

1. Se tiene un sistema con 5 procesos, P0 a P4, y 3 tipos de recursos A, B, y C. El tipo de recurso A puede ser asignado 10 veces, el B 6 veces y el C 2 veces. Supón que en el instante T0 el sistema se encuentra en el siguiente estado que se describe a continuación. ¿Se encuentra el sistema en un estado seguro, inseguro o en interbloqueo?. Justifica la respuesta.

	Asignados			Solicitudes		
	A	B	C	A	B	C
P0	0	0	1	0	0	0
P1	2	0	0	2	2	0
P2	3	3	0	0	0	0
P3	2	1	1	1	0	0
P4	0	2	0	0	2	0

**Solución:** En este instante el vector de recursos disponibles es  $\{3, 0, 0\}$ . Los procesos P0 y P2 pueden devolver sus recursos y por tanto la matriz queda como:

	Asignados			Solicitudes		
	A	B	C	A	B	C
P0	–	–	–	–	–	–
P1	2	0	0	2	2	0
P2	–	–	–	–	–	–
P3	2	1	1	1	0	0
P4	0	2	0	0	2	0

El vector de recursos disponibles queda como  $\{6, 3, 1\}$ . Ahora se disponen de recursos suficientes para cualquier proceso. De esta forma, siguiendo el algoritmo del banquero todos los procesos terminarán marcados. De esta forma se puede determinar que el sistema está en un **estado seguro**.

2. Se tiene un sistema con 5 procesos, P0 a P4, y 3 tipos de recursos A, B, y C. El tipo de recurso A puede ser asignado 9 veces, el B 7 veces y el C 3 veces. Supón que en el instante T0 el sistema se encuentra en el siguiente estado que se describe a continuación. ¿Se encuentra el sistema en un estado seguro, inseguro o en interbloqueo?. Justifica la respuesta.

	Asignados			Solicitudes		
	A	B	C	A	B	C
P0	1	0	1	1	1	1
P1	2	0	0	5	4	2
P2	3	3	0	1	1	0
P3	2	1	1	7	4	2
P4	0	2	0	7	2	2

**Solución:** En este instante el vector de recursos disponibles es  $\{1, 1, 1\}$ . El proceso P0 puede recibir todos sus recursos que en algún momento liberará y tendremos un vector de recursos disponibles  $\{2, 1, 2\}$ . Con ese vector de recursos disponibles se puede atender a las peticiones del proceso P2, que tras usarlos los liberará y tendremos  $\{5, 4, 2\}$ , suficientes para atender al proceso P1 que nos dejará  $\{7, 4, 2\}$  como vector de recursos disponibles. Ahora se podría atender a las peticiones del proceso P4 dejando  $\{7, 6, 2\}$  como vector de recursos disponibles. Con estos recursos se puede atender a las peticiones del P3. Como todos los procesos pueden ser atendidos en una secuencia determinada, el sistema está en un **estado seguro**.

3. En determinado instante, en un sistema se están ejecutando 5 procesos que compiten por 5 recursos y se encuentran en la situación indicada a continuación. Determina si se puede atender una solicitud adicional en

la que el tercer proceso  $P_3$  solicita un recurso del tipo  $R_2$  (los recursos y procesos se enumeran empezando en 1). Describe en cada paso en pocas palabras lo que estás realizando. (E=recursos totales, A=recursos disponibles, C=matriz de asignados, R=matriz de solicitudes)

$$E = \{6 \quad 3 \quad 1 \quad 4 \quad 3\} \quad A = \{3 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1\} \quad R = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 2 \\ 6 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad C = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

¿Se puede asignar el recurso solicitado al proceso solicitado?

4. Sea un conjunto de procesos que realizan peticiones de recursos. Inicialmente se dispone de tres tipos de recursos reutilizables,  $R_0$ ,  $R_1$  y  $R_2$ , y tres procesos  $P_0$ ,  $P_1$  y  $P_2$ . Las peticiones (siempre de sólo una unidad de cada recurso correspondiente) son las siguientes, en orden de solicitud:  $\{1, P_0, R_0\}$ ,  $\{2, P_1, R_0\}$ ,  $\{3, P_2, R_1\}$ ,  $\{4, P_0, R_2\}$ ,  $\{5, P_1, R_1\}$ ,  $\{6, P_0, R_0\}$ ,  $\{7, P_0, R_2\}$ ,  $\{8, P_2, R_0\}$ ,  $\{9, P_2, R_0\}$ ,  $\{10, P_2, R_0\}$ . En esta notación el primer número es el número de la petición, el segundo el proceso solicitante y el tercero el recurso solicitado.

