

Tema 5

Interbloqueo

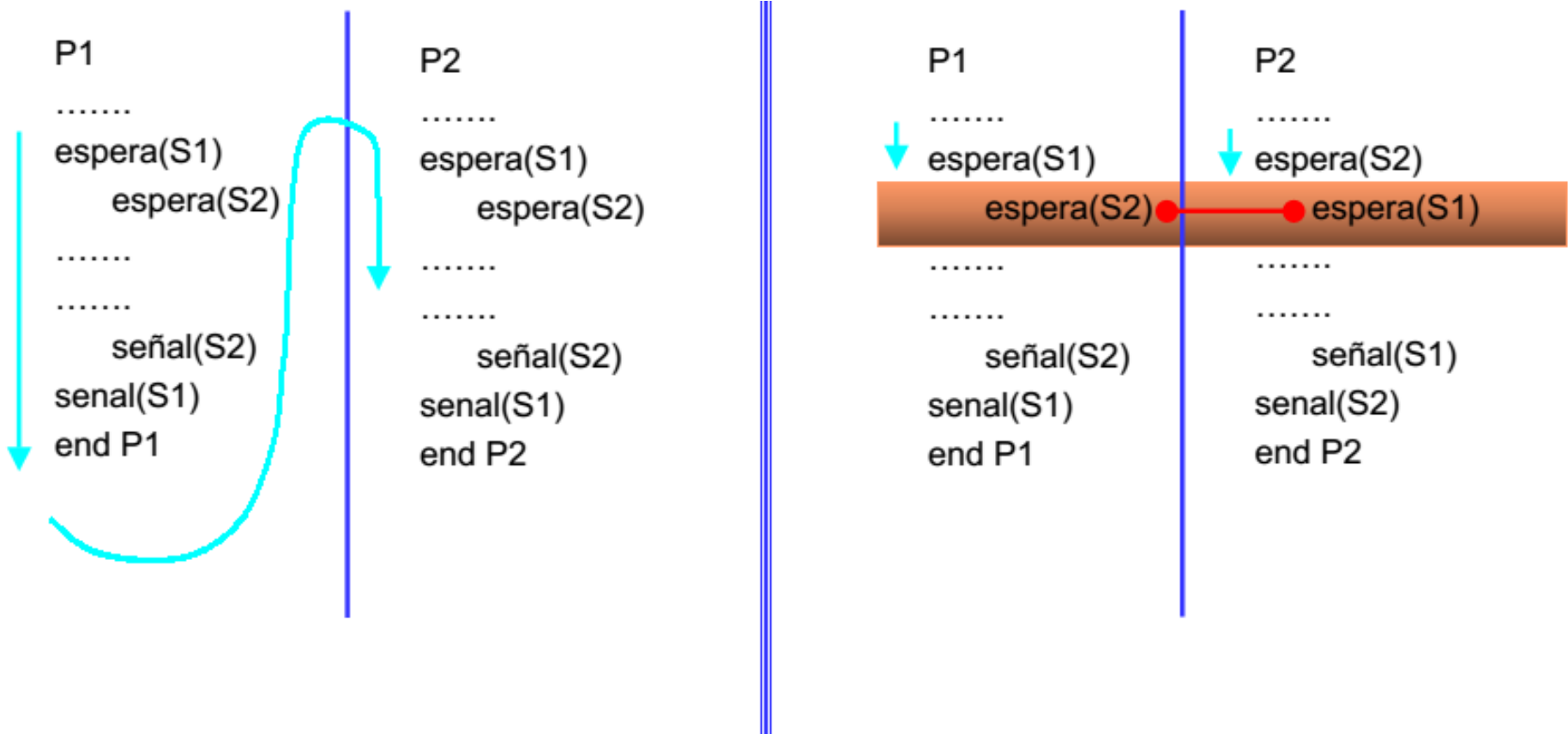
<http://www.mfbarcell.es>

<http://Prof.mfbarcell.es>

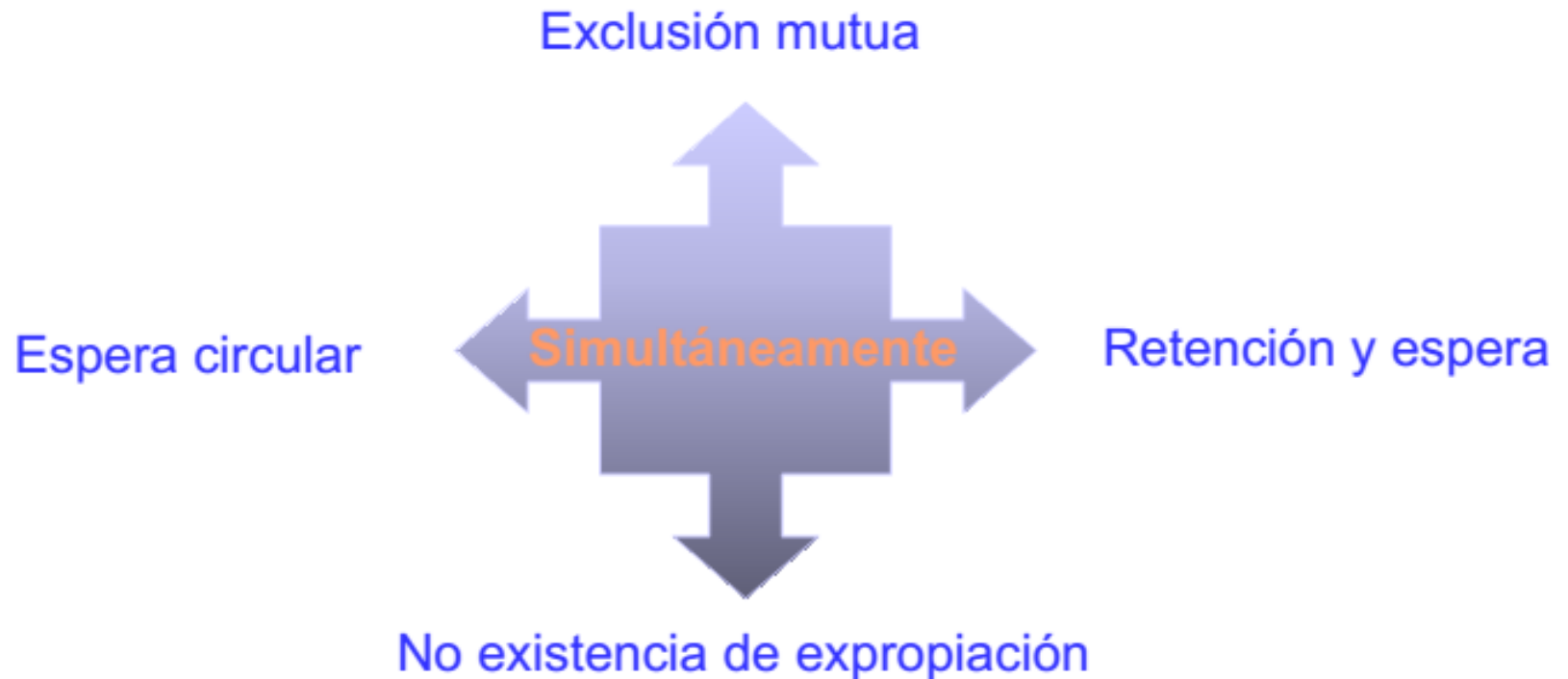
Interbloqueo

- Consiste en que dos o más procesos entran en un estado que imposibilita a cualquiera de ellos salir del estado en que se encuentra
 - A dicha situación se llega porque cada proceso adquiere algún recurso necesario para su operación a la vez que espera a que se liberen otros recursos que retienen otros procesos, llegándose a una situación que hace imposible que ninguno de ellos pueda continuar

Interbloqueo



Caracterización del interbloqueo



Condiciones

- Exclusión mutua.
 - Cada instancia de un recurso solo puede ser asignada a un proceso como máximo.
- Retención y espera.
 - Cada proceso retiene los recursos que le han sido asignado mientras espera por la adquisición de los otros recursos que necesita.
- No existencia de expropiación.
 - Si un proceso posee un recurso, éste no se le puede expropiar.
- Espera circular.
 - Existe una cadena circular de dos o más procesos, de tal forma que cada proceso de la cadena se encuentra esperando por un recurso retenido por el siguiente proceso de la cadena.

