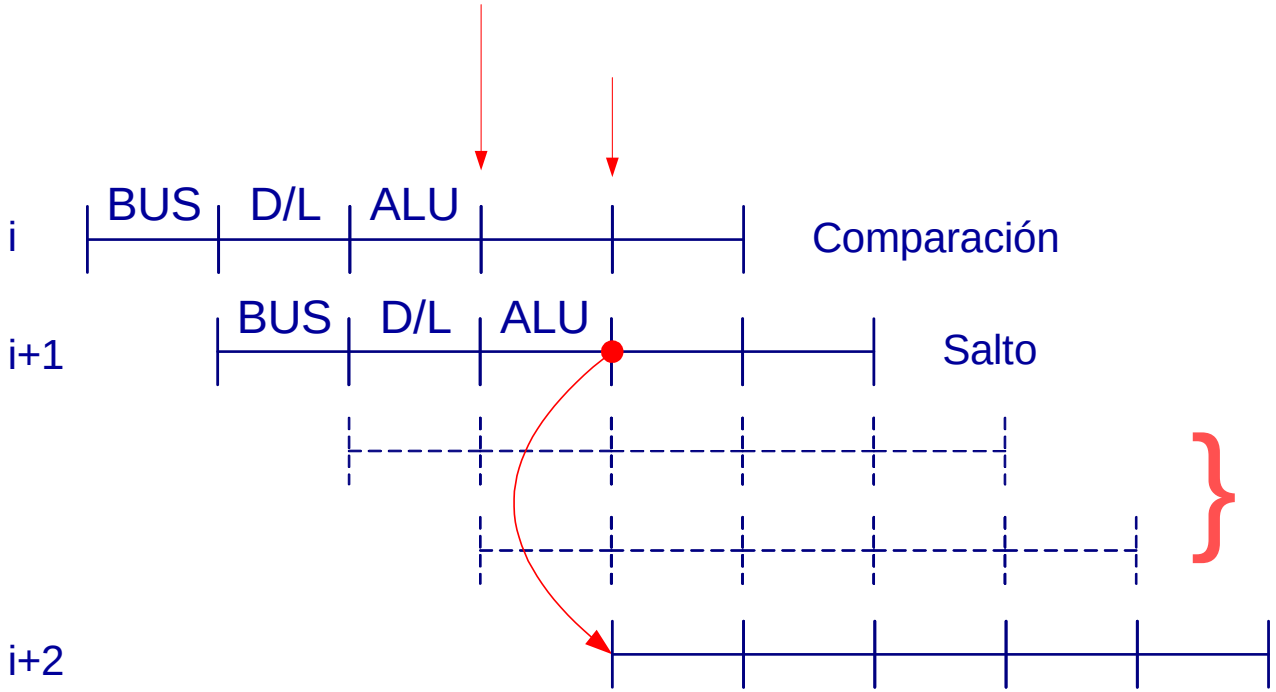
Riesgos de Control

- Problemas con el Control de Flujo
- Saltos en el MIPS R3000
- Métodos de Resolución
  - ✓ Reducción de la Latencia
  - ✓ Predicción de Salto
  - ✓ Salto Retardado

Problemas con el Control de Flujo

- Provocados por las rupturas en la ejecución secuencial de los programas:
  - ✓
  - ✓
- Se traducen en una indeterminación a la hora de emitir las siguientes Instrucciones a ejecutar mientras no se conoce el nuevo punto de ejecución (el resultado del salto)

