

Ejercicios Boletin1

Estructura de computadores (Universitat Politecnica de Valencia)

ESTRUCTURA DE COMPUTADORES

Ejercicios Tema 2: Segmentación básica. Curso 2012/2013

1. Considere la siguiente secuencia de instrucciones,

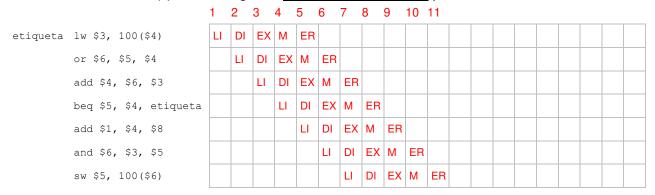
```
etiqueta :
             lw $3, 100($4)
                                    (1)
              or $6, $5, $4
                                    (2)
                                    (3)
              add $4, $6, $3
              beq $5, $4, etiqueta (4)
              add $1, $4, $8
                                    (5)
              and $6, $3, $5
                                    (6)
              sw $5, 100($6)
                                    (7)
```

a. Rellene la siguiente tabla para indicar los riesgos por dependencia de datos que se encuentran en este fragmento de código.

(En las casillas "Se escribe en" y "Se lee en" indique el número de instrucción, que se encuentra a la derecha de las instrucciones entre paréntesis, en la cual se escribe o lee el registro.)

	Registro	Se escribe en	Se lee en
Riesgo 1	\$3	(1)	(3)
Riesgo 2	\$6	(2)	(3)
Riesgo 3	\$4	(3)	(4)
Riesgo 4	\$4	(3)	(5)
Riesgo 5	\$6	(6)	(7)

b. Realice el diagrama instrucciones/tiempo considerando que la instrucción de salto NO realiza el salto. Utilice todas las técnicas que considere necesarias (detención, cortocircuitos, ...) para conseguir la <u>mayor productividad</u> posible.



A continuación rellene la siguiente tabla para describir la técnica que se ha utilizado para solucionar cada riesgo (Si es cortocircuito indique su nombre o, en su caso indique cuantos ciclos se detiene).

Descripción de las técnica empleadas

Riesgo 1 Cortocircuito ER a EX

Riesgo 2	Cortocircuito M a EX	
Riesgo 3	Cortocircuito M a EX	
Riesgo 4	Cortocircuito ER a EX	
Riesgo 5	Cortocircuito M a EX	

- 2. Considérese ahora que el programa anterior se ha ejecutado en la ruta de datos segmentada de cinco etapas (LI, DI, EX, M, ER) estudiada en clase y supóngase que las etapas tienen un retardo de 90, 40, 70, 120, 55 ns respectivamente y que el tiempo necesario para escribir en los registros de segmentación es de 5ns.
 - a. ¿Cuál es la frecuencia de la señal de reloj a emplear en esta ruta de datos? Justifique la respuesta.

$$Frec = \frac{1}{125 \ ns} = 8Mhz$$

b. ¿Cuál es la productividad máxima que se puede alcanzar con esta ruta de datos? Justifique la respuesta.

$$X_{MAX} = \frac{1}{125 \ ns} = 8MOPS$$

c. ¿Cuál es la productividad conseguida realmente al ejecutar el programa del **ejercicio 1,** utilizando para ello el resultado del apartado **1.b**? Justifique la respuesta. .

$$X_{REAL} = \frac{7 instruccio nes}{11 ciclos \times 125 ns} = 5.09 MOPS$$

d. ¿Cuál es la aceleración máxima que se puede alcanzar? Justifique la respuesta.

$$S_{MAX} = \frac{Tns}{Ts} = \frac{375 \ ns}{125 \ ns} = 3$$

- **3.** Se dispone de un procesador que ha sido segmentado en 5 etapas cuyos retardos son 40ns, 25ns, 20ns, 40ns y 25ns. Asumiendo que el retardo de los registros de segmentación es de 10ns, se pide:
 - a) Calcular la frecuencia de reloj del procesador segmentado.

