

**Normas de realización:**

- Incluir el nombre en todas las hojas utilizadas
- Todas las respuestas han de ser correctamente detalladas y razonadas.
- Las respuestas deben estar escritas con bolígrafo negro o azul

✓ **Pregunta 1** (1 pto). Explica brevemente cuáles son los tipos de paralelismo que podemos encontrar en un sistema informático

**Pregunta 2** (0,5 ptos). ¿Existe alguna diferencia entre el acceso a memoria concurrente y el acceso simultáneo en una máquina vectorial? Si es así, explícala muy brevemente.

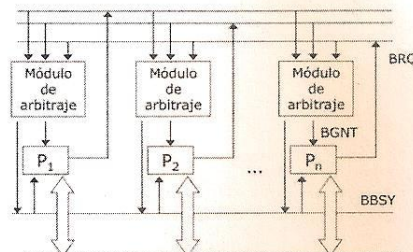
✓ **Pregunta 3** (1 pto). ¿Cuáles son las similitudes y las diferencias entre el buffer de renombrado y el buffer de reorden?

✓ **Pregunta 4** (1 pto). Explica en qué consiste el procesamiento especulativo de los saltos

✓ **Pregunta 5** (1 pto)

- Defina y enumere las diferencias entre proceso y una hebra. (0,25 puntos)
- ¿Hablando de paralelismo, qué tipo de computador paralelo está asociado a cada uno de estos dos conceptos? ¿Por qué? (0,5 puntos)
- ¿Puede paralelizar una aplicación usando al mismo tiempo distintos procesos y distintas hebras? Indique, si es el caso, un ejemplo real de arquitectura que dé soporte a estos niveles de paralelismo. (0,25 puntos)

✓ **Pregunta 6** (0,5 ptos). La imagen de la figura indica un tipo de arbitraje para un cierto tipo de redes de interconexión.



- ¿De qué tipo de redes se trata? ¿la prioridad es estática o dinámica? ¿por qué? (0.25 puntos)
- Explique pormenorizadamente la función de cada una de las señales. (0.25 puntos).

✓ **Pregunta 7** (0,75 ptos). Deduzca el diámetro de una red directa de tipo árbol binario balanceado con 511 nodos. *0-10-1*

✓ **Pregunta 8** (1,25 ptos). ¿Qué tipo de operaciones del procesador o transiciones del bus hacen falta para pasar directamente (en un sólo salto o transición) del estado M al estado E en el protocolo MESI? Si es el caso, ponga un ejemplo.

✓ **Pregunta 9** (1,5 ptos). Calcula el tiempo que tarda en transmitirse un paquete formado por 34 bytes (30 bytes de datos + 4 bytes de cabecera) en un toro 4D de 65536 nodos desde el nodo 215 hasta el nodo 5063. El tiempo de enrutamiento es 14ms y el tiempo de transmisión entre nodos es de 300 bytes/s. Compara los tiempos que se obtienen utilizando una estrategia "wormhole" frente a una estrategia "store and forward". *0-10-1*

**Pregunta 10** (1,5 pts). Una máquina SMP de 4 procesadores utiliza el protocolo MESI para controlar la coherencia de los datos en las cachés. Los bloques de caché son de 2 palabras y el procesador P4 no tienen caché. La política de reemplazo de caché es aleatoria. Las cachés tienen solamente 2 bloques. En un momento dado, los procesadores ejecutan las siguientes referencias: P1:WRITE\_2(18); P2:READ\_2; P3:WRITE\_8(5); P4:WRITE\_3(-2); P1:READ\_4 (direcciones de memoria en base 10). WRITE\_M(N) significa que escribe el valor N en la dirección M. El contenido inicial de las posiciones de memoria y el contenido de las cachés es el siguiente:

Cachés

P1			P2			P3		
Dir.	Dato	Estado	Dir.	Dato	Estado	Dir.	Dato	Estado
1	12	M	7	-2	S	1	0	I
2	6		8	5		2	6	
7	-2	S	3	-1	E	7	-2	S
8	5		4	0		8	5	

Memoria

Dir	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dato	0	6	-1	0	16	1	-2	5	0	-3

Indique esquemáticamente por cada acceso y para cada procesador como cambian las cachés y la memoria principal. Indicar, además, si se produce un fallo de caché, el tipo y las variaciones de estado de los bloques (explicando el motivo).

