

Boletín de Ejercicios: Administración de procesos del sistema

IES Juan de la Cierva & Universidad de Murcia

Enunciados

1. En un sistema se ejecutan tres procesos que llegan todos en el instante 0. Todo proceso muestra un comportamiento de ráfagas de CPU y E/S alternas, como puede verse en la tabla donde los números indican tiempos expresados en tics de reloj. Un diagrama de Gantt sirve para mostrar en cada momento en qué estado se encuentra cada proceso (E - Ejecución, B - Bloqueado y L - en cola de listos). El tiempo en dicho diagrama indica el instante en que comienza el tic representado por la celda.

Proceso	CPU	E/S	CPU
1	3	2	2
2	5	4	1
3	1	3	2

Con estos datos se pide:

- a) Rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador **FCFS**. Recuerda que es no apropiativo. Siempre que dos procesos entren a la vez en la cola de listos, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- b) Rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador **SJF**. Recuerda que es **no apropiativo**. En este caso inicial, supón que el planificador es una especie de adivino y conoce la duración de cada ráfaga de CPU. Siempre que dos procesos entren a la vez en la cola de listos, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- c) Rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador **SJF**. Recuerda que es **no apropiativo**. Ahora nos vamos a enfrentar al problema real donde el planificador no conoce la duración de cada ráfaga de CPU. Piensa que cuando le damos la CPU a un proceso, no sabemos cuándo querrá bloquearse, así que nunca conocemos la duración de la ráfaga de CPU. Tendremos que utilizar estimaciones para poder decidir. Supón que la estimación inicial de las ráfagas es de 4 tics y el coeficiente de credibilidad $\alpha = 0,5$. Siempre que dos procesos entren a la vez en la cola de

listos, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- d) Rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador **SRTF** (menor tiempo restante primero). Recuerda que es **apropiativo**. En este caso inicial, supón que el planificador es una especie de adivino y conoce la duración de cada ráfaga de CPU. Siempre que dos procesos entren a la vez en la cola de listos, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- e) Rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador **SRTF**. Recuerda que es **apropiativo**. Ahora nos vamos a enfrentar al problema real donde el planificador no conoce la duración de cada ráfaga de CPU. Piensa que cuando le damos la CPU a un proceso, no sabemos cuándo querrá bloquearse, así que nunca conocemos la duración de la ráfaga de CPU. Tendremos que utilizar estimaciones para poder decidir. Supón que la estimación inicial de las ráfagas es de 4 tics y el coeficiente de credibilidad $\alpha = 0,5$. Al trabajar con una estimación, iremos descontando de la estimación que tenemos, los tics que haya consumido de esa ráfaga, y saturaremos en 0. Por ejemplo, si tenemos una estimación de 4 tics y se han consumido 3, nuestra estimación para el proceso en ejecución será de 1 tic. Si agota los 4 tics nos quedaremos con una estimación de 0 hasta que acabe la ráfaga y podamos recalcular la estimación. En estas condiciones solamente nos puede quitar la CPU un proceso que entre en la cola de listos (pensadlo). Siempre que dos procesos entren a la vez en la cola de listos, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- f) Rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador **Round-Robin** con quantum de 4 tics. Recuerda que es **apropiativo**. Cuando un proceso entra a la cola de listos, recibe un nuevo quantum y siempre que dos procesos entren a la vez en la cola de listos, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- g) Rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador **Round-Robin** con quantum de 2 tics. Recuerda que es **apropiativo**. Cuando un proceso entra a la cola de listos, recibe un nuevo quantum y siempre que dos procesos entren a la vez en la cola de listos, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- h) Por último rellena el siguiente cronograma indicando el estado de cada proceso usando un planificador apropiativo **de 2 colas con realimentación**. La cola 0 es la de mayor prioridad y la 1 la de menor. La cola 0 utiliza un planificador por Round-Robin con quantum de 2 tics y la cola 1 otro con quantum de 3 tics. Si se está ejecutando un proceso de la cola 1, cualquier proceso que entrara en la cola 0 le quitaría la CPU. Siempre que dos procesos entren a la vez en la misma cola, introduciremos primero el que menor número de proceso tenga. Las condiciones de subida y bajada para este ejercicio son las siguientes:

