

Curso: Sistemas Operativos
4. Planificación de procesos
(Parte I)

4 Planificación de Procesos

4.1 Niveles de procesamiento

Planificación de procesos.

El planificador de procesos (Scheduler) es el componente del sistema operativo, que se encarga de la realización de tres tareas básicas:

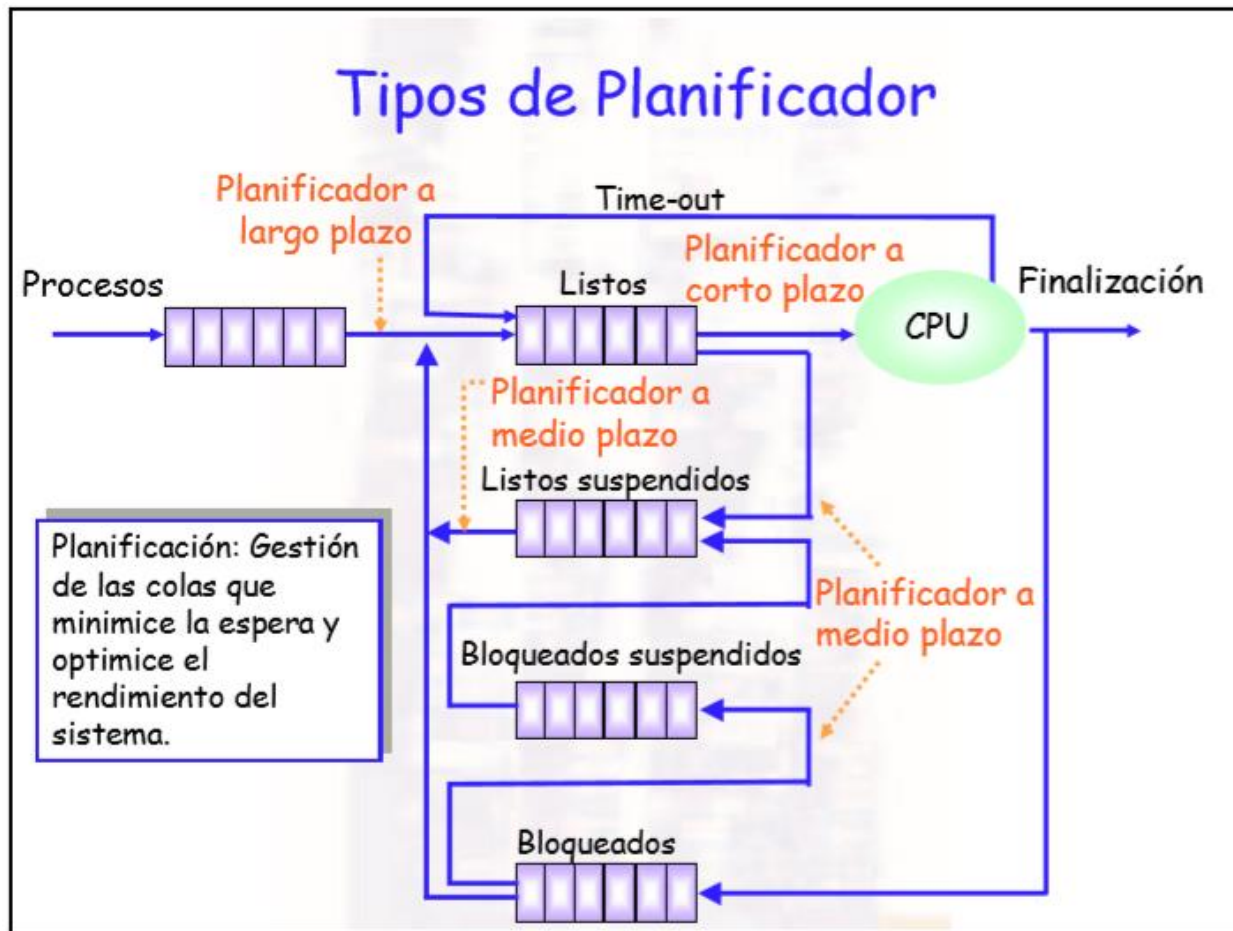
- Selecciona el proceso al que se le asignará el procesador. Es decir, realiza el despacho de procesos. Aquí el planificador trabaja a *Bajo Nivel*. También se le denomina planificador de *corto plazo*.
- Admite y organiza a los procesos que compiten activamente por los recursos del sistema. Es decir los procesos que están en estado listo. Aquí el planificador trabaja a *Alto Nivel*. También se le denomina planificador de *largo plazo*.
- Suspende de forma temporal y reanuda procesos. Lo hace para liberar la carga de trabajo al sistema. Aquí el planificador trabaja a *Nivel Intermedio*. También se le denomina planificar a *medio plazo*.

