

**3. Conteste razonadamente a los siguientes apartados:**

- a) (1 p) Enumere y explique las condiciones que se deben cumplir de forma simultánea para que se de una situación de interbloqueo.
- b) (0.5 p) ¿Qué condiciones de las enumeradas en el apartado anterior pueden ser detectadas utilizando un grafo de asignación de recursos?
- c) (0.5 p) Explique como se detectan interbloqueos en un grafo de asignación de recursos.

**Solución:**

a) Para que se de una situación de interbloqueo se deben cumplir de forma simultánea las cuatro condiciones siguientes:

- *Exclusión mutua.* Los procesos utilizan de forma exclusiva los recursos que han adquirido. Si otro proceso pide el recurso debe esperar a que este sea liberado.
- *Retención y espera.* Los procesos retienen los recursos que han adquirido mientras esperan para adquirir otros recursos que están siendo retenidos por otros procesos.
- *No existencia de expropiación.* Los recursos no se pueden quitar a los procesos que los tienen; su liberación se produce voluntariamente una vez que los procesos han finalizado su tarea con ellos.
- *Espera circular.* Existe una cadena circular de procesos en la que cada uno retiene al menos un recurso que se solicita por el siguiente proceso de la cadena.

b) *Un grafo de asignación de recursos* es un grafo dirigido que indica las asignaciones de los recursos a los procesos y las peticiones que éstos realizan. Los nodos del grafo son procesos y recursos y cada arco conecta el nodo de un proceso con el nodo de un recurso.

En un grafo de asignación de recursos de las cuatro condiciones que se deben cumplir para que se produzca interbloqueo puede detectarse visualmente (o usando algún algoritmo de análisis de grafos) la condición de espera circular y de retención y espera. Cuando se usa un grafo de asignación de recursos para detectar interbloqueos se presupone que las otras dos condiciones (exclusión mutua y no existencia de expropiación) ya se cumplen, estas condiciones quedan fijadas por el sistema operativo.

c) En un grafo de asignación de recursos los interbloqueos se detectan siguiendo las siguientes reglas:

- Si el grafo no contiene ningún ciclo no hay ningún proceso que esté bloqueado, pero si lo contiene puede existir un interbloqueo.
- Si sólo hay un elemento por cada tipo de recurso la existencia de un ciclo es una condición necesaria y suficiente para que haya un interbloqueo.
- Si cada tipo de recurso tiene varios elementos, entonces la condición de existencia de un ciclo es necesaria pero no es suficiente para asegurar que existe un interbloqueo. En este caso una condición suficiente es 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.