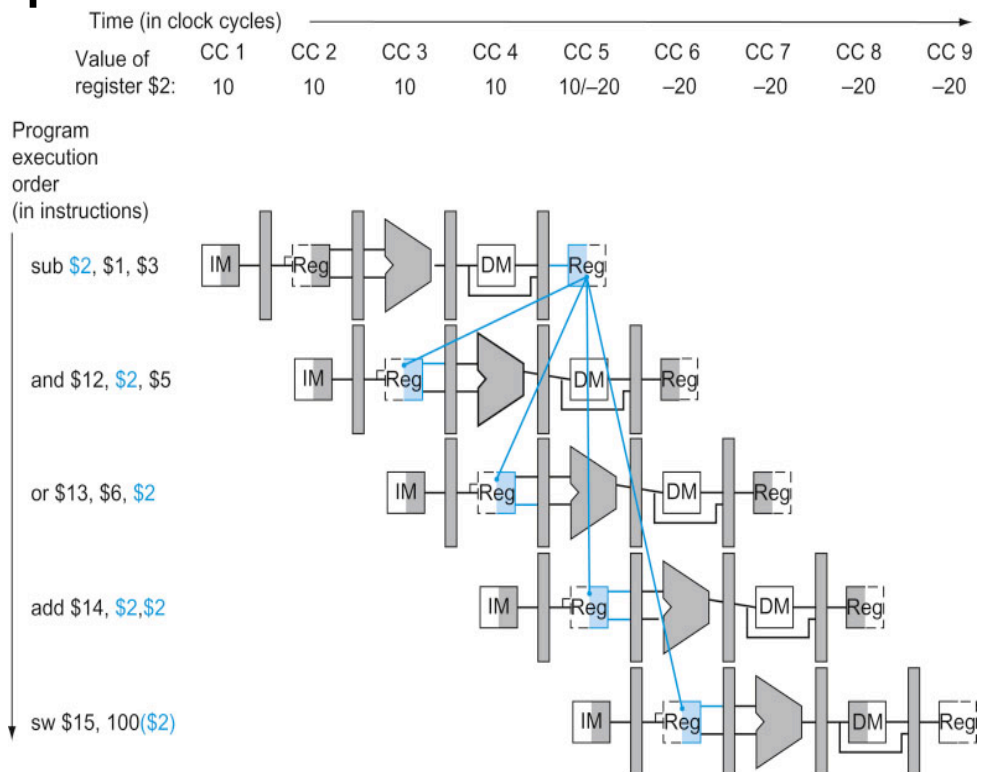


# Dependencias de datos

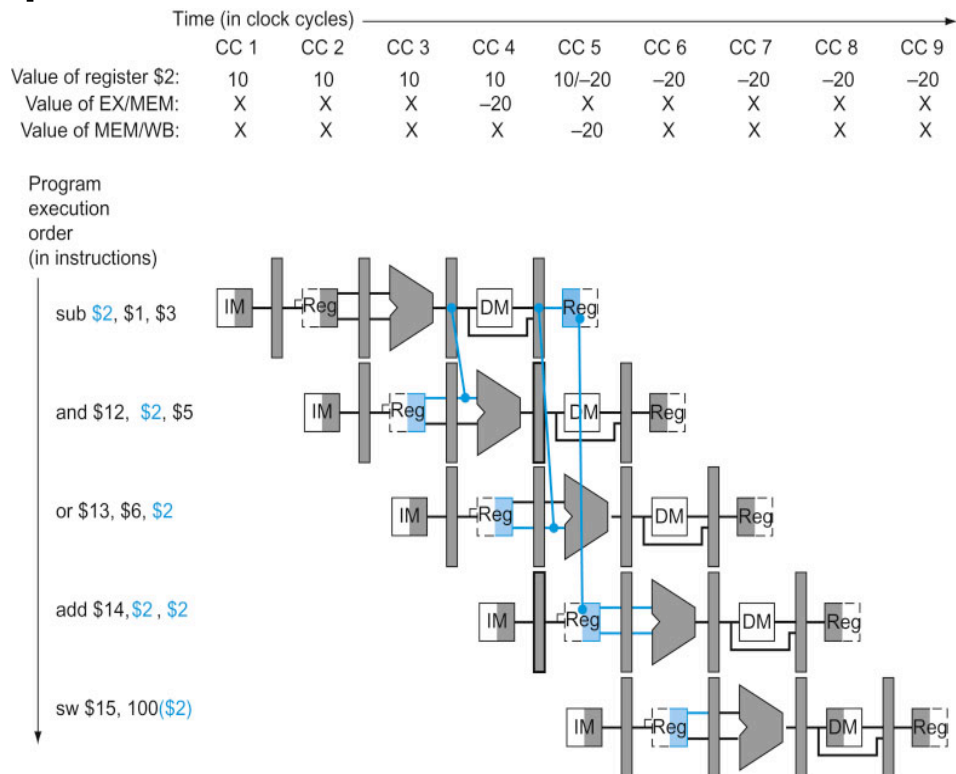
```

sub $2, $1, $3
and $12, $2, $5
or $13, $6, $2
add $14, $2, $2
sw $15, 100($2)
    
```