En este tema, nos enfocaremos más al despacho de procesos, es decir, a la función del planificador de procesos que trabaja a Bajo Nivel.

4 Planificación de Procesos

4.1 Niveles de procesamiento

De forma esquemática, podemos observar los niveles del planificador de procesos en la siguiente gráfica:



Despacho de procesos.

Existen diferentes técnicas o algoritmos de despacho de procesos, es decir de asignación de procesos al procesador.

Dichas técnicas consideran ciertos *criterios de planificación*:

- Maximizar la producción: atender al mayor número de procesos en un tiempo determinado.
- Minimizar el tiempo de respuesta. El tiempo de respuesta es aquel que transcurre desde que un proceso es admitido, hasta que éste emite una primera respuesta. Se aplica más a procesos interactivos.
- Minimizar el tiempo de retorno. El tiempo de retorno es aquel que transcurre desde que un proceso es admitido hasta que termina.
- Minimizar el tiempo de espera. El tiempo de espera es el tiempo en el que un proceso está en estado de listo.
- Maximizar la eficiencia de CPU. Que la CPU esté ocupada lo más cercano al 100%.
- Equidad en todos los procesos. Que todos los procesos puedan completar su ejecución.

4 Planificación de Procesos

4.2 Arrebato del procesador a procesos

Despacho de procesos.

Desocupación del procesador.

¿Cuándo un proceso desocupa el procesador? Ya conocemos algunas respuestas a esta pregunta:

- Cuando termina su ejecución
- Cuando ocurre una interrupción.

En dichas causas, no interviene el planificador de procesos.

El planificador de procesos lo hace cuando una técnica de despacho de procesos obliga a un proceso a abandonar su ejecución; es decir el planificador le “arrebata” el procesador para darle paso a otro proceso a su ejecución. Por ejemplo: se agota el tiempo de ejecución de un proceso y pasa a estado listo.

Cuando una técnica de despacho de procesos le arrebata el procesador a un proceso, se le llama “apropiativa” (preemptive scheduling). Por lo que, una técnica de despacho de procesos donde el proceso en ejecución es el que decide cuándo desocupar el procesador, se le llama “no apropiativa” (non-preemptive scheduling)

Nota: la palabra inglesa preemptive, se traduce también como “expropiativo”, es decir es expropiarle el procesador a un proceso.

4 Planificación de Procesos

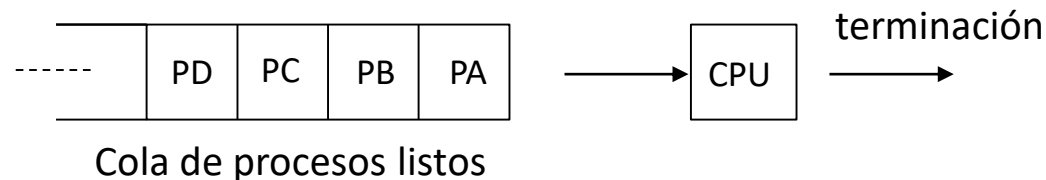
4.2 Algoritmos de despacho de procesos

Técnicas/algoritmos de despacho de procesos.

Revisaremos algunos algoritmos de despacho de procesos.

Primero en llegar, primero en servirse (FCFS. Frist come first served).

Los procesos son despachados conforme son admitidos; para ello se utiliza una cola de espera en el estado listo. El proceso que está en la cabecera de la cola es el que se despacha. El proceso en ejecución desocupa el procesador hasta que termina; por lo que este algoritmo es no-apropiativo.



Ejercicio.

Aplicando el algoritmo FCFS, realiza el despacho de los siguientes procesos y calcula el tiempo de retorno de cada proceso, así como el tiempo promedio de retorno.