La matriz de solicitudes es:

$$R = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

Y el número total de recursos es:

$$E = \{3 \quad 1 \quad 2\}$$

Las peticiones se van atendiendo de una en una en la medida de lo posible, sin ejecutar ningún algoritmo de predicción. Se dispone de una cola FIFO de procesos bloqueados debido a solicitudes que no se pueden satisfacer. Cuando un proceso obtiene todos los recursos que necesita, se ejecuta y libera los recursos automáticamente.

Indica el orden en el que se atienden las peticiones aquí:

1 — 2 — 3 — 4 — 6 — 7 — 8 — 9 — — —

Y el estado de la cola de bloqueados en cada instante (cada dibujo representa el estado de la cola tras la petición correspondiente, dejar en blanco la cola si no hay ninguna petición en la cola de espera:

**Solución:**



- A. Tras la solicitud 10, ¿ha terminado algún proceso (sí/no)? Indica cuál/es en caso afirmativo.

**Solución:** Sí. Ha terminado el proceso  $P_0$  porque ha recibido todos los recursos que necesitaba.

- B. ¿Ha quedado algún proceso en la cola de bloqueados? Si es así, explica la situación.

**Solución:** Sí. Están bloqueados los procesos  $P_1$  y  $P_2$  porque no hay recursos suficientes ni tan siquiera al principio

- C. ¿Ha quedado algún recurso disponible? Si es así, indica el/los tipo/s y cuántos.

**Solución:** Sí, quedan 2 recursos disponibles del tipo  $R_2$

Como ayuda puedes utilizar las siguientes matrices en blanco:

### Solución:

Petición: **1**       $A = \{2 \ 1 \ 2\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **2**       $A = \{1 \ 1 \ 2\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **3**       $A = \{1 \ 0 \ 2\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **4**       $A = \{1 \ 0 \ 1\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **5**       $A = \{1 \ 0 \ 1\}$

No se puede atender porque no quedan recursos disponibles de tipo  $R_1$ .

Petición: **6**       $A = \{0 \ 0 \ 1\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **7**       $A = \{0 \ 0 \ 0\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{Bmatrix}$

El proceso  $P_0$  tiene todos los recursos y puede terminar y liberarlos

Petición: **7**       $A = \{2 \ 0 \ 2\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} - & - & - \\ 1 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} - & - & - \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **8**       $A = \{1 \ 0 \ 2\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} - & - & - \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} - & - & - \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **9**       $A = \{0 \ 0 \ 2\}$   
 $C = \begin{Bmatrix} - & - & - \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 0 \end{Bmatrix} \quad R = \begin{Bmatrix} - & - & - \\ 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \end{Bmatrix}$

Petición: **10**       $A = \{0 \ 0 \ 2\}$

No se puede atender porque no quedan recursos disponibles de tipo  $R_2$ . Proceso bloqueado a la espera del recurso.

5. A continuación se describe un estado en el que varios procesos tienen ya asignados varios recursos. El vector de recursos disponibles es:  $E = \{7 \ 12 \ 8 \ 8 \ 11 \ 34\}$

La matriz de recursos asignados es:  $\begin{Bmatrix} 2 & 3 & 1 & 0 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 1 & 1 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 5 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 4 & 4 \\ 0 & 2 & 1 & 3 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 6 \end{Bmatrix}$  y la de solicitudes pendientes  $\begin{Bmatrix} 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 5 & 5 & 3 & 2 & 6 & 11 \\ 6 & 5 & 5 & 5 & 7 & 8 \\ 6 & 7 & 5 & 4 & 6 & 9 \\ 3 & 5 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 7 & 5 & 6 & 3 & 6 & 1 \\ 7 & 5 & 6 & 3 & 6 & 23 \end{Bmatrix}$

Determina si el estado del sistema es seguro o inseguro y justifica por qué.

6. En cierto instante un sistema operativo tiene 5 procesos con un conjunto de recursos asignados tal y como se muestra en las tablas adjuntas. En cierto momento los procesos realizan, en el mismo orden en el que se presentan, las siguientes peticiones (E=recursos totales, A=recursos disponibles, C=matriz de asignados, R=matriz de solicitudes y tanto recursos como procesos empiezan numerándose en 1):

1. El proceso  $P_2$  solicita dos unidades del recurso  $R_4$
2. El proceso  $P_1$  solicita una unidad de  $R_3$

3. El proceso  $P_4$  solicita dos unidades de  $R_3$

Determina si se pueden atender las peticiones y en el caso en que no se pueda, qué petición introduce al sistema en un estado inseguro.

$$E=\{5 \quad 3 \quad 3 \quad 5 \quad 3\} \quad A=\{3 \quad 1 \quad 2 \quad 2 \quad 1\} \quad R=\begin{Bmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 2 \\ 5 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \quad C=\begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