# Dependencia entre instrucciones



# Dependencia entre instrucciones

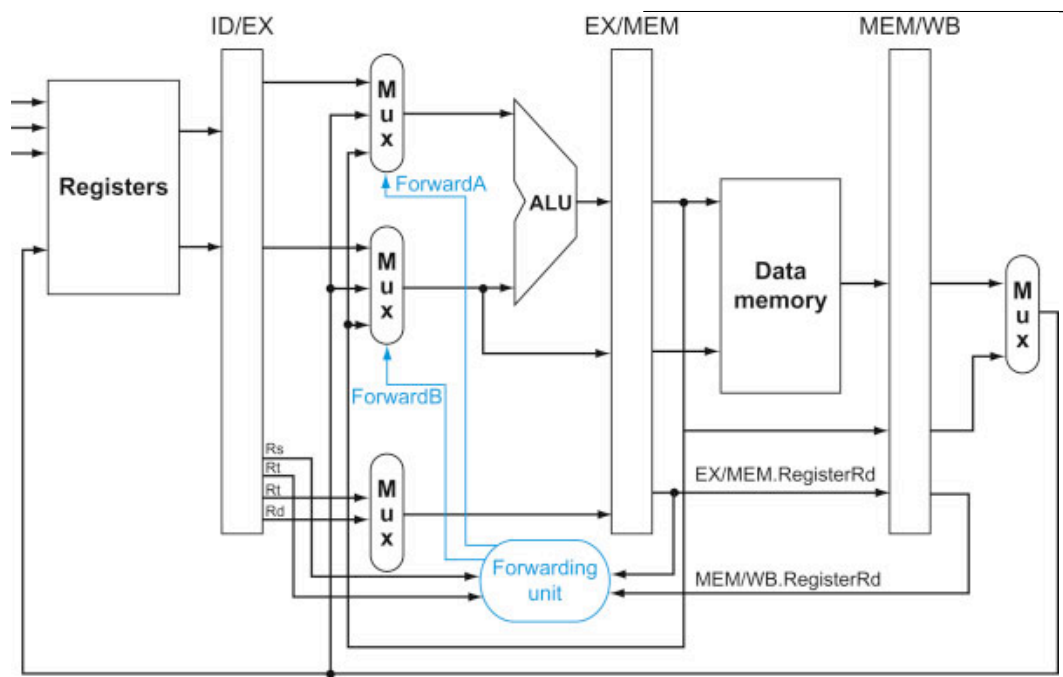


9/9/15

Guillermo Aguirre

3

# Nuevo hardware para adelantamiento



9/9/15


Guillermo Aguirre

4

# Control de los multiplexores para adelantamiento

Mux control	Source	Explanation
ForwardA = 00	ID/EX	The first ALU operand comes from the register file.
ForwardA = 10	EX/MEM	The first ALU operand is forwarded from the prior ALU result.
ForwardA = 01	MEM/WB	The first ALU operand is forwarded from data memory or an earlier ALU result.
ForwardB = 00	ID/EX	The second ALU operand comes from the register file.
ForwardB = 10	EX/MEM	The second ALU operand is forwarded from the prior ALU result.
ForwardB = 01	MEM/WB	The second ALU operand is forwarded from data memory or an earlier ALU result.

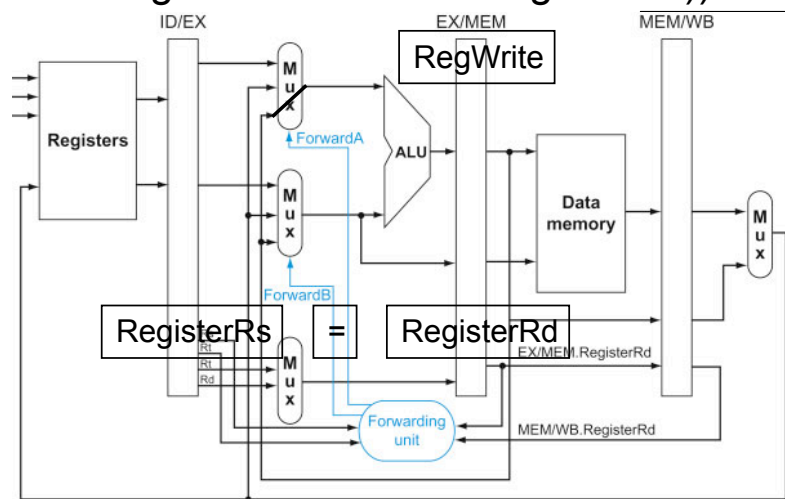
9/9/15

 Guillermo Aguirre

5

## Condiciones para detectar riesgos. Señales de control. Riesgo con EX

if (EX/MEM.RegWrite  
and (EX/MEM.RegisterRd  $\neq$  0)  
and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs)) ForwardA=10