Orden llegada	Proceso	Tiempo CPU
1	A	15
2	B	2
3	C	1

Tiempo de retorno de cada proceso:

$TrA=15$

$TrB= 15+2=17$ (se le suma los 15 de espera en cola)

$TrC= 15+2+1=18$ (se le suma los 17 de espera en cola)

Tiempo promedio de retorno:

$TpR= (15+17+18)/3= 16.67$

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

Primero en llegar, primero en servirse (FCFS).

Ejercicio (continuación).

¿Qué sucedería si el orden de llegada fuera otro? Apliquemos el algoritmo FCFS, con otro orden de llegada y calculemos el tiempo de retorno de cada proceso, así como el tiempo promedio de retorno.

Orden llegada	Proceso	Tiempo CPU
1	B	2
2	A	15
3	C	1

Tiempo de retorno de cada proceso:

$$TrB = 2$$

$$TrA = 15 + 2 = 17 \text{ (se le suma los 2 de espera en cola)}$$

$$TrC = 1 + 15 + 2 = 18 \text{ (se le suma los 17 de espera en cola)}$$

Tiempo promedio de retorno:

$$TpR = (2 + 17 + 18) / 3 = 12.33$$

Podemos observar que con este nuevo orden de llegada de los procesos, se baja el tiempo promedio de retorno. Esto se debe a que se despachó primero un proceso con menor tiempo de CPU.

Por lo que la siguiente técnica de despacho de procesos considera este aspecto.

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

Sigue el proceso más corto (SPN. Shortest process next).

Los procesos en estado listo, conforme van llegando, se van ordenando, de menos a más, de acuerdo al tiempo de CPU que requieren para terminar. Al igual que el (FCFS) es una técnica no apropiativa.

Ejercicio.

Aplicando el algoritmo SPN, realiza el despacho de los siguientes procesos. Indica el orden de despacho, calcula el tiempo de retorno de cada proceso, así como el tiempo promedio de retorno.

Proceso	Tiempo CPU
B	12
A	5
D	8
C	1

Orden de entrada al CPU: C, A, D y B

Tiempo de retorno de cada proceso:

$$TrC = 1$$

$$TrA = 1 + 5 = 6$$

$$TrD = 1 + 5 + 8 = 14$$

$$TrB = 1 + 5 + 8 + 12 = 26$$

Tiempo promedio de retorno:

$$TpR = (1 + 6 + 14 + 26) / 4 = 11.75$$

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

El del tiempo restante más breve (SRT. Shortest remaining time).

Es la versión apropiativa del SPN. Maneja el tiempo de CPU y el tiempo de llegada. Proceso.

- Se despacha el primer proceso que llega.
- Cuando llega otro proceso se observa si el que acaba de llegar tiene un tiempo menor de CPU que el que le resta al que se está ejecutando, si es así, entonces saca al proceso que está en ejecución para despachar al que llegó.
- En caso de que el proceso en ejecución tenga menor tiempo restante de CPU, que el que acaba de llegar, entonces el proceso en ejecución continúa en dicho estado.
- Cada vez que llegue un nuevo proceso se realizan los dos pasos inmediatos anteriores.
- Puede ocurrir un empate en tiempo de CPU restante, por lo que conviene mantener el que está en ejecución. Con esto se evita el tiempo de hacer el *cambio de contexto*.
- Cuando termina un proceso que estaba en ejecución, se despacha aquél proceso listo que tenga menor tiempo restante de CPU y se realizan los pasos anteriormente descritos.

4 Planificación de Procesos

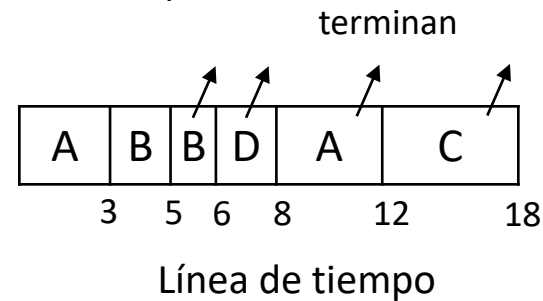
4.2 Algoritmos de despacho de procesos

El del tiempo restante más breve (SRT).

Ejercicio.

Aplicando el algoritmo SRT, realiza el despacho de los siguientes procesos. Calcula el tiempo de retorno de cada proceso, así como el tiempo promedio de retorno. Para esto, presenta la entrada y salida de procesos al y del procesador, en una línea de tiempo.

