

## PIPELINE &amp; HAZARDS

1. Estem traslladant tots els programes que executàvem en el nostre processador RISC-V single cycle a un processador RISC-V amb 5 etapes de pipeline. En particular, ens fixem en el següent programa:

```
addi x11, x12, 5 → rx12 + 5 → rx11
add x13, x11, x12 → rx11 + rx12 → rx11
addi x14, x11, 15 → rx11 + 15 → rx14
```

Suposem que **x11 s'inicialitza a 11dec** i **x12 s'inicialitza a 22 dec.**

**a)** El nostre processador **NO** sap gestionar riscs (dependències o hazards) de dades. Així doncs, no afegirà cap no-op (o bubble). Quins valors tindran els registres x13 i x14 al finalitzar l'execució del nostre programa? Quants cicles triga en executar el programa? Creieu que son els valors que s'esperaria el programador? (es recomana fer el diagrama multicicle)

		0	1	2	3	4	5	6	7
1	addi x11, x12, 5	F	D	C	M	W			
2	add x13, x11, x12		F	D	C	M	W		
3	addi x14, x11, 15			F	D	C	M	W	

\* El valor de x13 no se actualiza hasta el ciclo 5

En el cicle 6 s'acaba la última instrucció. **(Triga 7 cicles)**

```
x11 = 22 + 5 = 27
x12 = 22
x13 = 11 + 22 = 33 (27 + 22 = 49)
x14 = 11 + 15 = 26 (27 + 15 = 42)
```

No són els valors que el programador esperaria.

**b)** Quan el processador **NO** sap gestionar riscs de dades el compilador pren especial rellevància, ja que és aquest qui s'encarrega de detectar les possibles dependències de dades i afegir no-ops quan sigui necessari. En aquest problemes vosaltres fareu de compilador: Quants cicles triga el programa en executar-se? Heu hagut d'afegir no-ops per a que el resultat sigui l'esperat pel programador? Si la resposta és afirmativa, quants no-ops necessiteu afegir? Quins son els valors dels registres x13 i x14 al finalitzar l'execució del nostre programa? (es recomana fer el diagrama multicicle)

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	addi x11, x12, 5	F	D	C	M	W					
2	add x13, x11, x12		-	-	F	D	C	M	W		
3	addi x14, x11, 15					F	D	C	M	W	

En el cicle 8 s'acaba la última instrucció. **(Triga 9 cicles)**

Hem hagut d'afegir **2 NOOPS**

```
x11 = 22 + 5 = 27
x12 = 22
x13 = 27 + 22 = 49
x14 = 27 + 15 = 42
```

Sí són els valors que el programador esperaria.

2. Continuem traslladant tots els programes que executàvem en el nostre processador RISC-V single cycle a un processador RISC-V amb 5 etapes de pipeline. En particular, ens fixem en el següent programa:

```
addi x11, x12, 5 → rx12 + 5 → rx11
add x13, x11, x12 → rx11 + rx12 → rx11
addi x14, x11, 15 → rx11 + 15 → rx14
addi x15, x11, x11 → rx11 + rx11 → rx15
```

Suposem que **x11 s'inicialitza a 11dec** i **x12 s'inicialitza a 22 dec.**

a) El nostre processador **NO** sap gestionar riscos (dependències o hazards) de dades. Així doncs, no afegirà cap no-op (o bubble). Quin valor tindrà el registre x15 al finalitzar l'execució del nostre programa ? Quants cicles triga en executar el programa? Creieu que son els valors que s'esperaria el programador ? (es recomana fer el diagrama multicicle)

		0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	addi x11, x12, 5	F	D	C	M	W				
2	add x13, x11, x12		F	D	C	M	W			
3	addi x14, x11, 15			F	D	C	M	W		
4	addi x15, x11, x11				F	D	C	M	W	

En el cicle 7 s'acaba la última instrucció. (Triga 8 cicles)

```
x11 = 22 + 5 = 27
x12 = 22
x13 = 11 + 22 = 33
x14 = 11 + 15 = 26
x15 = 27 + 27 = 54
```

No són els valors que el programador esperaria, menys el de **x15**, que **Sí** es l'esperat.

b) Quan el processador **NO** sap gestionar riscos de dades el compilador pren especial rellevància, ja que és aquest qui s'encarrega de detectar les possibles dependències de dades i afegir no-ops quan sigui necessari. En aquest problemes vosaltres fareu de compilador: Quants cicles triga el programa en executar-se ? Heu hagut d'afegir no-ops per a que el resultat sigui l'esperat pel programador ? Si la resposta és afirmativa, quants no-ops necessiteu afegir ? Quin és el valor del registre x15 al finalitzar el nostre programa ? (es recomana fer el diagrama multicicle)

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	addi x11, x12, 5	F	D	C	M	W					
2	add x13, x11, x12		-	-	F	D	C	M	W		
3	addi x14, x11, 15					F	D	C	M	W	
4	addi x15, x11, x11						F	D	C	M	W

En el cicle 9 s'acaba la última instrucció. (Triga 10 cicles)

Hem hagut d'afegir **2 NOOPS**

```
x11 = 22 + 5 = 27
x12 = 22
x13 = 27 + 22 = 49
x14 = 27 + 15 = 42
x15 = 27 + 27 = 54
```

**Sí** són els valors que el programador esperaria.