El Procesador 1 quiere escribir en la dir 2 el dato 18. Acierto.

P1		
Dir.	Dato	Estado
1	12	M
2	18	M
7	-2	S
8	5	S

El procesador 2 quiere leer la dirección 2. Fallo de lectura. Pero no está en memoria la caché de P2, pero sí en la de 1 y 3 y en MP.

P2@4 (S) → Bus rd/bus rd(s)  
P1@2 (M) → Bus rd/flush

P2		
Dir	Dato	Estado
2	6	S
8	5	S
3	-1	E
4	0	E

P1		
Dir	Dato	Estado
2	6	S

Continúa en Paq



# 1.

Explica brevemente cuáles son los tipos de paralelismo que podemos encontrar en un sistema informático

## Paralelismo funcional

Se obtiene a través de la reorganización lógica de una aplicación. Varias funciones, tareas, instrucciones (iguales o distintas) se ejecutan en paralelo. Existen diferentes niveles de paralelismo funcional según las estructuras en que se reorganicen:

- Nivel de instrucción (ILP). Granulidad fina. Se paralelizan instrucciones
- Nivel de bucle o hebra (Thread). Granulidad fina/media. Se paralelizan iteraciones de un bucle o secuencias de instrucciones
- Nivel de procedimiento (Proceso). Granulidad media. Se paralelizan los procedimientos que constituyen el programa
- Nivel de programa. Granulidad gruesa. Se paralelizan distintos programas que pueden pertenecer (o no) a la aplicación

## Paralelismo de datos

La misma función, instrucción se ejecuta en paralelo, pero en cada una de esas ejecuciones se aplica sobre un conjunto de datos distinto. Está relacionado con operaciones realizadas sobre grandes volúmenes de datos independientes entre sí. Implícito en operaciones de datos de tipo vector o matriz.

## Paralelismo implícito

Paralelismo presente (aunque puede no estar ejecutándose de forma paralela) debido a la propia estructura de los datos (vectores) o de la aplicación (bucles).