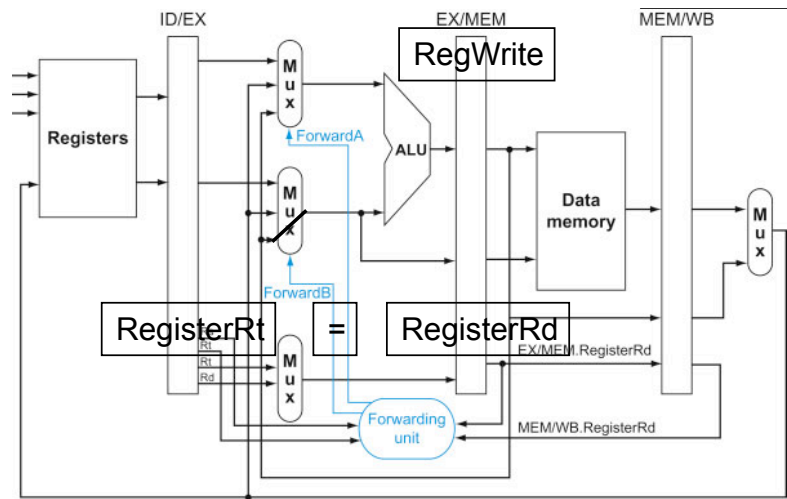
9/9/15

 Guillermo Aguirre

6

# Condiciones para detectar riesgos. Señales de control. Riesgo con EX

if (EX/MEM.RegWrite  
and (EX/MEM.RegisterRd  $\neq$  0)  
and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt)) ForwardB=10



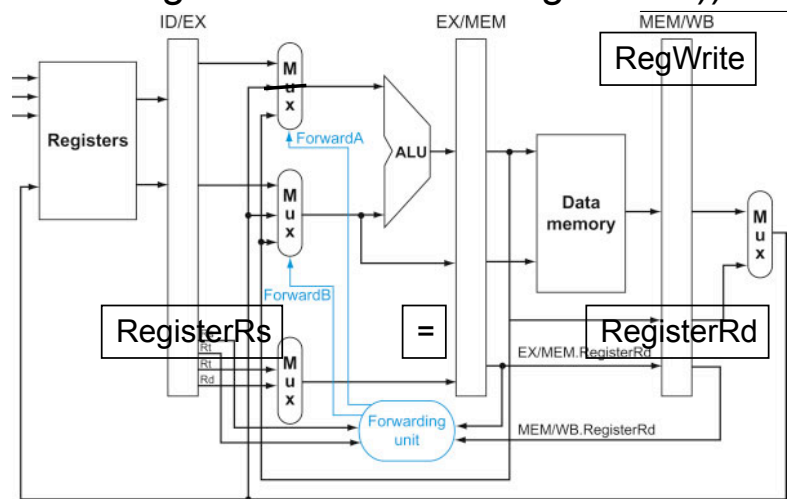
9/9/15

Guillermo Aguirre

7

# Condiciones para detectar riesgos. Señales de control. Riesgo con MEM

if (MEM/WB.RegWrite  
and (MEM/WB.RegisterRd  $\neq$  0)  
and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs)) ForwardA=01



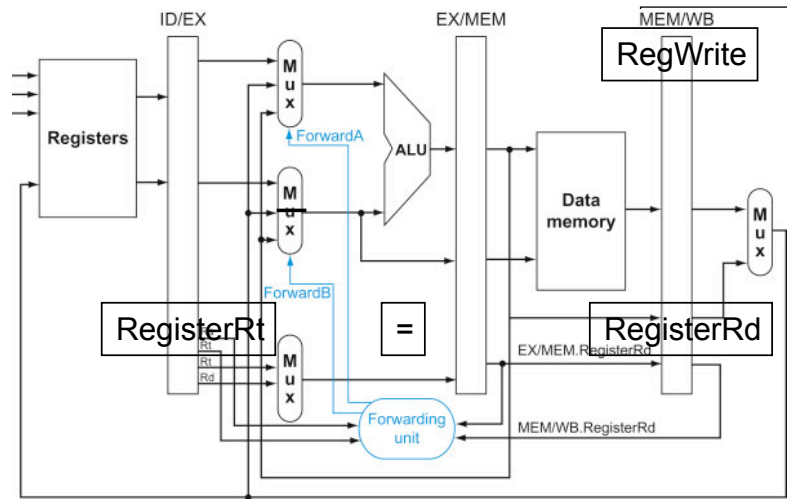
9/9/15

Guillermo Aguirre

8

# Condiciones para detectar riesgos. Señales de control. Riesgo con MEM

if (MEM/WB.RegWrite  
and (MEM/WB.RegisterRd  $\neq$  0)  
and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt)) ForwardB=01