- Un proceso sube a la cola 0 si se bloquea sin consumir su quantum.
- Un proceso baja a la cola 1 en el momento en que consuma totalmente el quantum asignado sin que nadie se lo quite. Recuerda que en Round-Robin, cada vez que un proceso entra a la cola de listos recibe un quantum completo.

Calcula el tiempo promedio de retorno y de espera de los procesos.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

2. Repite el ejercicio anterior utilizando la siguiente tabla de ráfagas:

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU
1	0	2	2	3
2	1	1	4	5
3	3	2	3	1

3. Repite el ejercicio anterior utilizando la siguiente tabla de ráfagas:

Proceso	Llegada	CPU	E/S	CPU	E/S	CPU
1	0	2	4	2	2	4
2	0	1	3	1	3	1
3	0	7	3	1	2	1

4. Un sistema operativo utiliza un algoritmo de planificación apropiativo formado por dos colas: la cola 0 es la de mayor prioridad y se planifica por Round-Robin con quantum de 2 tics, la

cola 1 utiliza también Round-Robin pero con quantum de 3 tics. Cuando se inicia un proceso ingresa en la cola 0. Un proceso baja a la cola 1 en el momento en que consuma totalmente el quantum asignado sin que nadie se lo quite. Un proceso sube a la cola 0 si se bloquea sin consumir su quantum. Recuerda que cada vez que un proceso entra en una cola, la que sea, recibe un quantum nuevo. Utiliza en los estados E y L un subíndice indicando la cola en la que se encuentra el proceso (p.e. E_0 , L_1).

En este sistema se ejecutan los siguientes procesos (tiempo en tics) con los tiempos de llegada indicados.

Proceso	llegada	CPU	E/S	CPU
1	0	2	2	3
2	1	4	4	1
3	2	1	3	3

Con estos datos se pide:

- a) Dibuja el diagrama de Gantt en el cronograma que sigue. Marca lo que está ocurriendo a cada proceso, para ello utiliza las letras: E (en ejecución), B (bloqueado), L (en la cola de listos). **Recuerda usar un subíndice** para indicar la cola en la que se encuentra el proceso. El tiempo indica el instante en el que comienza el tic representado por la celda.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- b) Supongamos que queremos utilizar una versión un poco más elaborada del Round-Robin usado por el planificador anterior. Hasta este momento cada vez que un proceso entra en la cola de listos recibe un quantum nuevo independientemente de su historia. Ahora, un proceso solamente recibe un quantum nuevo tras consumir el actual a pesar de que haya sido interrumpido por otro proceso más prioritario, o por entrar a la cola de listos tras haber estado bloqueado o haber cambiado de cola. Si un proceso más prioritario le quita la CPU, al recibirla de nuevo tendrá el resto del quantum que le quedaba por consumir. Las reglas de ascenso y descenso quedan como siguen: un proceso baja a la cola 1 si consume totalmente su quantum sin bloquearse, y sube a la cola 0 si se bloquea antes de consumir su quantum.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- c) Calcule el tiempo promedio de retorno y el tiempo promedio de espera de los procesos en cada uno de los anteriores supuestos.
5. Un sistema operativo utiliza un algoritmo de planificación apropiativo de múltiples colas con realimentación formado por tres colas: La cola 0 para procesos del sistema sumamente importantes, y las colas 1 y 2 para procesos interactivos. la cola 0 es la de mayor prioridad y usa un algoritmo FIFO; la cola 1 utiliza Round-Robin pero con quantum de 2 tics y finalmente la