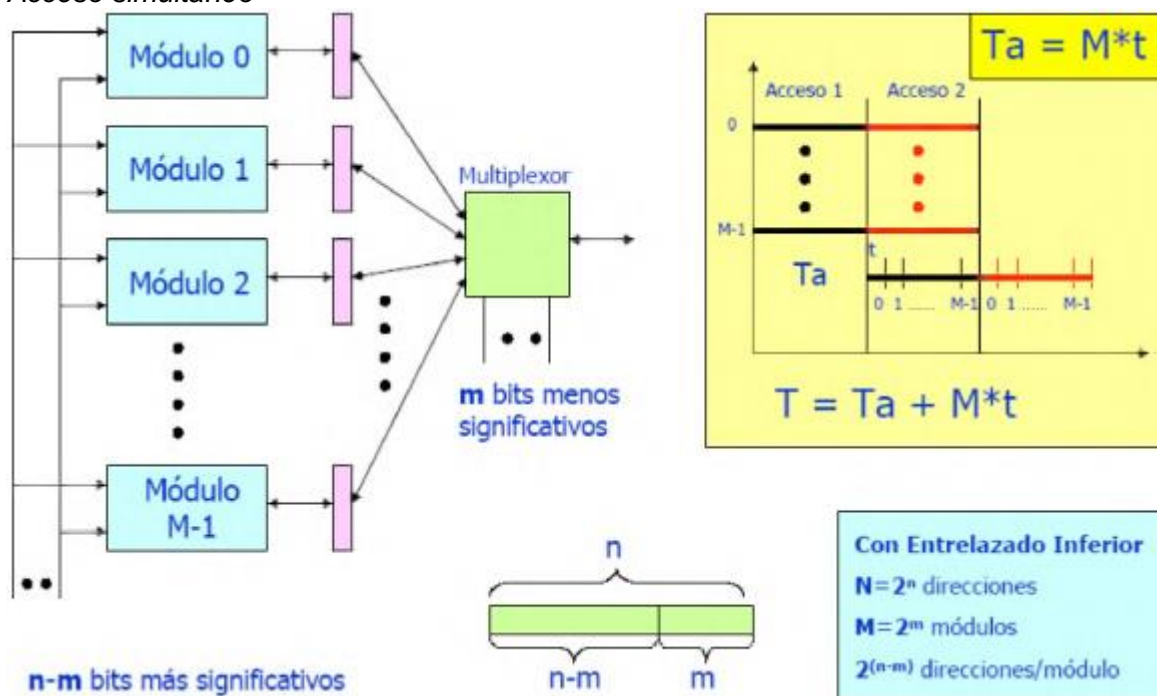
## Paralelismo explícito

Paralelismo no presente de forma inherente en las estructuras de programación y que se debe indicar expresamente.

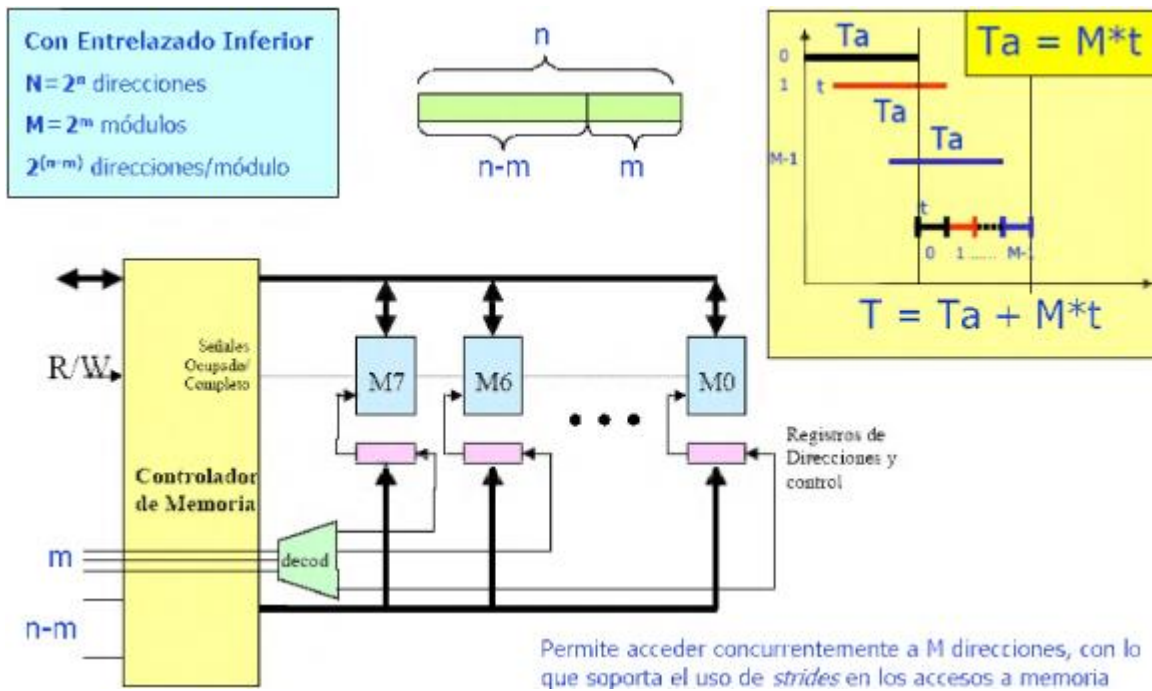
# 2.

¿Existe alguna diferencia entre el acceso a memoria concurrente y el acceso simultáneo en una máquina vectorial? Si es así, explícala muy brevemente.

## Acceso simultáneo



Acceso concurrente



### 3.

¿Cuáles son las similitudes y diferencias entre el buffer de renombrado y el buffer de reorden?

#### Similitudes

En los procesadores con finalización desordenada, se pueden producir riesgos de dependencias WAR o WAW (Write After Read o Write After Write), y para minimizar el impacto que provocarían en la ejecución del programa haremos uso del renombrado de registros y reorden de los mismos, y dentro de ellos existen dos tipos:

- Implementación Dinámica: Se realizan durante la ejecución y requieren circuitería adicional
- Implementación Estática: Se realiza durante la compilación

#### Diferencias

### 4.

Explica en qué consiste el procesamiento especulativo de los saltos

Una manera de gestionar los saltos condicionales no resueltos (Una condición de salto no se puede comprobar hasta que se ha evaluado) es mediante el procesamiento especulativo. Mediante esta técnica la ejecución prosigue por el camino más probable (se especula sobre las instrucciones que se ejecutarán), Si te ha errado en la ejecución hay que recuperar el camino correcto. Esta gestión de los saltos condicionales es típica en los procesadores superescalares actuales.

