

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 (1,5 pts). Contesta a las siguientes preguntas:

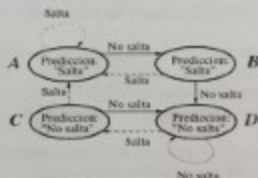
- ✎ (0,5 pts) Explica para qué sirve un buffer de reorden y en qué estados pueden estar las instrucciones que se almacenen en este buffer.
- b) (1 pts) Explica cómo se realiza el encaminamiento en una red tipo mariposa (no hace falta dibujarla).

✎ **Pregunta 2** (2 pts). Una empresa ha adquirido un supercomputador formado por 4096 nodos conectados mediante una red toro 3D cuyos enlaces tienen una velocidad de 2Gbit/s. Para terminar de analizar el rendimiento del supercomputador se desea saber cuánto tardará un paquete formado por 30 bytes (incluyendo la cabecera) que se envía desde el nodo 105 al nodo 4000. El tiempo de enrutamiento es de 20 ns. Calcula los tiempos de envío utilizando "wormhole" y comparando entre dos configuraciones diferentes, una en la que hay buffers tanto en la entrada como en la salida de los conmutadores y otra en la que solo hay buffers a la entrada de los conmutadores. Nota: la cabecera del paquete está formada por 2 bytes.

506 bits

Pregunta 3 (1 pts) Explica la diferencia entre una BTB con historia de saltos y sin ella.

✎ **Pregunta 4** (8 pts) Suponer un computador superescalador que dispone un buffer de reorden, que permite resolver los riesgos WAR y WAW, y una ventana de instrucciones con un número de entradas suficiente. El procesador es capaz de decodificar, emitir y completar 3 instrucciones por ciclo. Además, la emisión de las instrucciones puede ser desordenada y dispone de unidad de adelantamiento. Para las tareas de ejecución, se dispone de las siguientes unidades segmentadas: 2 FP mul/div (4c), 2 FP add (3c), 1 ALU int (1) y 2 load/store (3). Finalmente, se dispone de un predictor de saltos dinámico que utiliza BTB de 4 entradas y 2 bits de predicción. Cuando se añade una nueva entrada en el BTB, su primera predicción siempre sería de estado A (salto efectivo).



En el computador se ejecuta el siguiente fragmento de programa:

```
r1 almacena la dirección de a
r2 almacena la dirección de b
addi r3,r1,#80 ; condición de final
addi r1,r1,#8 ; inicialización de los índices
addi r2,r2,#8 ;
addi r5,r1,#3 ;
ld f0,coef ; cargar coeficiente
loop: ld f2,-8(r1) ; cargar a[i-1]
ld f4,0(r1) ; cargar a[i]
beqz r5, fin
muld f8,f2,f0 ; a[i-1]*coef
divd f9,f2,f0 ;
addd f4,f8,f4 ; a[i-1]*coef + a[i]
ad 0(r2),f4 ; almacenar b[i]
```

$f_1 = 0$ $f_2 = 100$

```

addi r1,r1,#8 ; incrementar indice
addi r2,r2,#8
subi r5,r5,#1
jlt r4,r1,r3
bnez r4,loop
fin: subd f2,f1, f3

```

- a) (1,5 pts) Planificar las instrucciones utilizando una tabla como la siguiente hasta la primera iteración del bucle (sin realizar el salto). Suponer que inicialmente $r1=0$ y $r2=100$

Inst	IF	ID/ISS	EX	ROB	WB	Comentario

- b) (0,5 pts) Realizar una traza de ejecución del código, mostrando el contenido de la BTB, (BTB inicialmente vacía) para todas las iteraciones del bucle.

Dir salto	Dir destino	Bits predicción

- c) (0,25 pts) ¿Existe alguna penalización en la ejecución del código? Si es así, indica con qué instrucción y cuándo
 (0,25 pts) Determinar el número de ciclos que tardaría en ejecutarse el código

Pregunta 5 (1,75 puntos)

Dos ingenieros informáticos (ingA e ingB) han paralelizado una cierta aplicación para mejorar su ejecución en un multicomputador.

Ambos han concluido que el 25% del tiempo de ejecución secuencial total no puede paralelizar. El resto sí que se ha podido paralelizar. La parte paralelizable se ha podido dividir en 3 grupos de tareas, de las cuales un 25% de ésta (grupo 1) se puede paralelizar sólo en 3 (ingA) o 5 (ingB) nodos, otro 25% en 2 (ingA) o 6 (ingB) nodos (grupo 2), y el último 25% en cualquier número de nodos (grupo 3).

El tiempo de sobrecarga debido a la red varía en función del grupo de tareas que se trate:

Grupo 1: $t_{sobrecarga}(p) = 0,05 \cdot p$

Grupo 2: $t_{sobrecarga}(p) = 0,025 \cdot p^2$

Grupo 3: $t_{sobrecarga}(p) = 0,01 + 0,25 \cdot p$

Nota: Cada grupo de tareas debe mantener el orden de precedencia y dentro de cada grupo las tareas son independientes entre sí.

Se pide:

- a) Ganancia en velocidad máxima con un multicomputador de 3 nodos y otro de 4.

(1 pto)

- b) Ganancia máxima teórica si la sobrecarga es nula. ¿Qué % de ganancia en velocidad se pierde como consecuencia de tener $t_{sobrecarga}(p)$ no nula? (0,25)

- c) ¿Qué ~~acno~~ es más eficiente? (0,5 puntos)

~~multicomputador~~

Pregunta 6 (1,25 puntos):

Dado un cierto multiprocesador equipado con un sistema de caché que implementa el protocolo MESI para mantener la coherencia entre sus cachés, explique pormenorizadamente todos los casos en los que una determinada línea de caché puede salir del estado I. Nota: Analice las operaciones de los procesadores involucrados, señale que se han de enviar o leer del bus, transiciones que se dan, el porqué se dan, etc.