Métodos para tratar el interbloqueo

- Prevención de interbloqueos
 - Impedir alguna condición que llevan al interbloqueo
 - Retención y espera:
 - Todos los recursos o ninguno
 - No existencia de expropiación:
 - Que sí se permita expropiación
 - Espera circular:
 - Se ordenan los recursos y se impone que los recursos se pidan en orden ascendente
- Evitación de interbloqueos
 - Cada vez que se va a asignar un recurso se considera el caso de que se produzca un bloqueo.
 - Si se prevé esta posibilidad no se concede
 - Técnica: Algoritmo del banquero (Dijkstra)
- Detectar y recuperar

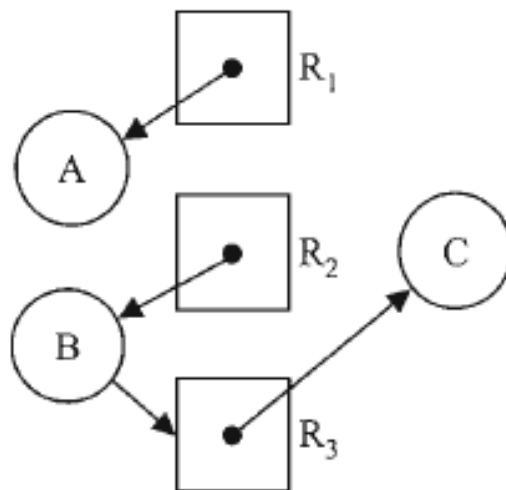


Figura 5.1 – Ejemplo de grafo de asignación de recursos con una sola instancia de cada recurso y sin interbloqueo

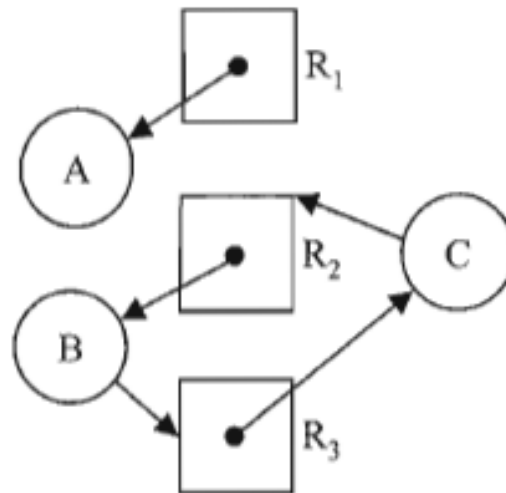


Figura 5.2 – Ejemplo de grafo de asignación de recursos con una sola instancia de cada recurso e interbloqueo

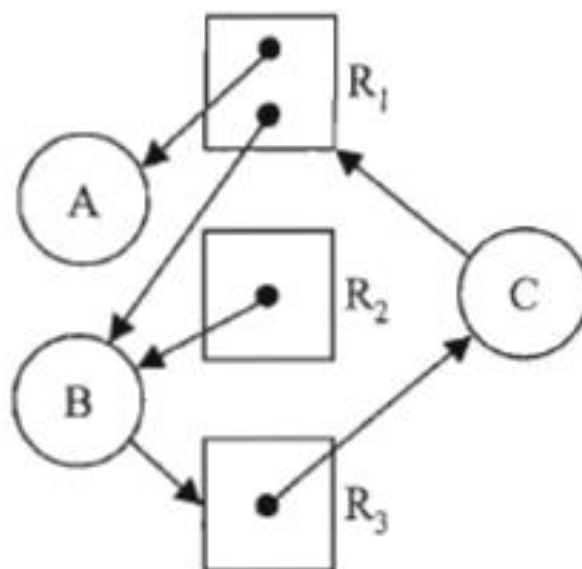


Figura 5.3 – Ejemplo de grafo de asignación de recursos con un ciclo pero sin interbloqueo