### 5.

a) Defina y enumere las diferencias entre proceso y una hebra

b) Hablando de paralelismo ¿Qué tipo de computador paralelo está asociado a cada uno de estos 2 conceptos? ¿Por qué?

c) ¿Puede paralelizar una aplicación usando al mismo tiempo distintos procesos y distintas hebras? Indique, si es el caso, un ejemplo real de arquitectura que dé soporte a estos niveles de paralelismo

a)

En la asignación de tareas, normalmente se asignan iteraciones de un ciclo a hebras y funciones a procesos.

Los procesos son independientes, tienen un espacio de direcciones virtuales propio, llevan bastante información de estados, e interactúan sólo a través de mecanismos de comunicación dados por el sistema.

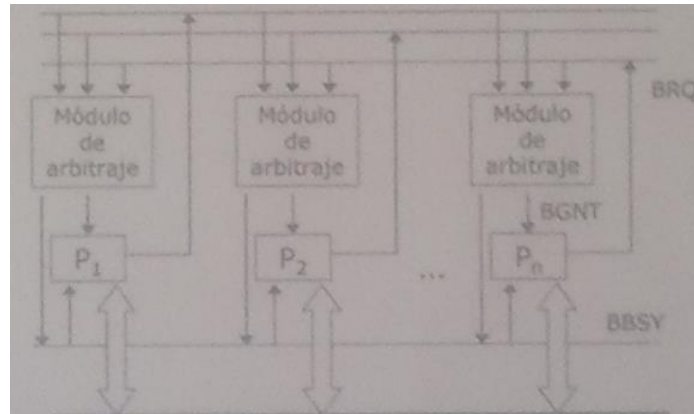
Los hilos generalmente comparten otros direcciones virtuales de forma directa.

Se tarda mucho menos tiempo en crear un hilo nuevo en un proceso existente que en crear un proceso.  
 Se tarda mucho menos en terminar un hilo que un proceso, ya que cuando se elimina un proceso se debe eliminar el BCP1 del mismo, mientras que un hilo se elimina su contexto y pila.  
 Se tarda mucho menos tiempo en cambiar entre dos hilos de un mismo proceso.  
 Los hilos aumentan la eficiencia de la comunicación entre programas en ejecución.

b)

## 6.

La imagen de la figura indica un tipo de arbitraje para un cierto tipo de redes de interconexión.



a) ¿De qué tipo de redes se trata? ¿La prioridad es estática o dinámica? ¿Por qué?

Autoarbitraje (distribuido-paralelo). Prioridad estática. BRQ individual, BGNT individual y BBSY común

b) Explique pormenorizadamente la función de cada una de las señales.

## 7.

Deduzca el diámetro de una red directa de tipo árbol binario balanceado con 511 nodos

$$d = 2 (k - 1)$$

\*(k = niveles del árbol)

$$\begin{aligned} N &= 2^k - 1 \Rightarrow \\ 511 &= 2^k - 1 \Rightarrow \\ \log_2 512 &= k \Rightarrow \\ 9 &= k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= 2 (9 - 1) \Rightarrow \\ d &= 18 \end{aligned}$$

## 8.

¿Qué tipo de operaciones del procesador o transiciones del bus hacen falta para pasar directamente (en un sólo salto o transición) del estado M al estado E en el protocolo MESI? Si es el caso, ponga un ejemplo

Calcula el tiempo que tarda en transmitirse un paquete formado por 34 bytes (30 bytes de datos + 4 bytes de cabecera) en un toro 4D de 65536 nodos desde el nodo 215 hasta el nodo 5063. El tiempo de enrutamiento es 14 ms y el tiempo de transmisión entre nodos es de 300 bytes/s. Compara los tiempos que se obtienen utilizando una estrategia “wormhole” frente a una estrategia “store and forward”