Saltos en el MIPS R3000

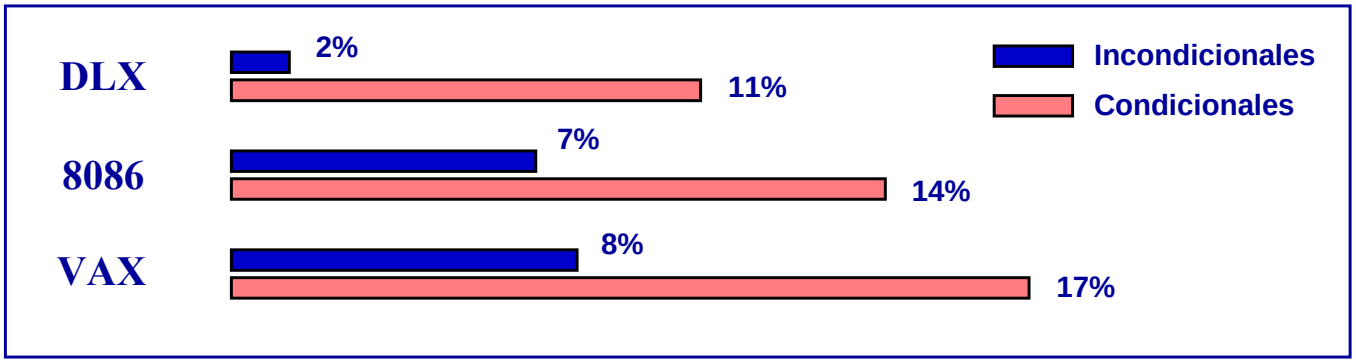


- ✓ **La dirección efectiva del salto no se conoce hasta después de dos ciclos**

  (

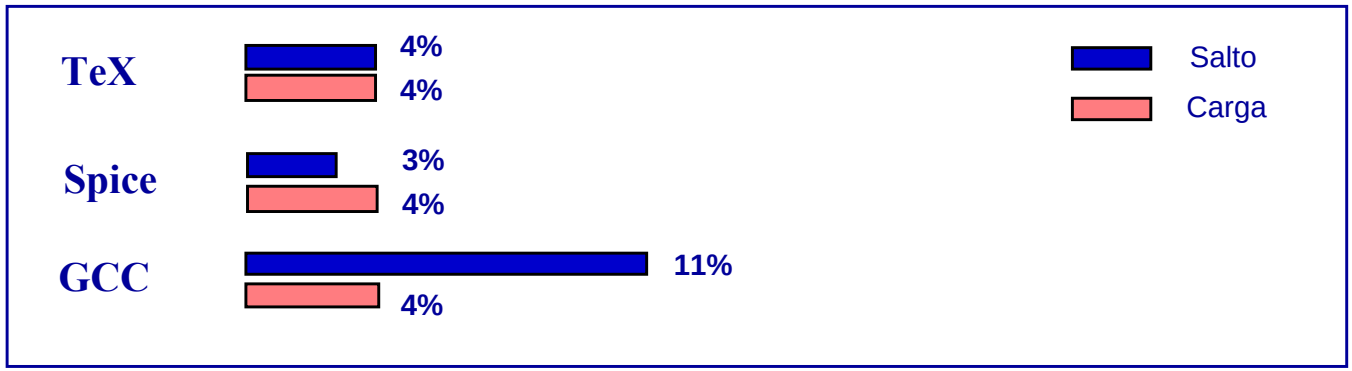
- ✓ **Las instrucciones de salto representan entre el 15 y el 30% del total de instrucciones**

Instrucciones de Control



Frecuencia de instrucciones de control en varias arquitecturas (53% de saltos condicionales efectivos en DLX)

Retardos de Salto



Porcentaje de los ciclos de reloj en los retardos (de carga y salto) frente a los consumidos por ejecución de Instrucciones

Métodos de Resolución

- Parada del cauce (
- Reducción de la Latencia
  - ✓ Anticipar las operaciones que se puedan dentro del proceso de ejecución de las instrucciones de salto
- Efectuar la búsqueda de Instrucciones por las dos ramas
  - ✓ Ahorro del ciclo de búsqueda de instrucción una vez resuelto el salto
- Predicción de Salto
  - ✓ Estática
  - ✓ Dinámica
- Salto Retardado
  - ✓ Hacer visible la latencia al nivel de lenguaje máquina
    (