**Solución:**

$$A=\{3 \quad 1 \quad 2 \quad 0 \quad 1\}$$

$$C=\begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \quad R=\begin{Bmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 0 & 2 \\ 5 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

**Comentario:**

Se puede atender a  $P_5$  y tras atenderlo  $A=\{5 \quad 1 \quad 2 \quad 0 \quad 1\}$ , tras ello no se puede atender a ninguno de los demás procesos y por tanto el estado es inseguro.

$$A=\{3 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1\}$$

$$C=\begin{Bmatrix} 0 & 0 & 2 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \quad R=\begin{Bmatrix} 2 & 1 & 0 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 0 & 2 \\ 5 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

**Comentario:**

Como el estado anterior era inseguro y no hay liberaciones este estado es inseguro. Mientras no haya liberaciones seguirá en estados inseguros o se interbloqueará. Para la siguiente petición no hay suficientes recursos y por tanto el proceso  $P_4$  se bloquea.

7. En cierto instante un sistema operativo tiene 7 procesos con un conjunto de recursos asignados tal y como se muestra en las tablas adjuntas. (E=recursos totales, A=recursos disponibles, C=matriz de asignados, R=matriz de solicitudes):

Determina paso a paso si el sistema es seguro o inseguro.

$$E=\{5 \quad 4 \quad 3 \quad 6 \quad 5\} \quad A=\{3 \quad 1 \quad 2 \quad 2 \quad 1\} \quad C=\begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \quad R=\begin{Bmatrix} 3 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 5 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ 5 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 5 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{Bmatrix}$$

**Solución:**

$$A=\{5 \quad 1 \quad 2 \quad 2 \quad 1\}$$

$$C=\begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ - & - & - & - & - \end{Bmatrix} \quad R=\begin{Bmatrix} 3 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 5 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ 5 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 5 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ - & - & - & - & - \end{Bmatrix}$$

**Comentario:**

Se podría atender a  $P_7$

$$A=\{5 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 2\}$$

$$C=\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - \end{pmatrix}$$

$$R=\begin{pmatrix} 3 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 5 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ 5 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - \end{pmatrix}$$

**Comentario:**

Se podría atender a  $P_6$

$$A=\{5 \quad 2 \quad 2 \quad 3 \quad 3\}$$

$$C=\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - \end{pmatrix}$$

$$R=\begin{pmatrix} 3 & 3 & 2 & 2 & 3 \\ 5 & 2 & 3 & 2 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ 5 & 3 & 0 & 5 & 2 \\ - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - \end{pmatrix}$$

**Comentario:**

Se podría atender a  $P_5$  pero ya no quedarían suficientes recursos para atender a ningún proceso más. Al no poder encontrar un camino para que todos los procesos terminen entonces el estado es inseguro.

8. Considera la siguiente instantánea del sistema

$$A \text{ (disponible)}=\{2 \quad 1 \quad 0 \quad 0\}$$

$$C \text{ (asignación actual)}=\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 4 \\ 0 & 3 & 3 & 2 \end{pmatrix}$$

$$DM \text{ (demanda máxima)}=\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 \\ 2 & 7 & 5 & 0 \\ 6 & 6 & 5 & 6 \\ 4 & 3 & 5 & 6 \\ 0 & 6 & 5 & 2 \end{pmatrix}$$

A. Calcula la matriz de la demanda restante (aún por solicitar, matriz R)

$$R=\begin{pmatrix} \square & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square \\ \square & \square & \square & \square \end{pmatrix}$$

B. ¿Cuál es el número total de recursos (vector E)?  $E=\{\square\square\square\square\}$

C. ¿Está el sistema en un estado seguro? ¿por qué?

D. ¿Qué procesos, si los hay, están o pueden llegar a estar interbloqueados y por qué?

9. Considerando el siguiente estado de asignación de recursos

$$A \text{ (disponible)}=\{2 \quad 1 \quad 2\} \quad C \text{ (asignación actual)}=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad R \text{ (solicitudes pendientes)}=\begin{pmatrix} 3 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

A. ¿Es seguro el estado de asignación de recursos? Explica por qué.

B. A continuación, llega una solicitud del proceso P1 del recurso R1. ¿Se concedería esta solicitud en un sistema que usa un algoritmo de prevención? Explica por qué.

10. Sea un sistema con tres procesos y cuatro recursos (A, B, C y D). Cada proceso utiliza tres de estos recursos: el primer proceso A, B y C, el segundo B, C y D, y el tercero A, B y D. El primer proceso solicita los recursos en el orden ABC. El segundo en el orden BCD. Analiza cuáles de los posibles órdenes de solicitud de recursos por parte del tercer proceso (o sea, ABD, ADB, BAD, BDA, ...) pueden generar interbloqueo.