9/9/15

 Guillermo Aguirre

9

# Conflicto: sumar un vector de números

if (MEM/WB.RegWrite  
and (MEM/WB.RegisterRd  $\neq$  0)  
and not(EX/MEM.RegWrite and (EX/MEM.RegisterRd  $\neq$  0)  
and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs))  
and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs)) ForwardA=01

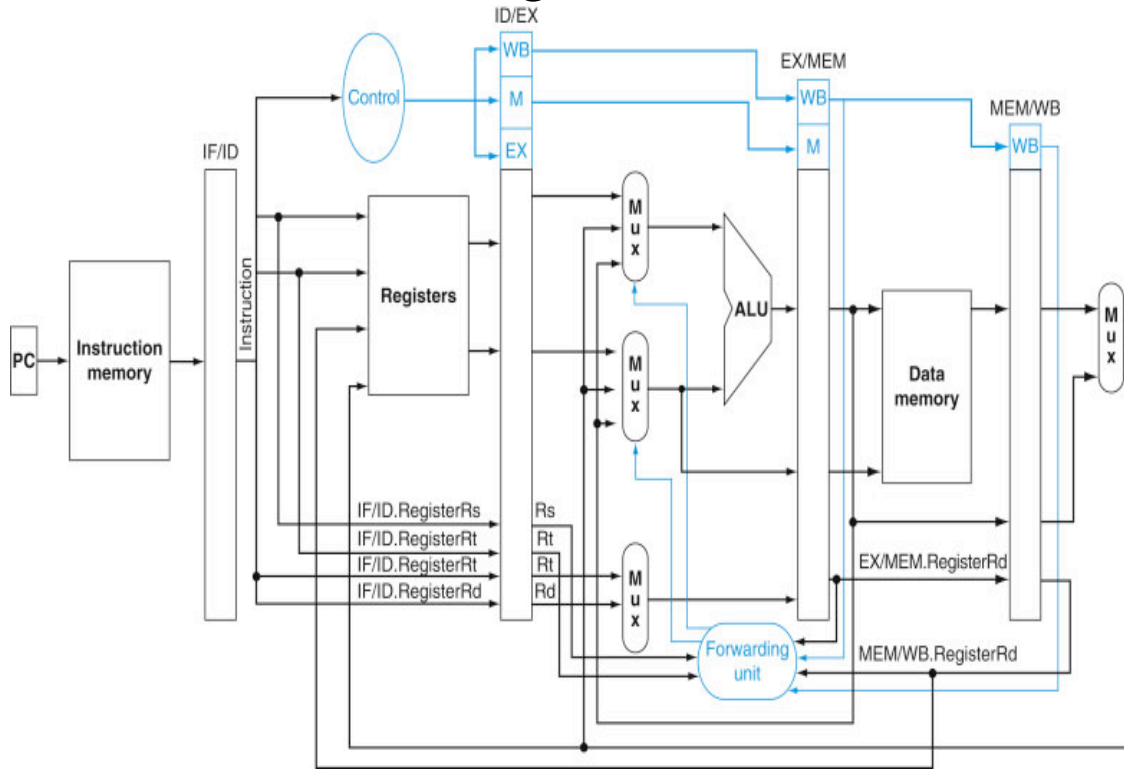
if (MEM/WB.RegWrite  
and (MEM/WB.RegisterRd  $\neq$  0)  
and not(EX/MEM.RegWrite and (EX/MEM.RegisterRd  $\neq$  0)  
and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt))  
and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt)) ForwardB=01