Reducción de la Latencia

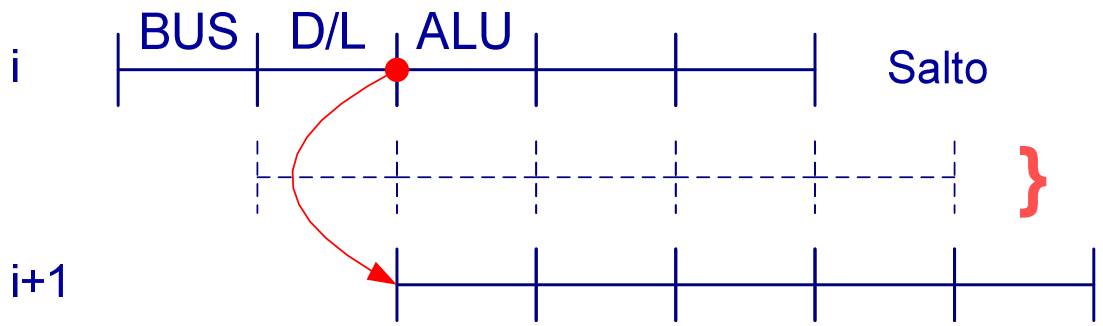
- Averiguar antes si el salto es o no efectivo
- Calcular antes la dirección de destino del salto

Ejemplo:

- ✓ Instrucción de salto que chequea únicamente si el valor de un registro es 0

  ⇒
- ✓ Adición de un sumador a la etapa D/L

  ⇒
- ✓ **Resultado:** reducción de la latencia (HUECO DE RETARDO DE SALTO) a



Predicción de Salto

- Tipos de predicción:
  - ✓ Estática (
  - ✓ Dinámica (
- Predicción SALTO NO EFECTIVO
  - ✓ Se continúa la búsqueda de instrucciones normalmente
  - ✓ Si el salto NO es finalmente efectivo ⇒
  - ✓ Si el salto es finalmente efectivo ⇒
- Predicción SALTO EFECTIVO
  - ✓ Se calcula la dirección destino y se comienza la búsqueda a partir de ella
  - ✓ Si el salto es finalmente efectivo ⇒
  - ✓ Si el salto NO es finalmente efectivo ⇒
  - ✓ Inútil en nuestro cauce (
  - ✓ De aplicación en caso de tener condiciones de salto complejas

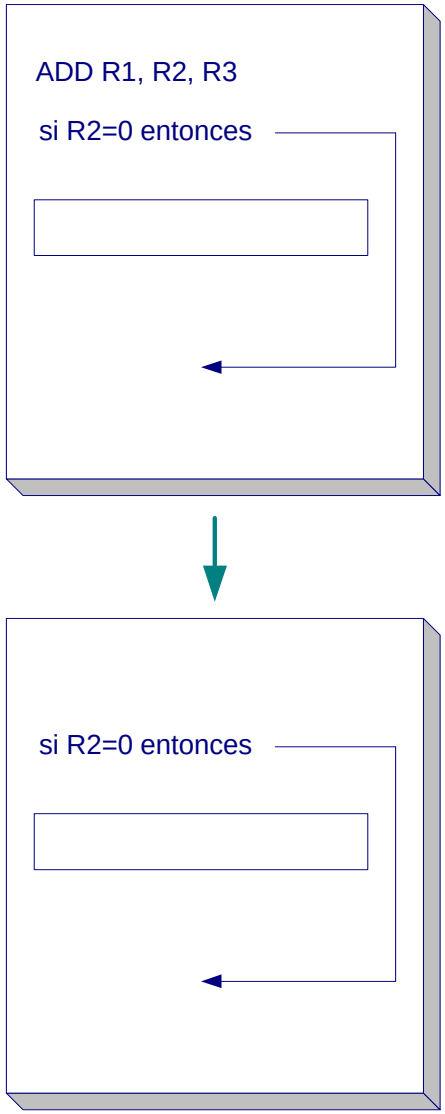
Predicción SALTO NO EFECTIVO

Ciclo de Reloj	1	2	3	4	5	6	7	8	9 ...
Salto NO Efec.	BUS	D-L	EJE	MEM	ESC				
Instrucción i+1		BUS	D-L	EJE	MEM	ESC			
Instrucción i+2			BUS	D-L	EJE	MEM	ESC		
Instrucción i+3				BUS	D-L	EJE	MEM	ESC	
Instrucción i+4					BUS	D-L	EJE	MEM	ESC

