

Proceso

Prioridad

Planificación clásica

Evaluación de  
algoritmos

- Cada segundo (1s) el planificador recalcula las prioridades de los procesos y los organiza en niveles de prioridad en función de dichos valores.
- Cada décima de segundo (0.1 s) el planificador selecciona el proceso que tenga máxima prioridad y le asigna tiempo de CPU.
- Si el proceso termina su cuanto de ejecución (no hay bloqueo), el proceso pasa a la cola de su nivel de prioridad.
- Si el proceso se bloquea durante su cuanto, el planificador selecciona inmediatamente otro proceso y le asigna tiempo de CPU.
- Si un proceso retorna de una llamada al sistema y hay un proceso listo con mayor prioridad, el proceso de menor prioridad es desalojado de la CPU.
- Cada 4 centésimas de segundo (0.04 s) el planificador recalcula la prioridad del proceso que está usando tiempo de CPU.

# Planificación en UNIX

## Prioridad

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Características

Proceso

**Prioridad**

Planificación clásica

Evaluación de  
algoritmos

- La prioridad de un proceso se calcula con la fórmula siguiente:

$$Pri = \frac{C_1}{\text{Uso reciente de CPU}} + \frac{C_2}{\text{Prioridad estática (nice)}}$$

- Consecuencias:
  - La prioridad de los procesos disminuye si utilizan mucho tiempo de CPU en una ventana de tiempo determinada.
  - Por el contrario, procesos con mucha demanda de E/S tenderán a tener prioridades altas.
  - Los procesos con un valor de prioridad estática (nice) alto, tendrán menor prioridad.
- Prioridad por bandas. En orden decreciente de prioridad:
  - Intercambio.
  - Control de dispositivos de E/S de bloques.
  - Gestión de archivos.
  - Control de dispositivos de E/S de caracteres.
  - Procesos de usuario.

# Planificación en UNIX

## Planificación clásica

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Características

Proceso

Prioridad

Planificación clásica

Evaluación de  
algoritmos

- $CPU_i = \frac{CPU_{i-1}}{2}$
- $P_i = Base_i + \frac{CPU_i}{2} + nice_i$

	Proceso A		Proceso B		Proceso C	
	Prioridad Proceso		Prioridad Proceso		Prioridad Proceso	
0	60	0	60	0	60	0
	1					
	2					
	⋮					
	60					
1	75	30	60	0	60	0
			1			
			2			
			⋮			
			60			
2	67	15	75	30	60	0
					1	
					2	
					⋮	
					60	
3	63	7	67	15	75	30
		8				
		9				
		⋮				
		67				
4	78	33	63	7	67	15
			8			
			9			
			⋮			
			67			
5	68	16	76	33	63	7

# Evaluación de algoritmos

Planificación de  
procesos

Introducción

Tipos de  
planificación

Políticas de  
planificación

Algoritmos de  
planificación

Otras políticas

Planificación en  
UNIX

Evaluación de  
algoritmos

- Seleccionar criterio de optimización
- Métodos de evaluación:
  - Modelado Determinista:
    - Medida (números exactos) de la carga de CPU proceso.
    - Utilidad académica o en sistemas que ejecutan los mismos programas.
  - Modelo de colas:
    - Estimación (probabilística) de la carga de CPU
    - Requisitos de E/S de los sistemas tiempos de llegada de procesos.
    - Permite comparar los distintos algoritmos.
    - Problema: Arbitrariedad del modelo matemático derivado de cada algoritmo.
  - Simulaciones:
    - Medida de la respuesta de los algoritmos a secuencias generadas aleatoriamente, mediante distribuciones o eventos grabados