9/9/15

 Guillermo Aguirre

10

# Resolución de riesgos con adelantamiento

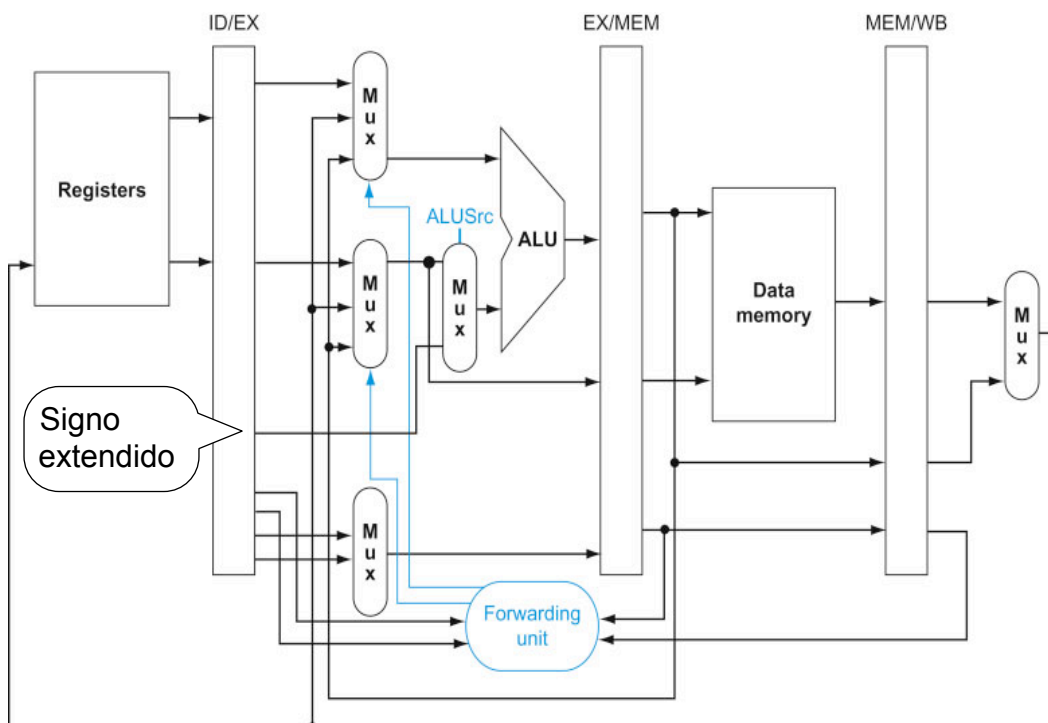


9/9/15

Guillermo Aguirre

11

# Detalle de opciones en la entrada de la ALU

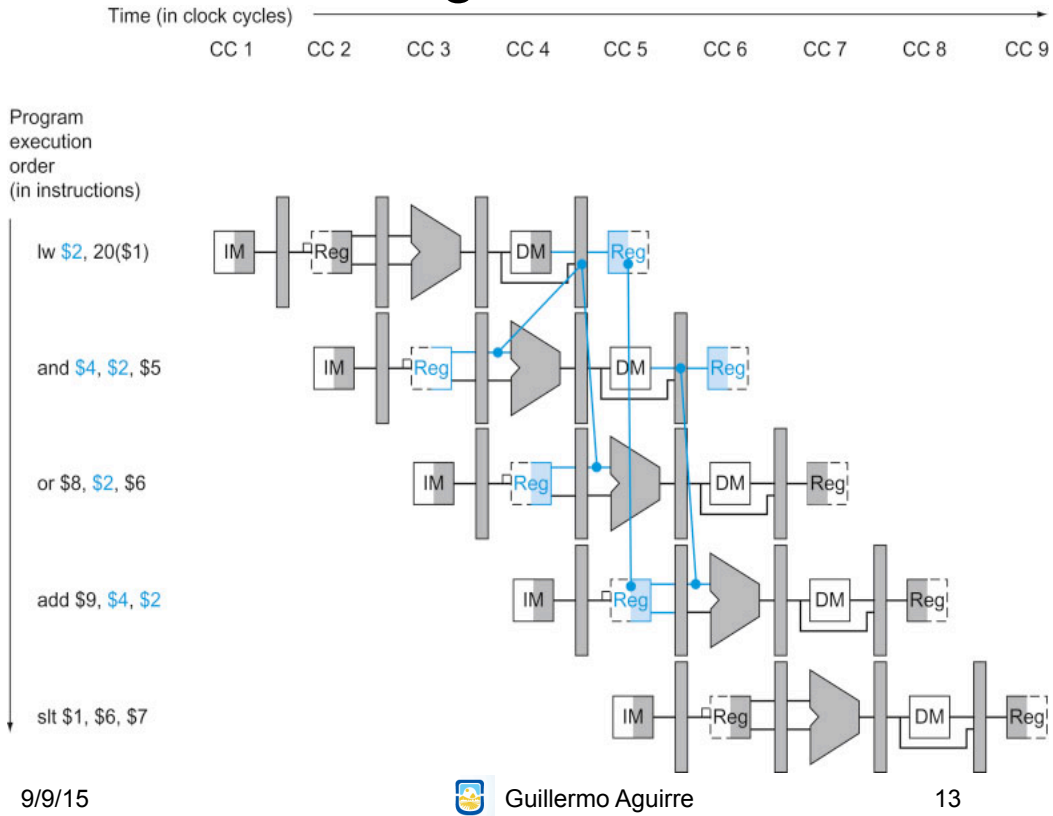


9/9/15

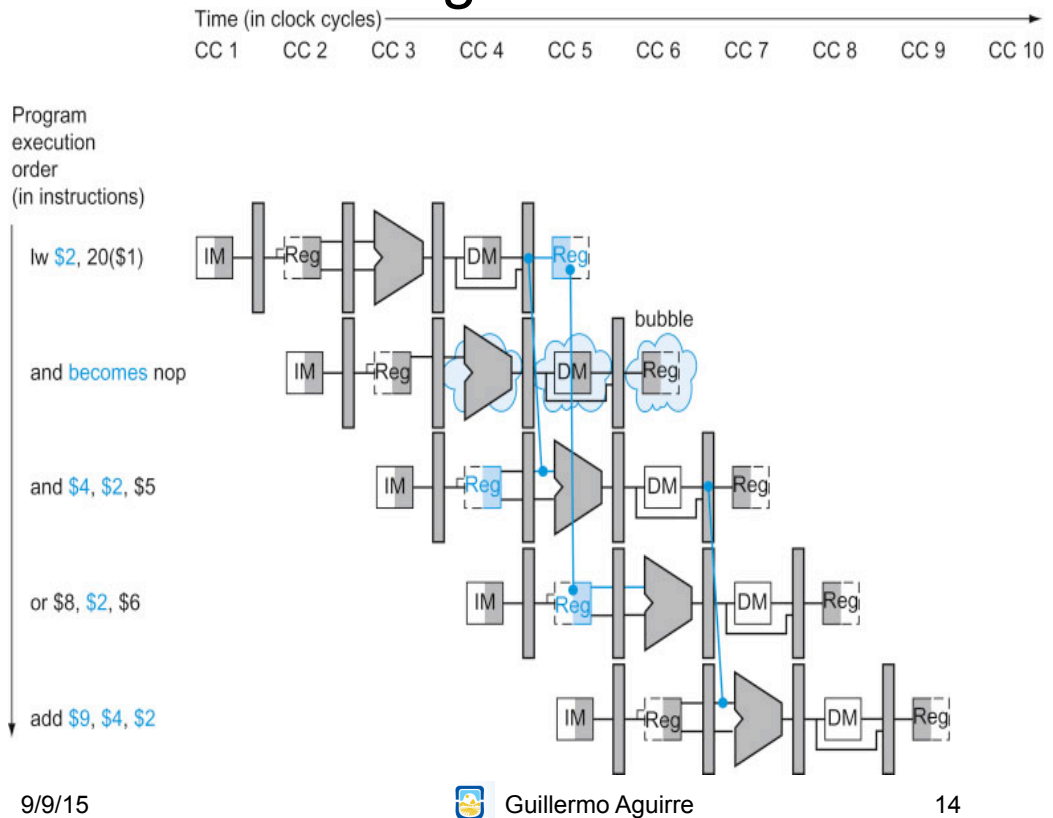
Guillermo Aguirre

12