Tiempo llegada	0	3	5	6
Proceso	A	B	C	D
Tiempo CPU	7	3	6	2



Proceso:

- Se despacha al proceso A y se ejecuta hasta el tiempo 3 que llega el proceso B.
- Se compara el tiempo restante de A, que es 4, con el tiempo de CPU de B, que es 3.
- Como B tiene menor tiempo, se despacha a B y sale A de ejecución.
- B está en ejecución hasta el tiempo 5, cuando llega C para revisar los tiempos de CPU (restante o completo, según el caso) de los procesos que están en espera y B (A=4, B=1 y C=6).
- B continúa su ejecución y termina en el tiempo 6, que coincide con la llegada de D.
- Se comparan los tiempos de CPU de A=4, C=6, y D=2. Por lo que se despacha a D hasta terminar porque no llegan más procesos.
- Y así continua el proceso hasta que terminan todos. Ver línea de tiempo

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

El del tiempo restante más breve (SRT).

Ejercicio (continuación).

Ahora calculemos los tiempos de retorno de cada proceso. Para esto observemos la línea de tiempo de ejecución de los procesos; ahí observamos el momento en que terminó cada proceso, a ese tiempo le restamos el tiempo de llegada y así obtenemos el tiempo de retorno:

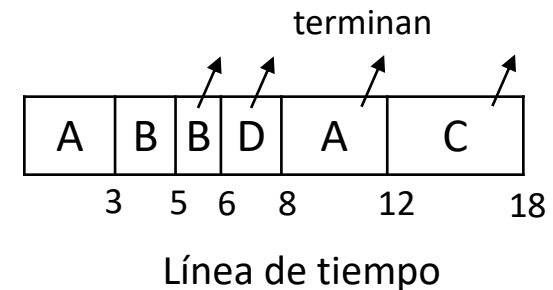
$$\text{TrA} = 12$$

$$\text{TrB} = 6 - 3 = 3$$

$$\text{TrC} = 18 - 5 = 13$$

$$\text{TrD} = 8 - 6 = 2$$

Tiempo llegada	0	3	5	6
Proceso	A	B	C	D
Tiempo CPU	7	3	6	2



Tiempo promedio de retorno:

$$\text{TpR} = (12 + 3 + 13 + 2) / 4 = 7.5$$

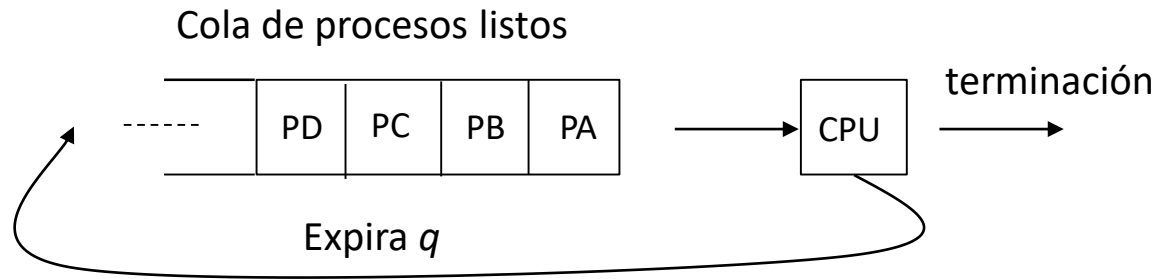
Las técnicas de despacho de procesos SPN y SRT, requieren conocer el tiempo de ejecución de los procesos. Si bien este dato lo puede calcular el programador con base en pruebas de ejecución, resulta un poco engorroso e incierto darlo a conocer al planificador. Es por ello que surgen otras técnicas que no requieren de dicho dato para ser un buen planificador. Veamos la siguiente técnica.

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

Por turno o round robin.

Los procesos se despachan en forma FCFS, pero se les asigna una cantidad limitada de tiempo de procesador conocida como *cuanto* o *quantum*(q). Si un proceso no termina antes de que expire su tiempo de procesador, se le despoja del CPU y se coloca al final de la cola; y el proceso que está en la cabecera de la cola se despacha. Por su funcionamiento, se puede decir que esta técnica es apropiativa.



