

Normas de realización:

- Incluir el nombre y el NIF/NIE 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.
- Recuadre en su caso los resultados de los ejercicios

Pregunta 1 (1.25 pts) Contesta a las siguientes preguntas:

- (0.75 pto) Explica brevemente las técnicas que conoces para solventar los riesgos de dependencia de datos en las máquinas superescalares.
- (0.5 pts) Explica brevemente las estructuras que conoces para gestionar los saltos

Pregunta 2 (2.5 pts) Suponer un computador superescalar 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 y la finalización de las instrucciones puede ser desordenada pero no dispone de unidad de adelantamiento. Para las tareas de ejecución, se dispone de las siguientes unidades segmentadas: 3 FP mul/div (6c), 3 FP add (3c), 3 ALU int (1) y 3 load/store (7). 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).



Figura 1: Ejercicio 2

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 ; condicion de final
addi r1,r1,#8 ; inicialización de los indices
addi r2,r2,#8 ;
addi r5,r1,#3;
loop: ld f0,coef ; cargar coeficiente
      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 ;
      muldd f9,f2,f0 ;
      addd f4,f8,f4 ; a[i-1]*coef + a[i]
      sd 0(r2),f4 ; almacenar b[i]
      addi r1,r1,#8 ; incrementar indices
      addi r2,r2,#8
      subi r5,r5,#1
      slt r4,r1,r3
      bnez r4,loop
```

- (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

- (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

- (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 suponiendo que la instrucción de salto se puede detectar en IF

Pregunta 3 (1.25 pto) Suponer que un computador SMP de 4 procesadores utiliza el protocolo MESI para controlar la coherencia de datos en las cachés. Los bloques de cachés son de 2 palabras. La política de reemplazo de caché es LRU (least recently used). Las cachés tienen solamente 2 bloques. En un momento dado, los procesadores ejecutan las siguientes referencias: P1:READ_2 P2:WRITE_2(8) P1:READ_2 P3:WRITE_8(5) P4:WRITE_8(3) P1:READ_8 (WRITE_M(N) significa escribe el valor N en la posición M). El contenido inicial es el siguiente

Cachés

P1			P2			P3			P4		
1	0	M	7	5	M	7	6	I	5	9	E
2	-6		8	6		8	4		6	10	
3		M	1	0	I	3		I	1	0	I
4			2	-6		4			2	-6	

Memoria

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

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

Pregunta 4 (2 ptos)

- a) (1.0 pto) Se pretende comparar dos redes de computadores de distinta topología, concretamente una malla 3D con un toro 2D. Siendo el resto de parámetros de sendas redes idéntico, ¿a partir de qué número de procesadores es mejor el ancho de banda de la bisección en un caso que en el otro?
- b) (0.75 ptos) Suponga que dispone de un multicomputador cuya red de interconexión es una red hipercubo 4-dimensional. En ella se está ejecutando una aplicación paralela que realiza comunicaciones con los nodos vecinos siguiendo el siguiente esquema de probabilidad:
comunica con nodos adyacentes con probabilidad de 0.5, con nodos a distancia 2 con 0.3 y con nodos a distancia 3, 0.2. Es decir: $P(\text{distancia}=1) = 0.5$, $P(\text{distancia}=2) = 0.3$, $P(\text{distancia}=3) = 0.2$.
¿Cuál es la distancia media de la aplicación?
- c) (0.25 ptos) ¿Cuál es la diferencia entre procesamiento distribuido y paralelo? Ponga ejemplos.

Pregunta 5 (3 ptos)

La figura siguiente representa el grafo de dependencias entre tareas para una cierta aplicación. Cada nodo representa una tarea en la que se especifica la fracción de tiempo de ejecución secuencial que la aplicación tarda en ejecutarla. Suponiendo un tiempo de ejecución secuencial de 100 segundos, que las tareas no se pueden dividir en otras de menor granularidad y que el tiempo de comunicación es despreciable obtenga: (1) el **mejor** tiempo de ejecución en paralelo, (2) la **mejor** ganancia en velocidad, (3) eficiencia de la ejecución paralela si dispone de:

- a) 4 nodos
b) 2 nodos

Importante: Razone y explique cada paso de su resolución. **Recuadre** cada uno de los 3 resultados en a) y b).

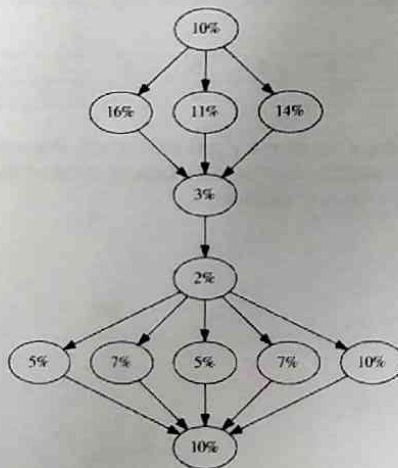


Figura 2: Ejercicio 4