# Riesgo load-use



# Riesgo load-use




# Detección de riesgo load-use

if (ID/EX.MemRead and  
((ID/EX.RegisterRt = IF/ID.RegisterRs) or  
(ID/EX.RegisterRt = IF/ID.RegisterRt )))  
atasco

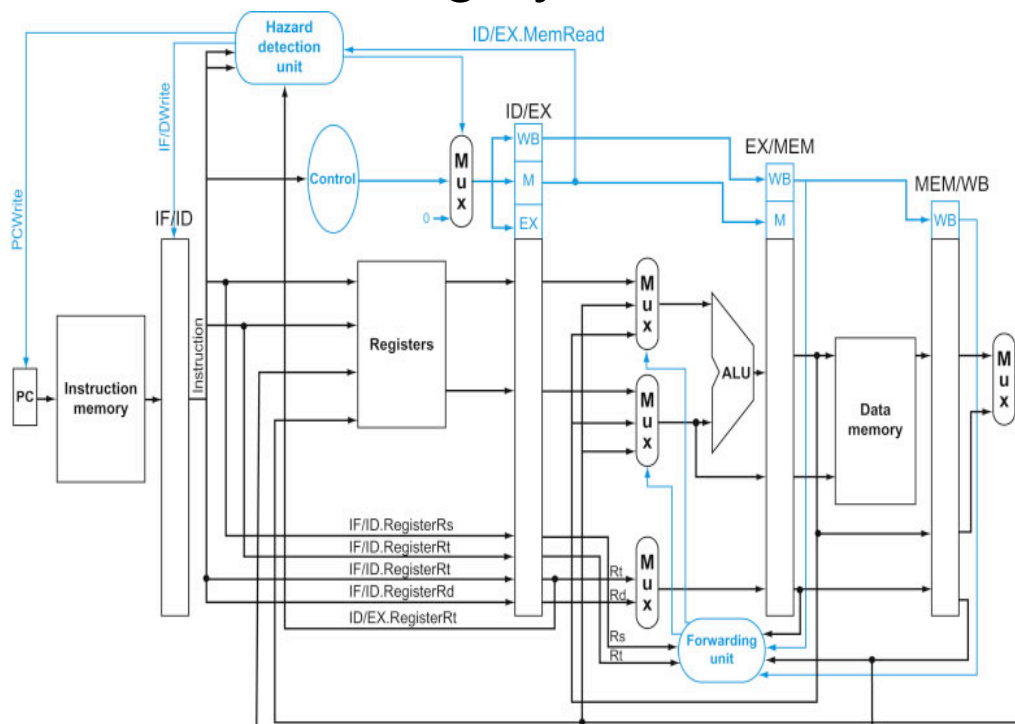
- No se modifican ni PC ni el registro IF/ID
- Se crea una burbuja en EX. Una nop
- Una nop son todos ceros
- Las instrucciones posteriores se demoran 1 ciclo