Si el tamaño del quantum (q) es:

- Grande. El proceso tiene el tiempo necesario para terminar. Se convierte en una técnica FCFS.
- Pequeño. El mayor tiempo se ocupa en la conmutación del procesador por el cambio frecuente de contexto de los procesos.
- Conveniente. Lo suficientemente grande para que la mayoría de los procesos interactivos terminen en su primer despacho.

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

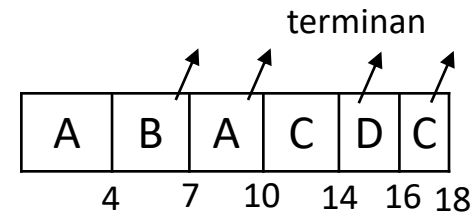
Por turno o round robin.

Ejercicio.

Aplicando el algoritmo de round robin, realiza el despacho de los siguientes procesos. Calcula el tiempo de retorno de cada proceso, así como el tiempo promedio de retorno. Para esto, presenta la entrada y salida de procesos al y del procesador, en una línea de tiempo.

q=4

Tiempo llegada	0	3	5	6
Proceso	A	B	C	D
Tiempo CPU	7	3	6	2



Línea de tiempo

Proceso:

- Se despacha al proceso A y se ejecuta hasta el tiempo 4 que es el valor del quantum.
- Como en ese tiempo ya llegó B, se despacha y se coloca a A en la cola, como único proceso.
- B termina en el tiempo 7, antes de que termine su quantum. En ese momento ya están en la cola los procesos A, C y D.
- Se despacha a A y se ejecuta hasta que termine en el tiempo 10. Le quedaban 3 unidades de tiempo por lo que no ocupó todo su quantum.
- C se despacha por 4 unidades de tiempo y se pasa a la cola.
- D se despacha por las dos unidades de tiempo y termina.
- Finalmente C se despacha y se ejecuta por dos unidades de tiempo para terminar.

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

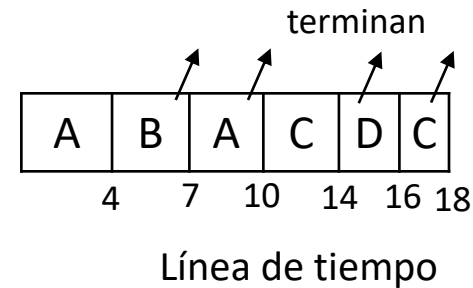
Por turno o round robin.

Ejercicio (continuación).

Ahora calculemos los tiempos de retorno de cada proceso. Para esto observemos la línea de tiempo de ejecución de los procesos; ahí observamos el momento en que terminó cada proceso, a ese tiempo le restamos el tiempo de llegada y así obtenemos el tiempo de retorno:

q=4

Tiempo llegada	0	3	5	6
Proceso	A	B	C	D
Tiempo CPU	7	3	6	2



$$\text{TrA} = 10$$

$$\text{TrB} = 7 - 3 = 4$$

$$\text{TrC} = 18 - 5 = 13$$

$$\text{TrD} = 16 - 6 = 10$$

Tiempo promedio de retorno:

$$\text{TpR} = (10 + 4 + 13 + 10) / 4 = 9.25$$

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

Primero, el de mayor tasa de respuesta (HRRN. Highest Response Ratio Next).

Esta técnica se emplea cuando se quiere liberar carga de trabajo en el sistema y se despachan los procesos con mayor tasa de respuesta, ejecutándose hasta que terminen; por lo que es no-apropiativa.

El cálculo de la tasa de respuesta se hace por medio de la siguiente razón:

$$R=(w+s)/s$$

Donde: w es el tiempo total que ha estado un proceso en espera (estado listo), y s es el tiempo de servicio, es decir el tiempo que ha estado en ejecución.

Ejercicio.

Indicar el orden de despacho de los siguientes procesos, considerando su tasa de respuesta.

