

Sea la versión del procesador MIPS vista en clase, en la que la **terminación de los saltos es en la etapa de memoria**, evaluándose **la condición de salto en ejecución**, y que para la resolución de las dependencias de control implementa la suposición de *salto no realizado*. Además, para la resolución de los riesgos de datos, dispone de hardware para la implementación de las estrategias de detención y **anticipación**, y adicionalmente implementa anticipación en el banco de registros. Para el siguiente fragmento de código:

```
#1      ori $4, $0, 10
#2  loop: add $7, $4, $1
#3      beq $7, $4, fin
#4      lw $1, 100($7)
#5      j loop
#6  fin: sw $1, 200($4)
#7      sub $5, $1, $4
```

a) Completa un diagrama multiciclo donde se muestre la evolución del código a través del cauce segmentado, suponiendo que en el salto condicional la primera vez no salta y la segunda sí:

- Marca cuáles de las siguientes dependencias verdaderas se producen entre las instrucciones del código propuesto:

- dependencia verdadera de #7 con #6 debido a \$1: **No**
- dependencia verdadera de #6 con #4 debido a \$1: **Sí**
- dependencia verdadera de #2 con #1 debido a \$4: **Sí**
- dependencia verdadera de #4 con #2 debido a \$7: **Sí**
- dependencia verdadera de #4 con #3 debido a \$7: **No**
- dependencia verdadera de #2 con #4 debido a \$1: **Sí**
- dependencia verdadera de #3 con #2 debido a \$7: **Sí**
- dependencia verdadera de #6 con #3 debido a \$4: **No**
- dependencia verdadera de #7 con #6 debido a \$4: **No**
- dependencia verdadera de #3 con #1 debido a \$4: **Sí**

- En cuanto a cómo se han solucionado los riesgos de datos:

- Se ha habilitado un cortocircuito EX-EX entre #1 e #2: **Sí**
- La anticipación en el banco de registros soluciona el riesgo entre #1 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito EX-EX entre #1 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito M-EX entre #1 e #3: **Sí**
- Se ha habilitado un cortocircuito M-M entre #1 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito EX-EX entre #2 e #3: **Sí**
- Se ha habilitado un cortocircuito M-EX entre #2 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito M-EX entre #2 e #4: **Sí**

- ¿Ha sido necesario detener el cauce por riesgos por dependencias de datos? ¿Cuántas burbujas se introducen en total?

b) Calcula el CPI suponiendo que se realizan 100 iteraciones, es decir, las 99 primeras veces la instrucción beq no salta, y en la última iteración sí (deja indicada la forma en que lo calculas).

CPI= numerador / denominador

numerador = **705**

denominador = **401**

Se decide modificar la arquitectura del procesador para anticipar los **saltos** en HW, de forma que **se terminen en la etapa de decodificación**.

e) Vuelve a hacer el apartado a) para esta segunda implementación del MIPS.

- En cuanto a cómo se han solucionado los riesgos de datos:

- Se ha habilitado un cortocircuito M-EX entre #2 e #4: **No**
- La anticipación en el banco de registros soluciona el riesgo entre #1 e #3: **Sí**
- Se ha habilitado un cortocircuito M-EX entre #1 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito EX-EX entre #1 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito M-EX entre #2 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito EX-EX entre #2 e #3: **No**
- Se ha habilitado un cortocircuito EX-ID entre #2 e #3: **Sí**
- Se ha habilitado un cortocircuito EX-EX entre #2 e #4: **No**
- ¿Ha sido necesario detener el cauce por riesgos por dependencias de datos? ¿Cuántas burbujas se introducen en total? **2**

Calcula el CPI resultante (de nuevo para 100 iteraciones):