9/9/15

 Guillermo Aguirre

15

## Unidades de riesgo y de adelantamiento



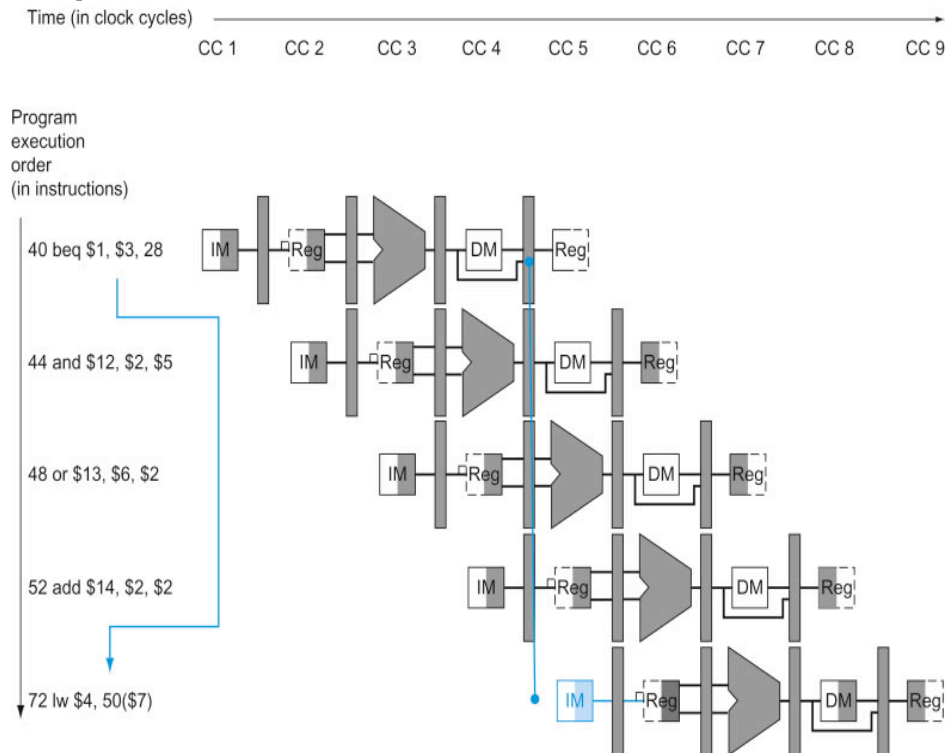
9/9/15

 Guillermo Aguirre

16



# Impacto de los saltos condicionales



9/9/15



Guillermo Aguirre

17

## Riesgos de control

- Predecir como salto no tomado
  - Acierto: sin costo
  - Fallo: descartar (flush) instrucciones
- Reduciendo las demoras por saltos.
  - Adelantar la ejecución elimina menos instrucciones.
  - Colocar el sumador para saltos en ID.
  - Una simple comparación no requiere una ALU.
  - Se requiere adelantamiento.