- b) Productividad máxima del procesador segmentado.
- c) Calcular la aceleración (speedup) del procesador segmentado respecto al no segmentado ¿Cuál sería la aceleración ideal?
- d) ¿Cómo se podría incrementar la productividad máxima del procesador segmentado? ¿Qué factores pueden impedir que se alcance la productividad máxima?
- e) Suponiendo que se dispone de un procesador superescalar de 4 vias, cuyos cauces segmentados son similares al especificado en el enunciado ¿qué tiempo se requeriría para ejecutar 8000 instrucciones en dicho procesador?
- f) Los ingenieros encargados del diseño de un procesador, al tratar de segmentar una de sus unidades de ejecución de instrucciones, se encuentran con que los retardos asociados a cada uno de los 4 suboperadores que integran el cauce son 10-10-30-10 ns, con un tiempo de escritura en registro despreciable. Por más que lo intentan, no hay forma de reducir el retardo del tercer suboperador ni tampoco es posible subdividirlo en etapas. Finalmente, uno de los ingenieros propone una solución que permite trabajar al procesador con una frecuencia de reloj de 100MHz sin penalizar la productividad máxima. ¿cómo es posible? Razone la respuesta.
- 4. Los siguientes fragmentos de código contienen riesgos cuando se ejecutan en un procesador segmentado como el visto en clase. Completa el cronograma tiempoetapas e indique claramente los riesgos rodeando los registros que producen el riesgo así como la solución empleada para resolver dicho riesgo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Solución empleada
add \$1,\$2,\$3											
or \$3,\$2,\$1											

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Solución empleada
lw \$1,100(\$2)											
and \$2,\$1,\$0											

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Solución empleada
sub \$4,\$3,\$2											
sw \$3,100(\$4)											

Considera que **SI** que se produce el salto.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Solución empleada
lw \$6,50(\$7)											
beq \$7,\$8,L											
and \$1,\$2,\$3											
nop											
nop											
L:or \$6,\$7,\$8											

5. Considere la siguiente secuencia de instrucciones,

	lw \$1, 100(\$2)	(1)
	beq \$1, \$2, etiqueta	(2)
	and \$3, \$1, \$4	(3)
etiqueta:	lw \$1, 50(\$3)	(4)
	sw \$1, 100(\$2)	(5)
	sub \$5, \$1, \$2	(6)
	lw \$1, 10(\$5)	(7)

a) Realice el diagrama instrucciones/tiempo considerando que la instrucción de salto SI realiza el salto. En este caso asuma la resolución de conflictos de control por medio de la técnica predict not taken y latencia de salto de tres ciclos. Utilice todas las técnicas que considere necesarias (detención, cortocircuitos, ...) para conseguir la mayor productividad posible.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	lw \$1, 100(\$2)																		
	beq \$1, \$2, etiqueta																		
	and \$3, \$1, \$4																		
etiqueta:	lw \$1, 50(\$3)																		
	sw \$1, 100(\$2)																		
	sub \$5, \$1, \$2																		
	lw \$1, 10(\$5)																		

b) Rellene la siguiente tabla para indicar los riesgos por dependencia de datos que se encuentran en este fragmento de código, así como la técnica empleada para resolver cada uno de ellos (Si es cortocircuito indique su nombre o, en su caso indique cuantos ciclos se detiene)

(En las casillas "Se escribe en" y "Se lee en" indique el número de instrucción, que se encuentra a la derecha de las instrucciones entre paréntesis, en la cual se escribe o lee el registro.)

	Registro	Se escribe en	Se lee en	Técnica de solución
Riesgo 1				
Riesgo 2				
Riesgo 3				
Riesgo 4				
Riesgo 5				

- **6.** Se dispone de un sistema digital el cual se ha procedido a segmentar en 4 etapas secuenciales sin solapamiento entre ellas, y cuyos retardos son 33ns, 35ns, 22ns, 30ns. Se pide:
 - a) Retardo máximo permitido para los registros de segmento a fin garantizar una productividad máxima de 20 MOPS. Justificar la respuesta.

- **b)** En el caso anterior, calcúlese la aceleración (speed-up) máxima que se podría alcanzar. Justificar la respuesta.
- c) ¿Qué factores pueden impedir que se alcance la productividad máxima?
- d) ¿Qué factores pueden impedir que se alcance la aceleración ideal?
- 7. La siguiente secuencia de código de MIPS R2000 se ejecuta sobre un procesador segmentado en cinco etapas. Se pide confeccionar el diagrama instrucciones/tiempo, indicando, en su caso, los riesgos por dependencia de datos que pudiera haber y las técnicas utilizadas para su resolución a fin de (detención, cortocircuitos, ...) conseguir la mayor productividad posible.