Grafos de asignación de recursos

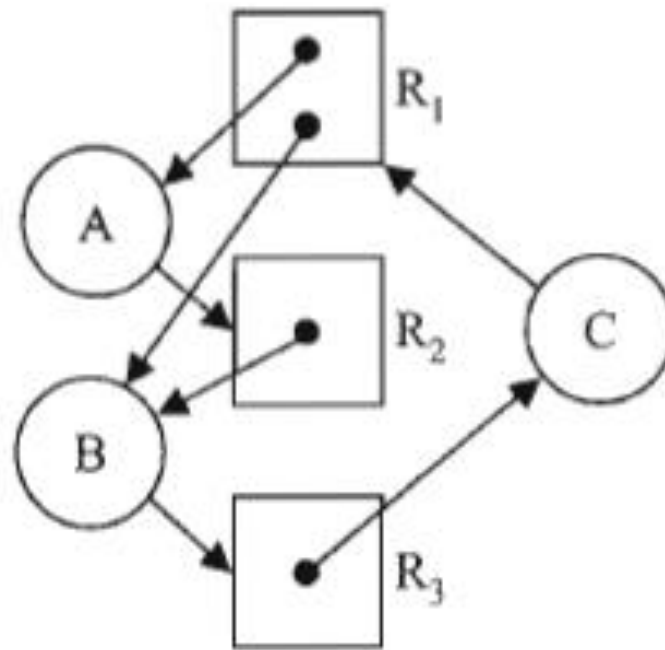


Figura 5.4 – Ejemplo de grafo de asignación de recursos con interbloqueo

Prevención de interbloqueos

- La estrategia de prevención de interbloqueos consiste en eliminar la aparición de alguna de las cuatro condiciones necesarias y suficientes para que se produzca un interbloqueo:
 - Exclusión mutua
 - La condición de exclusión mutua es una condición que no puede eliminarse en recursos compartidos
 - Retención y espera
 - La condición de retención y espera se puede eliminar forzando a que un proceso solicite a la todos los recursos que va a necesitar en su ejecución
 - No existencia de expropiación
 - Se consigue permitiendo que el sistema operativo pueda expropiar a un proceso los recursos que retiene
 - Espera circular
 - Se puede eliminar asignando a cada recurso del sistema un número y forzando a que un proceso solo pueda solicitar los recursos en orden ascendente

Evitación de interbloqueos

- Consiste en conceder a un proceso solamente aquellas peticiones de recursos que tengan garantizado que no conducirán a un estado de interbloqueo.
- Un proceso tiene que especificar por adelantado todos los recursos que va a necesitar para su ejecución.
 - Si los recursos solicitados por un proceso superan el número máximo recursos (asignados o no) del sistema
 - El proceso no es admitido para ser ejecutado.
 - Cuando un proceso comienza su ejecución va solicitando los recursos conforme los va necesitando.
 - Si es disponibles y su concesión no conduce a un estado de interbloqueo entonces se le concede su uso.
 - Caso contrario, el proceso tiene que esperar y se bloquea.

Evitación

El vector \mathbf{R}_E de recursos existentes:

$$\mathbf{R}_E = (R_{E1}, R_{E2}, \dots, R_{Ej}, \dots, R_{Eq})$$

El sistema posee q tipos de recursos distintos. R_{Ej} es el número de ins j .

El vector \mathbf{R}_D de recursos disponibles:

$$\mathbf{R}_D = (R_{D1}, R_{D2}, \dots, R_{Dj}, \dots, R_{Dq})$$

R_{Dj} es el número de instancias disponibles del recurso j .