9/9/15



Guillermo Aguirre

18

# Optimización del salto tomado

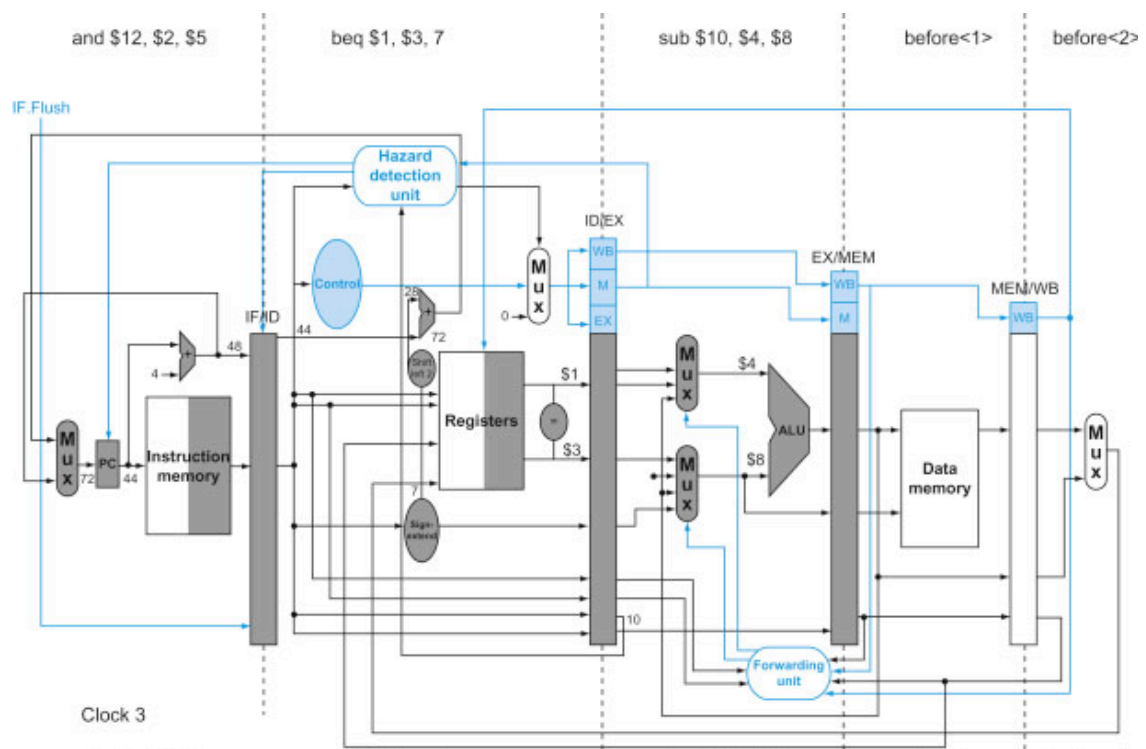
```

36  sub $10, $4, $8
40  beq $1, $3, 7
44  and $12, $2, $5
48  or  $13, $2, $6
52  add $14, $4, $7
...
72  lw  $4, 50($7)

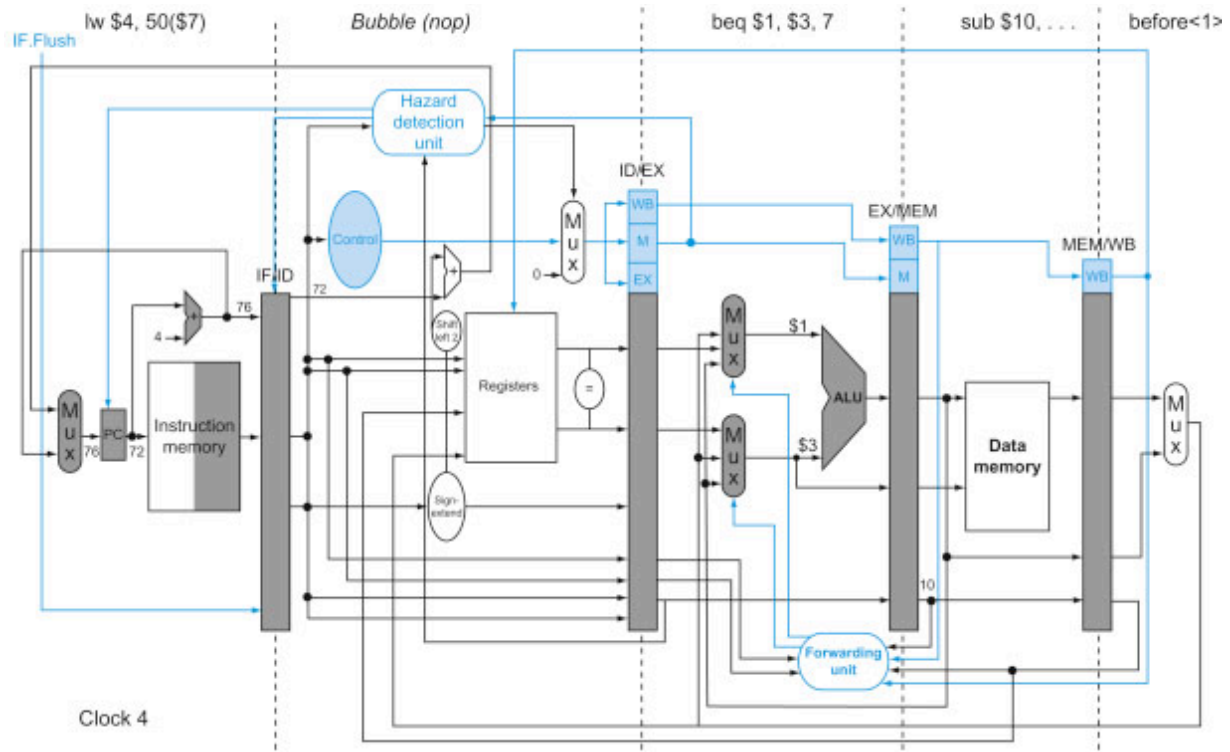
```

Salto relativo al PC a 72 ( $40+4+7*4$ )


# Penalidad por salto tomado



# Penalidad por salto tomado



9/9/15

 Guillermo Aguirre

21

## ¿Qué vimos?

- Dependencia de datos
- Adelantamiento: circuitos y controles
- Riesgo load-use
- Riesgos de control
  - Salto no tomado
  - Penalidad

9/9/15

 Guillermo Aguirre

22