cola 2 utiliza Round-Robin pero con quantum de 3 tics. En este ejercicio un proceso recibe un nuevo quantum tras consumir el quantum en curso, al desbloquearse, o al cambiar de cola. Si otro proceso más prioritario le quita la CPU, eso no implica nuevo quantum sino que continúa con lo que le quedara del antiguo. El administrador indica en qué cola entra cada proceso. Un proceso de la cola 0 siempre permanece en ella. Un proceso de la cola 1 baja a la cola 2 **en el momento en que consume su quantum sin bloquearse**. Un proceso sube a la cola 1 si se **bloquea sin consumir su quantum, aunque acabe de llegar a la cola 2**. Utiliza en los estados E y L un subíndice indicando la cola en la que se encuentra el proceso.

En este sistema se ejecutan los siguientes procesos (tiempo en tics) con los tiempos de llegada indicados.

Proceso	cola	llegada	CPU	E/S	CPU	E/S	CPU
1	1	0	4	3	1	-	-
2	1	1	1	2	1	2	3
3	1	4	2	2	3	-	-
4	0	0	-	10	3	8	-

Con estos datos se pide:

- a) Dibuja el diagrama de Gantt en el cronograma que sigue. Marca lo que está ocurriendo a cada proceso, para ello utiliza las letras: E (en ejecución), B (bloqueado), L (en la cola de listos). **Recuerda usar un subíndice** para indicar la cola en la que se encuentra el proceso. El tiempo indica el instante en el que comienza el tic representado por la celda.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P_1																					
P_2																					
P_3																					
P_4																					

- b) Calcule el tiempo promedio de retorno y el tiempo promedio de espera de los procesos interactivos.
6. Un sistema operativo utiliza un algoritmo de planificación apropiativo de múltiples colas con realimentación formado por dos colas: la cola 0 para los procesos de mayor prioridad y la 1 para los de menor prioridad. La cola 0 utiliza Round-Robin con quantum de 2 tics y la cola 1 utiliza Round-Robin pero con quantum de 4 tics. Sin embargo, estos Round-Robin están modificados para que recuerden cuánto ha consumido cada proceso de su quantum. De esta forma, si se le asigna a un proceso un quantum de 4 y otro proceso de mayor prioridad le quita la CPU tras consumir 1 tic, al recuperarla no se le asigna un quantum entero sino que recuerda que le quedan 3 para terminar el actual. Cuando se cambia de cola sí se asigna un nuevo quantum. Un proceso entra siempre en la cola 0. Un proceso de la cola 0 baja a la cola 1 **en el momento en que consume su quantum** (si, además de consumir el quantum, se bloquea en E/S, quedará bloqueado en la cola 1). Un proceso sube a la cola 0 si se **bloquea en E/S sin consumir totalmente su quantum y siempre que, estando en la cola 1, haya consumido CPU y se haya bloqueado en E/S al menos una vez**. Esto quiere decir que, cada vez que un proceso cambia de la cola 0 a la cola 1, no puede ascender gracias al buen comportamiento de su primera ráfaga de CPU en la cola 1 y se tiene que esperar a la segunda para poder ascender si cumple la condición.

En este sistema se ejecutan los siguientes procesos (tiempo en tics), que llegan todos en el instante 0:

Proceso	CPU	E/S	CPU	E/S	CPU	E/S	CPU
1	4	4	2	2	1	2	1
2	2	3	4	3	1	2	3
3	1	2	1	2	1		

Con estos datos se pide:

- a) Dibuja el diagrama de Gantt en el cronograma que sigue. Marca lo que le está ocurriendo a cada proceso. Para ello, utiliza las letras E (en ejecución), B (bloqueado) y L (en la cola de listos). **Recuerda usar un subíndice** (p.e. E_0 , L_0 , B_0 , E_1 , L_1 , B_1) para indicar la cola en la que se encuentra el proceso. El tiempo indica el instante en el que comienza el tic representado por la celda.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

- b) Calcula el tiempo promedio de retorno y el tiempo promedio de espera de los procesos.