La matriz \mathbf{N} de recursos máximos necesitados por cada proceso:

$$\mathbf{N} = \begin{pmatrix} N_{11} & N_{12} & \dots & N_{1j} & \dots & N_{1q} \\ \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ N_{i1} & N_{i2} & \dots & N_{ij} & \dots & N_{iq} \\ \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ N_{p1} & N_{p2} & \dots & N_{pj} & \dots & N_{pq} \end{pmatrix}$$

Matriz de recursos asignados

La matriz \mathbf{A} de recursos asignados a cada proceso:

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1j} & \dots & A_{1q} \\ \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ A_{i1} & A_{i2} & \dots & A_{ij} & \dots & A_{iq} \\ \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ A_{p1} & A_{p2} & \dots & A_{pj} & \dots & A_{pq} \end{pmatrix}$$

$$R_{Aj} = \sum_{k=1}^p A_{kj}$$

vector \mathbf{R}_A de instancias de recursos asignadas en total:

$$\mathbf{R}_A = (R_{A1}, R_{A2}, \dots, R_{Aj}, \dots, R_{Aq})$$

Estado seguro

- Un estado se dice que es seguro si posibilita al menos una secuencia de asignación de recursos a los procesos que garantiza que éstos se pueden ejecutar hasta su finalización sin que se produzca interbloqueo incluso aunque los procesos soliciten simultáneamente todos los recursos que van a necesitar

Algoritmo del banquero

- Se permiten las condiciones de exclusión mutua, retención y espera, y de no existencia de expropiación
- Los procesos solicitan el uso exclusivo de los recursos que necesitan
 - Mientras esperan a alguno se les permite mantener los recursos de que disponen sin que se les pueda expropiar
- Los procesos piden los recursos al sistema operativo de uno en uno
- El sistema puede conceder o rechazar cada petición
- Una petición que no conduce a un estado seguro se rechaza y cada petición que conduce a un estado seguro se concede

Proceso	Usados	Posibles Necesarios	Máximos Necesarios
P1	5	0	5
P2	6	0	6
P3	4	0	4

Total disponibles 10

Proceso	Usados	Posibles Necesarios	Máximos Necesarios
P1	2	3	5
P2	1	5	6
P3	3	1	4

Total disponibles 4

Estado seguro

Proceso	Usados	Posibles Necesarios	Máximos Necesarios
P1	3	2	5
P2	4	2	6
P3	2	2	4

Total disponibles 1

Estado no seguro

Supónganse tres tipos de recursos: unidades de disco duro ($j = 1$), impresoras ($j = 2$) y unidades de CD-ROM ($j = 3$). Existen 4 unidades de discos duros, 3 impresoras y 2 unidades de CD-ROM. Considérese que se están ejecutando tres procesos P_1 , P_2 y P_3 . En un determinado instante de tiempo, el estado del sistema en cuanto a la asignación de recursos es:

$$S = \left\{ \mathbf{N} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{R}_E = (4 \ 3 \ 2) \quad \mathbf{R}_D = (1 \ 2 \ 0) \right\}$$

Se desea saber si el estado de asignación de recursos S es seguro. Para ello en primer lugar hay que calcular $\mathbf{N} - \mathbf{A}$:

$$\mathbf{N} - \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$S = \left\{ \mathbf{N} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 3 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{R}_E = (4 \ 3 \ 2) \quad \mathbf{R}_D = (1 \ 2 \ 0) \right\}$$

$$\mathbf{N} - \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

A continuación simplemente hay que comprobar si existe alguna fila i de $\mathbf{N} - \mathbf{A}$, es decir, algún proceso P_i que cumpla la condición:

$$(\mathbf{N}_i - \mathbf{A}_i) \leq \mathbf{R}_D \quad i = 1, 2, 3$$

La primera fila asociada al proceso P_1 no cumple la condición:

$$(2 \ 1 \ 0) \leq (1 \ 2 \ 0)$$

La segunda fila asociada al proceso P_2 no cumple la condición:

$$(1 \ 2 \ 2) \leq (1 \ 2 \ 0)$$

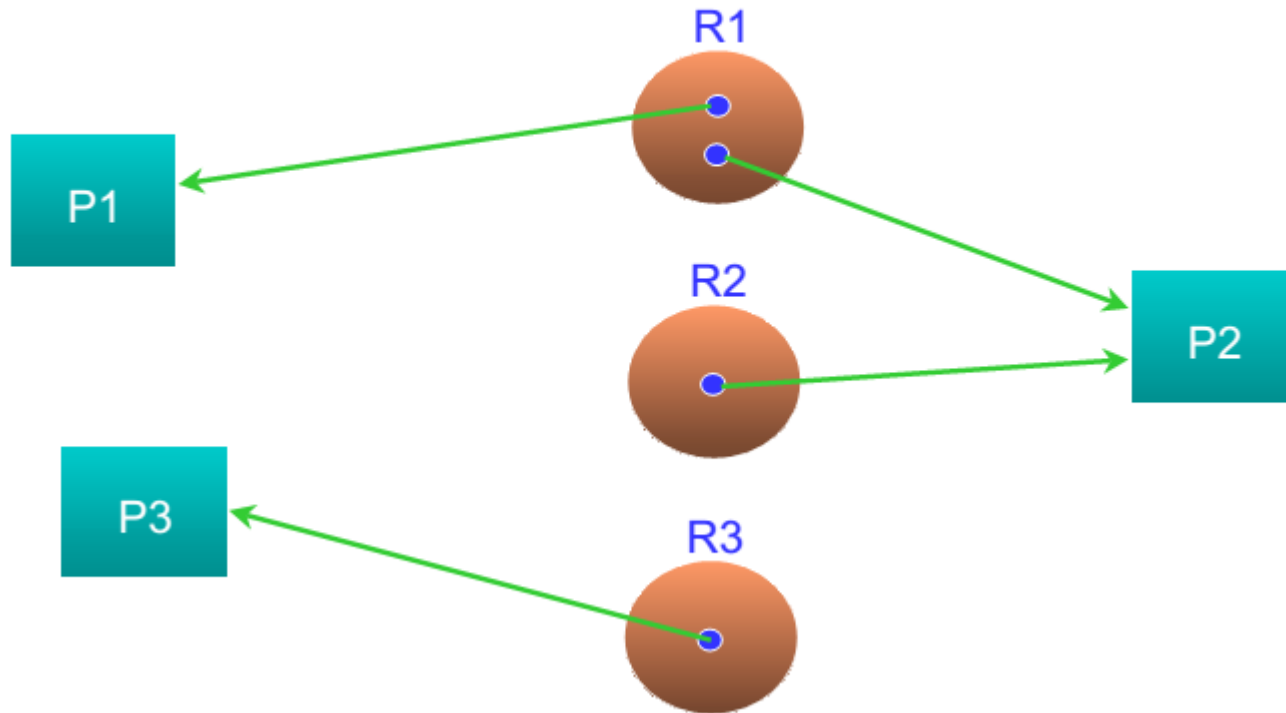
La tercera fila asociada al proceso P_3 tampoco cumple la condición:

$$(0 \ 1 \ 1) \leq (1 \ 2 \ 0)$$

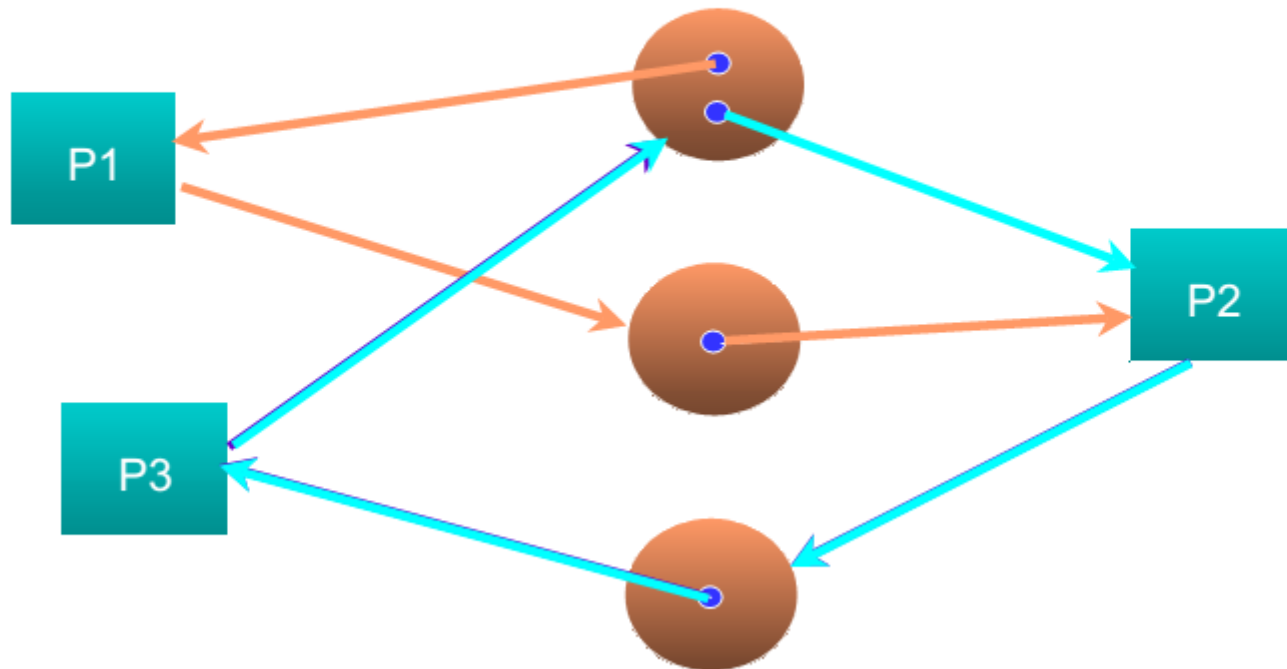
Detección de interbloqueos

- Se utiliza en los sistemas en los que se permite que se produzca el interbloqueo o que no se comprueba las condiciones del mismo
- Es necesario conservar la información sobre peticiones y asignaciones de los recursos a los procesos
- Se utilizan algoritmos de detección y recuperación

Grafo de asignación de recursos



Interbloqueo: la existencia de un ciclo en el que no hay ningún camino que salga de alguno de los nodos que lo forman que a su vez no sea ciclo



Dos ciclos: (R1,P1,R2,P2,R3,P3,R1) y (R1,P2,R3,P3,R1)

Detección y recuperación

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} & \dots & M_{1j} & \dots & M_{1q} \\ \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ M_{i1} & M_{i2} & \dots & M_{ij} & \dots & M_{iq} \\ \vdots & & & \vdots & & \vdots \\ M_{p1} & M_{p2} & \dots & M_{pj} & \dots & M_{pq} \end{pmatrix} \quad (5.16)$$

Esta matriz tiene p filas, una asociada a cada proceso existente en el sistema. Además posee q columnas, una por cada tipo de recurso existente. Por lo tanto el elemento M_{ij} es el número de instancias de recurso j necesitadas por el proceso i adicionalmente de las que ya posee.

1. Se marca cada proceso que tenga una fila i ($i = 1, 2, \dots, p$) de la matriz de asignación \mathbf{A} igual a cero ya que dicho proceso no retiene ningún recurso y en consecuencia no puede producir interbloqueo.
2. Se realiza la asignación $\mathbf{X} = \mathbf{R}_D$ donde \mathbf{X} es un vector auxiliar.
3. Para cada i no marcado se comprueba la condición $\mathbf{M}_i \leq \mathbf{X}$ donde \mathbf{M}_i es la fila i de la matriz \mathbf{M} .
4. Si no existe ningún i que cumpla la condición, entonces el algoritmo finaliza. Si existe algún i que cumpla la condición, entonces se marca el proceso, se realiza la suma vectorial $\mathbf{X} = \mathbf{X} + \mathbf{A}_i$ y se vuelve al paso 3.

Recuperación del interbloqueo

- Se suelen tomar dos opciones:
 - Reiniciar uno o mas de los procesos bloqueados
- Expropiar los recursos de algunos de los procesos bloqueados hasta que se consiga salir del interbloqueo
- Para reiniciar hay que tener en cuenta:
 - La prioridad del proceso
 - El tiempo de procesamiento utilizado y el que resta
 - El tipo y número de recursos que dispone
 - El número de recursos que necesita para finalizar
 - El número de otros procesos que se verían involucrados con su reiniciación

Otras estrategias

- Estrategias mixtas
 - Para distintos recursos, distintas estrategias
- Ignorar los interbloqueos