CPI= numerador / denominador

numerador = **605**

denominador = **401**



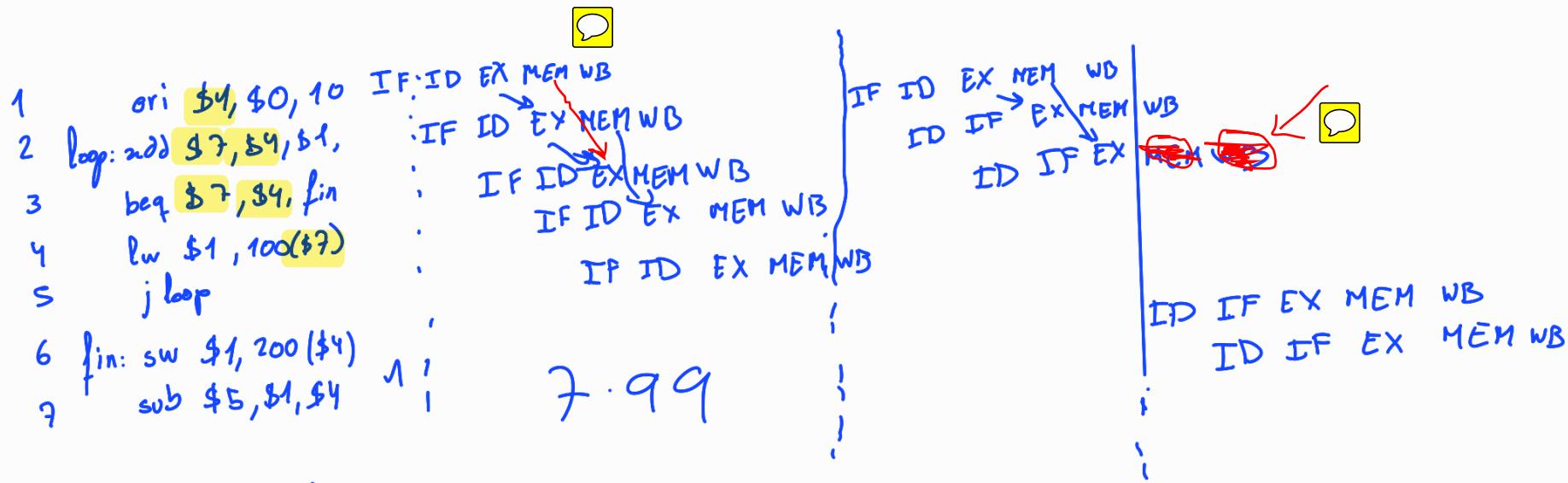
**O**

Saltos en MEM

Se sube en FX

Riesgos:

- Detención
- Anticipación
- Anticipación en banco de registros



Si se saltan 100 veces

$$\text{Nº Instrucciones: } \frac{1 + 4 \cdot 99 + 4}{\text{loop}} = 401$$

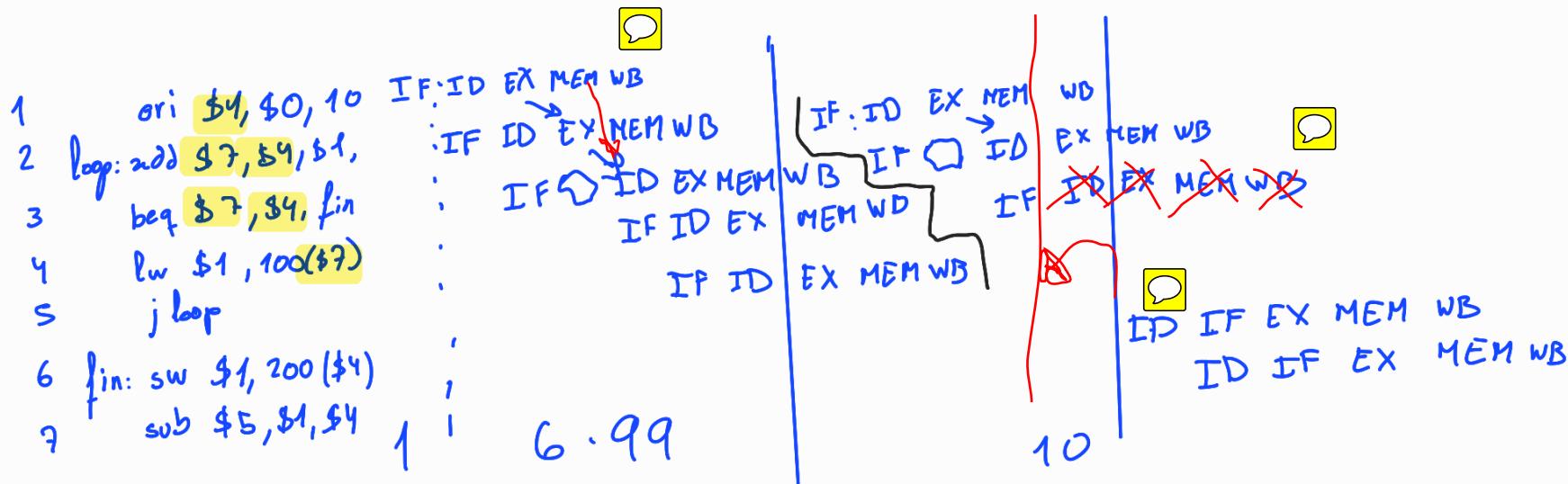
$$CPI = \frac{705}{401}$$

Num. Ciclos= 5 (4 llenado cauce + 1 ori) + 4 (primera iter., desde add a j) + (4+3)\*98 (todas las iteraciones que no son ni la primera ni la última, 4 ciclos como antes + 3 por la penalización del riesgo control del j final de la primera iteración que falla la predicción) + 10 (2 + 3 (add, beq, penalizados por riesgo control del j final de la iteración anterior) + 2+ 3 (sw y sub en "fin" penalizados por riesgo control)) = 5 + 4 + 7\*98 + 10 = 705

Terminan en ID

Riesgos:

- Detención
- Anticipación
- Anticipación en banco de registros



Si se saltan 100 veces

Nº Instrucciones:  $\frac{1}{\text{ori}} + \frac{5}{\text{loop}} + \frac{4}{\text{salto+fin}} = 401$

$$CPI = \frac{605}{401}$$

Num. Ciclos= 5 (4 llenado cauce + 1 ori) + 5 (primera iter., desde add a j, 4 instrucciones y una burbuja para resolver el riesgo de datos) + (5+1)\*98 (todas las iteraciones que no son ni la primera ni la última, 5 ciclos como antes + 1 por la penalización del riesgo control del j final de la primera iteración que falla la predicción) + 7 (2 + 1 +1 (add, beq, penalizados por riesgo control del j final de la iteración anterior y por burbuja + 2+ 1 (sw y sub en "fin" penalizados por riesgo control)) = 5 + 5+ 6\*98 + 7 = 705