(1)	lw \$1, 100(\$2)									
(2)	add \$3, \$1, \$2									
(3)	sw \$1, 50(\$3)									

- **8.** Considérese la ruta de datos segmentada de cinco etapas (LI, DI, EX, M, ER) estudiada en clase y supóngase que las etapas tienen un retardo de 60, 45, 50, 80, 30 ns respectivamente y que el tiempo necesario para escribir en los registros de segmentación es de 5ns.
 - a. ¿Cuál es la productividad máxima que se puede alcanzar con esta ruta de datos segmentada?
 - b. ¿Cuál es la aceleración máxima conseguida respecto a la versión no segmentada de esta ruta de datos?
 - c. ¿Cuál es la aceleración ideal que teóricamente se puede conseguir con un circuito segmentado en cinco etapas?
 - d. ¿Qué dos condiciones debería cumplir nuestro circuito segmentado para poder alcanzar la aceleración ideal?
- 9. Considere ahora la siguiente secuencia de programa,

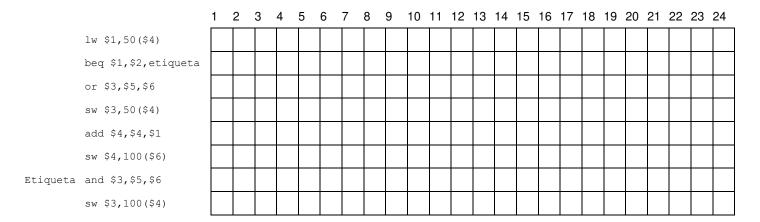
```
lw $1, 50($4)
beq $1, $2, etiqueta
or $3, $5, $6
sw $3, 50($4)
add $4, $4, $1
sw $4, 100($6)
etiqueta : and $3, $5, $6
sw $3, 100($4)
```

Indentifique claramente todos los riesgos que aparecen. Señale los riesgos por dependencias de datos en el código para clarificar la respuesta.

Realice el diagrama **instrucciones/tiempo** considerando que la instrucción de salto **SI** realiza el salto. Utilice todas las técnicas que considere necesarias (detención, cortocircuitos)



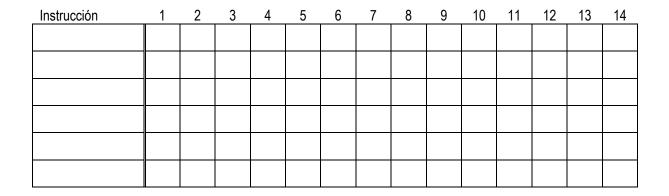
para conseguir la mayor productividad posible, indicando claramente la técnica utilizada en cada momento.



- **10.** Considerando la ruta de datos de cinco etapas vista en clase, y suponiendo que la duración de las etapas es LI=60ns, DI=40ns, EX=50ns, M=70ns, ER=45ns, y un retardo por los registros de segmentación de 5ns, se pide:
 - a. ¿Cuál es el tiempo de ciclo para este procesador?
 - **b.** Suponiendo que se ejecuta este fragmento de código, identifique los riesgos existentes indicando cómo se pueden solucionar en cada caso.

```
sw $2,0($3)
sw $3,0($2)
beq $2,$3, etiqueta
add $4,$1,$2
lw $5,100($4)
sw $5,50($4)
etiqueta : or $1,$2,$3
```

- **c.** Rellene el diagrama instrucciones/tiempo correspondiente a la ejecución del siguiente código, suponiendo que el salto NO tiene lugar y buscando la mayor eficiencia en la solución.
- d. ¿Cuál es la productividad conseguida con la ejecución de dicho código?
- e. ¿Cuál es la máxima productividad alcanzable en este procesador?