7. En un sistema se ejecutan los siguientes procesos con los tiempos indicados en tics de reloj. Se pide rellenar el diagrama de Gantt para cada uno de los algoritmos de planificación indicados. Marca lo que está ocurriendo a cada proceso, para ello utiliza las letras: E (en ejecución), B (bloqueado), L (en la cola de listos). El tiempo indica el instante en el que comienza el tic representado. En caso de entrar dos procesos en el mismo instante en la cola de listos, entrarán en orden numérico, primero el menor.

Proceso	llegada	CPU	E/S	CPU	E/S	CPU
1	0	2	3	2	2	1
2	2	1	3	2	2	2
3	3	3	1	4	2	1

Con estos datos se pide:

- a) Planificación por round robin con un quantum de 2 tics.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- b) Planificación por SJF suponiendo conocidas las duraciones de las ráfagas.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- c) Planificación **apropiativa** por prioridad, donde P_1 tiene prioridad 1, P_2 , prioridad 2 y P_3 prioridad 3. Mayor número indica mayor prioridad.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- d) Planificación **no apropiativa** por prioridad, con las mismas prioridades que en el apartado anterior.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- e) Indica el tiempo medio de espera, de retorno y de respuesta para cada uno de los anteriores apartados.

8. Un sistema dispone de una CPU y dos dispositivos de entrada/salida: un disco y una impresora. Existen tres procesos que para ejecutarse necesitan emplear los distintos recursos del sistema tal y como aparece en esta tabla:

Proceso	Llegada	CPU	Disco	CPU	Impresora	CPU
P_1	0	2	1	1	2	2
P_2	1	3	1	2	1	1
P_3	2	1	2	2	1	2

De modo que, el proceso 1 necesita 2 unidades de tiempo la CPU, a continuación 1 unidad de tiempo el disco, luego 1 u.t. en CPU, luego 2 u.t. en la impresora y termina con 2 u.t. en CPU. El disco y la impresora son recursos que no pueden servir más de una petición a la vez, así que si hay varias tienen que encolarse y se planifican mediante un FCFS en este caso. Si varios procesos llegan a una cola al mismo tiempo, se considera que ha llegado antes el proceso con mayor número.

Utilizando un algoritmo de planificación round-robin con quantum de 2 u.t., rellene el cronograma que se muestra a continuación indicando con D que el proceso está bloqueado esperando disco y con I que está bloqueado esperando impresora. Calcule el tiempo medio de espera y el tiempo medio de retorno.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

9. Tenemos tres procesos con las ráfagas de CPU y E/S indicadas en la tabla. Estamos ejecutándolos en un sistema multiprocesador con 2 CPUs (CPU_0 y CPU_1), y planificación round-robin con quantum de 2 unidades de tiempo. Cuando una CPU se queda disponible, llama al planificador para que le asigne un proceso de la cola de listos. En el caso de que dos procesos lleguen a la cola de listos a la vez, se supone que llega primero el de número menor.

Proceso	CPU	E/S	CPU	E/S	CPU
P1	2	6	3	3	1
P2	2	4	4	2	1
P3	2	3	3	3	2

- a) Dibuje en un diagrama la ejecución de los tres procesos en este sistema, indicando con una L si el proceso está en la cola de listos, con una B si está bloqueado y con una E_n si está en ejecución en ese momento en la CPU n. Si las dos CPUs quedan libres a la vez, se supone que se asignan procesos en el orden CPU_0 y CPU_1 .

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- b) Dibuje en un diagrama la ejecución de los mismos procesos si solamente tenemos una CPU.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

- c) Dibuje en un diagrama la ejecución de los mismos procesos en 1 CPU pero utilizando el algoritmo de planificación “el más corto primero” (SJF) interactivo. Suponga que la estimación inicial de tiempo es 3, 2 y 1 para P_1 , P_2 y P_3 respectivamente, y que el factor alfa es 0,5. En caso de empate escoja el proceso con número menor.