11. Imagina un sistema con 7 procesos y 6 tipos de recursos distintos. La siguiente tabla representa los recursos que tiene asignados cada proceso y las solicitudes de recursos que realiza cada proceso. Suponiendo que existe un único recurso de cada tipo, indica si se produce interbloqueo o no, justificando la respuesta.

Proceso	Recursos Asignados	Recursos Solicitados
P1	R1	R2, R6
P2	R2, R3	
P3	R6, R5	
P4	R4	R5, R3
P5		R3, R4
P6		R6
P7		R4

12. En un momento determinado un determinado sistema tiene la configuración de procesos y recursos descrita al final del problema. Es esta descripción la nomenclatura es:  $(P_i, R_j)$  significa que el proceso  $i$  ha solicitado el recurso  $j$  y  $(R_j, P_i)$  significa que el recurso  $j$  ha sido asignado al proceso  $i$ . Teniendo en cuenta que todos los recursos tienen una sola instancia determina si el sistema está en una situación de interbloqueo o no y justifica la respuesta.

$(P1, R1), (R1, P2), (P2, R2), (P2, R6), (P2, R9), (R2, P3), (R9, P9), (P3, R3), (R6, P6), (R7, P7), (P3, R7), (R3, P4), (P4, R6), (P6, R7), (P9, R7), (P9, R8), (R8, P8), (P8, R7), (R5, P6), (P4, R4), (R4, P5), (P5, R5)$  y  $(P5, R8)$

13. En cierto instante un sistema operativo tiene 5 procesos con un conjunto de recursos asignados tal y como se muestra en las tablas adjuntas. En cierto momento los procesos realizan, en el mismo orden en el que se presentan, las siguientes peticiones ( $E$ =recursos totales,  $A$ =recursos disponibles,  $C$ =matriz de asignados,  $R$ =matriz de solicitudes y tanto recursos como procesos empiezan numerándose en 1):

1. El proceso  $P_2$  solicita dos unidades del recurso  $R_4$
2. El proceso  $P_1$  solicita una unidad de  $R_3$
3. El proceso  $P_4$  solicita dos unidades de  $R_3$

Determina si se pueden atender las peticiones y en el caso en que no se pueda, qué petición introduce al sistema en un estado inseguro.

$$E = \{5 \quad 3 \quad 3 \quad 6 \quad 3\} \quad A = \{3 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 1\} \quad R = \begin{Bmatrix} 2 & 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 2 & 2 \\ 5 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \quad C = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

14. En un sistema tenemos múltiples recursos y múltiples procesos. Tras un rato funcionando se han producido las siguientes peticiones y asignaciones de recursos:

$R_6 \rightarrow P_3, R_4 \rightarrow P_3, P_5 \rightarrow R_5, P_2 \rightarrow R_2, P_3 \rightarrow R_1, P_5 \rightarrow R_1, R_1 \rightarrow P_1, R_2 \rightarrow P_3, R_3 \rightarrow P_1, R_5 \rightarrow P_2, P_1 \rightarrow R_4,$

La notación es la siguiente:  $P_i \rightarrow R_j$  indica la solicitud del recurso  $j$  por parte del proceso  $i$  y  $R_i \rightarrow P_j$  es la asignación del recurso  $i$  al proceso  $j$ .

Analiza el sistema indicando si tras estas peticiones y asignaciones se encuentra en una situación de interbloqueo o no. Si lo está indica qué procesos y recursos son los implicados y por qué se produce un interbloqueo. En caso de que no haya interbloqueo justifica por qué no existe interbloqueo.

15. A continuación se describe un estado en el que varios procesos tienen ya asignados varios recursos. El vector de recursos disponibles es:  $E = \{7 \quad 12 \quad 8 \quad 8 \quad 11 \quad 34\}$

La matriz de recursos asignados es:  $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 0 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 0 & 6 \\ 0 & 2 & 1 & 1 & 3 & 4 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 5 \\ 2 & 0 & 1 & 0 & 4 & 4 \\ 0 & 2 & 1 & 3 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 6 \end{pmatrix}$  y la de solicitudes pendientes  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 5 & 5 & 3 & 2 & 6 & 11 \\ 6 & 5 & 5 & 5 & 7 & 8 \\ 6 & 7 & 5 & 4 & 6 & 9 \\ 3 & 5 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 7 & 5 & 6 & 3 & 6 & 1 \\ 7 & 5 & 6 & 3 & 6 & 23 \end{pmatrix}$

Determina si el estado del sistema es seguro o inseguro y justifica por qué.