- 11. Un cierto procesador se ha segmentado en 5 etapas, cuyos retardos son los siguientes: 25ns, 15ns, 30ns, 25ns y 25ns. Suponiendo que el retardo de los registros de segmentación es de 10ns, se pide:
 - a) Frecuencia de reloj a la que trabajará el procesador segmentado y productividad máxima que podrá alcanzar.
 - b) Frecuencia de reloj a la que trabajaría el procesador NO-segmentado y productividad que alcanzaría.
 - c) Tiempo de retardo para el procesamiento de 10 instrucciones
 - d) Aceleración máxima que podrá alcanzar el circuito segmentado
 - e) ¿Cuál sería la aceleración ideal? ¿Qué se podría hacer para intentar aproximar la aceleración máxima a la aceleración ideal?
- 12. Considérese la siguiente secuencia de programa del MIPS R2000, el cual se ejecuta en cierta ruta de datos que se halla segmentada en cinco etapas (LI, DI, EX, M, ER):

```
sw $1,50($3)
           lw $2,50($3)
           beq $2,$5,etiqueta
           sub $5,$1,$4
etiqueta: and $6,$5,$1
           sw $6,50($3)
```

Se pide:

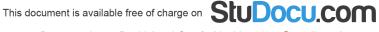
a) Qué tipo de riesgos aparecen y dónde

Riesgo de control en beq Riesgos por dependencia de datos marcados en código

b) Cómo pueden solucionarse

Riesgo de control: Por ciclos de parada o predicción de salto no efectivo Riesgo de dependencia de datos: Por ciclos de parada o, en su caso, cortocircuitos

c) Diagrama instrucciones/tiempo suponiendo que el salto NO tiene lugar, especificando el mecanismo de solución empleado y el tiempo de ejecución del fragmento de código. Se valorará el que la solución propuesta sea la más eficiente



	T1	T2	Т3	T4	T5	Т6	Т7	Т8	Т9	T10	T11
sw	LI	DI	EX	M	ER						
lw		LI	DI	EX	M	ER					
beq			LI	DI	DI	EX ↓	M	ER			
sub					LI	DI	EX	M	ER		
and						LI	DI	EX♥	M	ER	
sw							LI	DI	EX	M	ER

Asumimos el empleo de "predicción de salto no efectivo"

d) Diagrama instrucciones/tiempo suponiendo que el salto SI tiene lugar

Dos soluciones posibles ...

	T1	T2	Т3	T4	Т5	Т6	T7	Т8	Т9	T10	T11	T12
sw	LI	DI	EX	M	ER							
lw		LI	DI	EX	M	ER						
beq			LI	DI	DI	EX [▼]	M	ER				
sub					LI	DI	EX	**	*			
and						LI	DI	*	*	*		
							LI	*	*	*	*	
and								LI	DI	EX	M	ER

Asumimos el empleo de "predicción de salto no efectivo"

	T1	T2	Т3	T4	Т5	Т6	T7	Т8	Т9	T10	T11	T12
sw	LI	DI	EX	M	ER							
lw		LI	DI	EX	M	ER						
beq			LI	DI	DI	EX [↓]	M	ER				
sub					*	*	*	*	*			
and								LI	DI	EX	M	ER

Asumimos el empleo de "BURBUJA" para solucionar riesgo de control

13. Considérese la siguiente secuencia de programa en ensamblador de MIPS R2000, el cual se ejecuta en cierta ruta de datos que se halla segmentada en cinco etapas (LI, DI, EX, M, ER):

```
lw $2,0($4)
beq $2,$3, etiqueta
add $1,$2,$3
sub $4,$1,$3
lw $5,100($4)
```

sw \$5,50(\$4)

etiqueta : ...

Se pide:

a) Qué tipo de riesgos aparecen, dónde aparecen y cómo pueden solucionarse

Riesgos por dependencias de datos y control (marcados en colores en código)

b) Diagrama instrucciones/tiempo suponiendo que el salto NO tiene lugar, especificando el mecanismo de solución empleado y el tiempo de ejecución del fragmento de código. Se valorará el que la solución propuesta sea la más eficiente.

lw	LI	DI	EX	M	ER						
beq		LI	DI	DI	EX↓	M	ER				
add				LI	DI	EX	M	ER			
sub					LI	DI	EX₩	M	ER _I		
lw						LI	DI	EX ▼	M	ER	
SW							LI	DI	EX▼	M	ER
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11

Asumimos el empleo de "predicción de salto no efectivo"