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P_1																									
P_2																									
P_3																									

Soluciones

1. La lista de cronogramas sería la siguiente:

a) Cronograma FCFS:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	E	E	E	B	B	L	L	L	L	E	E														
P2	L	L	L	E	E	E	E	E	B	B	B	B	E												
P3	L	L	L	L	L	L	L	L	E	B	B	B	L	E	E										

Y los tiempos medios de retorno y de espera quedan: $T_r = \frac{11+13+15}{3} = 13$ tics y $T_e = \frac{4+3+9}{3} = 5,33$ tics.

b) Cronograma SJF oráculo:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	L	E	E	E	B	B	E	E																	
P2	L	L	L	L	L	L	L	L	E	E	E	E	E	B	B	B	B	E							
P3	E	B	B	B	E	E																			

Y los tiempos medios de retorno y de espera quedan: $T_r = \frac{8+18+6}{3} = 10,67$ tics y $T_e = \frac{1+8+0}{3} = 3$ tics

c) Cronograma SJF estimación:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	E_4	E_4	E_4	$B_{3,5}$	$B_{3,5}$	$L_{3,5}$	$L_{3,5}$	$L_{3,5}$	$E_{3,5}$	$E_{3,5}$															
P2	L_4	L_4	L_4	E_4	E_4	E_4	E_4	E_4	$B_{4,5}$	$B_{4,5}$	$B_{4,5}$	$B_{4,5}$	$E_{4,5}$												
P3	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	E_4	$B_{2,5}$	$B_{2,5}$	$B_{2,5}$	$E_{2,5}$	$E_{2,5}$									

Donde el subíndice indica la estimación para la siguiente ráfaga de CPU de ese proceso.

Y los tiempos medios de retorno y de espera quedan: $T_r = \frac{10+13+16}{3} = 13$ tics y $T_e = \frac{3+3+10}{3} = 5,33$ tics.

d) Cronograma SRTF oráculo:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	L_3	E_2	E_1	E_0	B_2	B_2	E_1	E_0																	
P2	L_5	L_5	L_5	L_5	L_5	L_5	L_5	L_5	E_4	E_3	E_2	E_1	E_0	B_1	B_1	B_1	B_1	E_0							
P3	E_0	B_2	B_2	B_2	E_1	E_0																			

Donde el subíndice indica la duración de la siguiente ráfaga cuando va con L o con B y el número de tics restantes de la ráfaga actual cuando está en E. Los tiempos medios de retorno y espera coinciden con los del apartado b).

e) Cronograma SRTF con estimación:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	E_3	E_2	E_1	$B_{3,5}$	$B_{3,5}$	$L_{3,5}$	$L_{3,5}$	$L_{3,5}$	$E_{2,5}$	$E_{1,5}$															
P2	L_4	L_4	L_4	E_3	E_2	E_1	E_0	E_0	$B_{4,5}$	$B_{4,5}$	$B_{4,5}$	$B_{4,5}$	$E_{3,5}$												
P3	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	L_4	E_3	$B_{2,5}$	$B_{2,5}$	$B_{2,5}$	$E_{1,5}$	$E_{0,5}$									

Al tener todos la misma estimación inicial, entran en el orden que indica su número de proceso. E_3 indica que tras consumir ese tic de ejecución, aún le quedan 3 tics más a la ráfaga estimada, L_3 y B_3 indican que la estimación para la siguiente ráfaga de CPU de ese proceso es 3 tics de duración. Por ejemplo, en el tic 3, $B_{3,5}$ indica que, como la ráfaga ha durado realmente 3 tics, la nueva estimación para la siguiente ráfaga será de $\alpha \cdot 4 + (1 - \alpha) \cdot 3 = 0,5 \cdot 4 + 0,5 \cdot 3 = \frac{4+3}{2} = 3,5$ tics. En el tic 8, $E_{2,5}$ indica que la estimación para la ráfaga actual es de 3,5 tics, y ya se ha consumido uno, así que se estima que quedan 2,5 para acabar la ráfaga.