Proceso	Tiempo llegada	Tiempo servicio
A	0	3
B	2	6
C	4	4
D	6	5
E	8	2

Dato: Tiempo actual 20

$$R_A = ((20-3) + 3))/3 = 6.67$$

$$R_B = ((18-6) + 6))/6 = 3$$

$$R_C = ((16-4) + 4))/4 = 4$$

$$R_D = ((14-5) + 5))/5 = 2.8$$

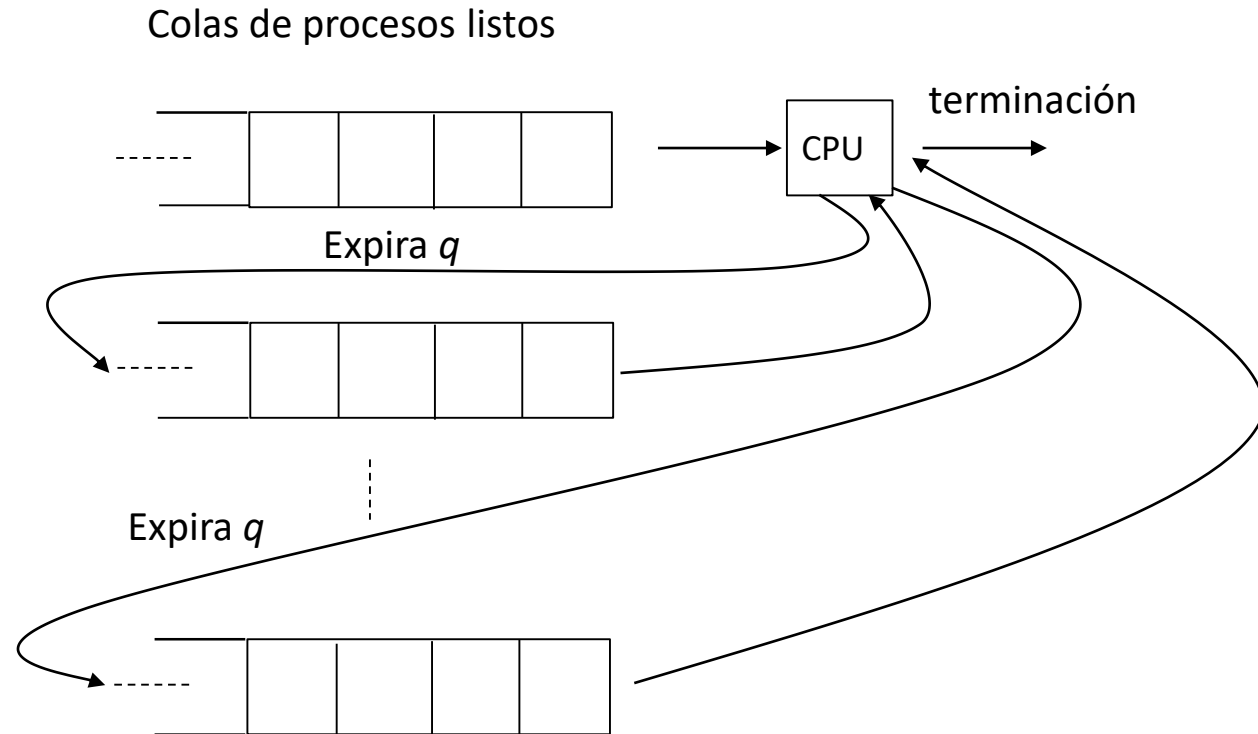
$$R_E = ((12-2) + 2))/2 = 6$$

Orden de despacho: A, E, C, B y D

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

Colas de retroalimentación en múltiples niveles.



Existe una cola de procesos por prioridad. Cada prioridad puede tener un quantum diferente.

4 Planificación de Procesos

4.2 Algoritmos de despacho de procesos

Colas de retroalimentación en múltiples niveles

Funcionamiento

- A cada proceso se le asigna una prioridad y de acuerdo a ella, se encola en el nivel correspondiente.
- Primero se despachan a los procesos de más alto nivel, después a los del siguiente nivel y así sucesivamente.
- Los procesos entran al más alto nivel cuando son interactivos y requieren pronta respuesta o van a utilizar poco tiempo de ejecución.
- Si un proceso no termina en su primer despacho, baja de nivel; y si no termina en su siguiente despacho, sigue bajando de nivel.
- Cuando un proceso baja de nivel, generalmente se le otorga un quantum mayor, con la finalidad de que en su siguiente despacho termine su ejecución.
- Un proceso sale por terminación cuando solicita una operación de entrada/salida o termina su ejecución.
- Cuando un proceso regresa de una operación de entrada/salida, entra a la cola de más alto nivel o al nivel donde estaba.