Y los tiempos medios de retorno y de espera quedan: $T_r = \frac{10+13+16}{3} = 13$ tics y $T_e = \frac{3+3+10}{3} = 5,33$ tics.

f) Cronograma Round-Robin con quantum de 4 tics:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	E	E	E	B	B	L	L	L	E	E															
P2	L	L	L	E	E	E	E	L	L	L	E	B	B	B	B	E									
P3	L	L	L	L	L	L	L	E	B	B	B	E	E												

Y los tiempos medios de retorno y de espera quedan: $T_r = \frac{10+16+13}{3} = 13$ tics y $T_e = \frac{3+6+7}{3} = 5,33$ tics.

g) Cronograma Round-Robin con quantum de 2 tics:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	E	E	L	L	L	E	B	B	E	E															
P2	L	L	E	E	L	L	E	E	L	L	E	B	B	B	B	E									
P3	L	L	L	L	E	B	B	B	L	L	L	E	E												

En el tic 8 llegan los 3 a la vez a la cola de listos, por tanto entran en el orden de su número de proceso y se selecciona a P_1 para coger la CPU.

Y los tiempos medios de retorno y de espera quedan: $T_r = \frac{10+16+13}{3} = 13$ tics y $T_e = \frac{3+6+7}{3} = 5,33$ tics.

h) Cronograma 2 colas con realimentación:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1	E_0	E_0	L_1	L_1	L_1	E_1	B_0	B_0	E_0	E_0															
P2	L_0	L_0	E_0	E_0	L_1	L_1	E_1	E_1	L_1	L_1	L_1	E_1	B_0	B_0	B_0	B_0	E_0								
P3	L_0	L_0	L_0	L_0	E_0	B_0	B_0	B_0	L_0	L_0	E_0	E_0													

Y los tiempos medios de retorno y de espera quedan: $T_r = \frac{10+18+12}{3} = 13,33$ tics y $T_e = \frac{3+8+6}{3} = 5,67$ tics.

2. La lista de cronogramas sería la siguiente:

a) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

b) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

c) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

d) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

e) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

f) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

g) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

h) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

3. La lista de cronogramas sería la siguiente:

a) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

b) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

c) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

d) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

e) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

f) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

g) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

h) Cronograma:

Tic	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
P1																									
P2																									
P3																									

4. La solución del ejercicio de desarrolla en los siguientes apartados:

a) El cronograma sería el siguiente.

Tic	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
P1	E_0	E_0	B	B	L_1	E_1	E_1	E_1										
P2		L_0	E_0	E_0	L_1	L_1	L_1	L_1	L_1	L_1	E_1	E_1	B	B	B	B	E_0	
P3			L_0	L_0	E_0	B	B	B	E_0	E_0	L_1	L_1	E_1					

El tiempo medio de espera será $(1 + 7 + 4)/3 = 4$ tics, y el tiempo medio de retorno, $(8 + 16 + 11)/3 = 11,67$ tics.

5. a) La solución del ejercicio se desarrolla en los siguientes apartados:

Tic	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
P1	E_1	E_1	L_2	E_2	L_2	L_2	L_2	E_2	B	B	B	L_1	L_1	L_1	E_1			
P2		L_1	E_1	B	B	L_1	E_1	B	B	E_1	L_1	L_1	L_1	E_1	L_2	L_2	L_2	E_2
P3					E_1	E_1	B	B	E_2	L_2	L_2	L_2	L_2	L_2	L_2	E_2	E_2	
P4	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	E_0	E_0	E_0	B	B	B	B	B

b) Tiempo medio de espera: $(7+8+6)/3 = 7$ tics. Tiempo medio de retorno: $(15+17+13)/3 = 45/3 = 15$ tics