Ciclo de Reloj	1	2	3	4	5	6	7	8	9 ...
Salto Efectivo	BUS	D-L	EJE	MEM	ESC				
Instrucción i+1		BUS	BUS	D-L	EJE	MEM	ESC		
Instrucción i+2				BUS	D-L	EJE	MEM	ESC	
Instrucción i+3					BUS	D-L	EJE	MEM	ESC
Instrucción i+4						BUS	D-L	EJE	MEM	ESC

Salto Retardado

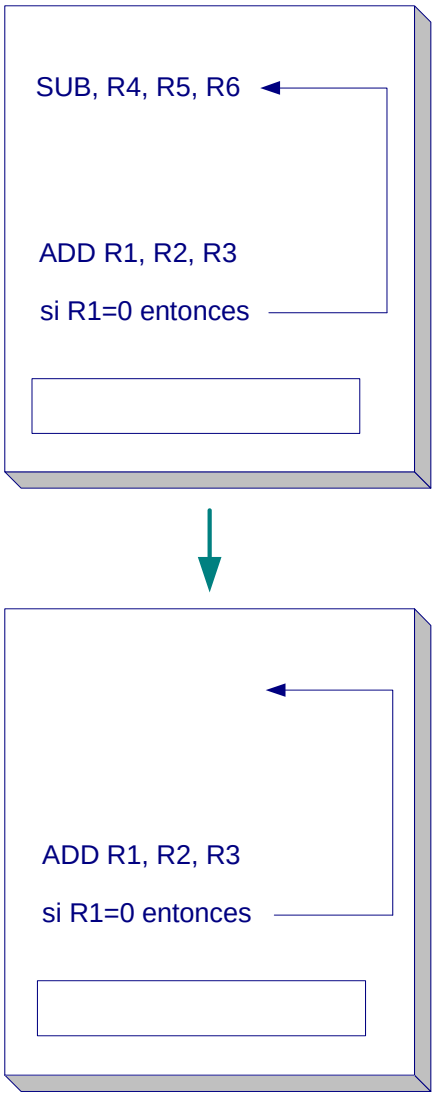
(1) Desde Antes



- ✓ **El hueco se rellena con instrucciones anteriores a la de salto**
- ✓ **Los saltos NO deben depender de las instrucciones replanificadas**
- ✓

Salto Retardado

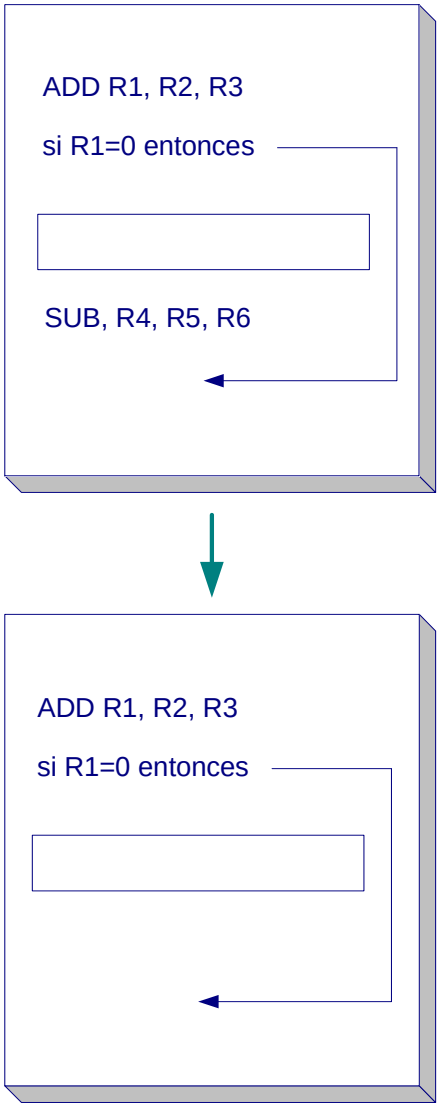
(2) Desde Destino



- ✓ **El hueco se rellena con instrucciones a partir de la dirección de salto**
- ✓ **La ejecución de las instrucciones replanificadas cuando NO es efectivo el salto solo debe implicar trabajo desperdiciado, NUNCA resultados incorrectos**
- ✓ **Puede ser necesario duplicar instrucciones**
- ✓
- ✓

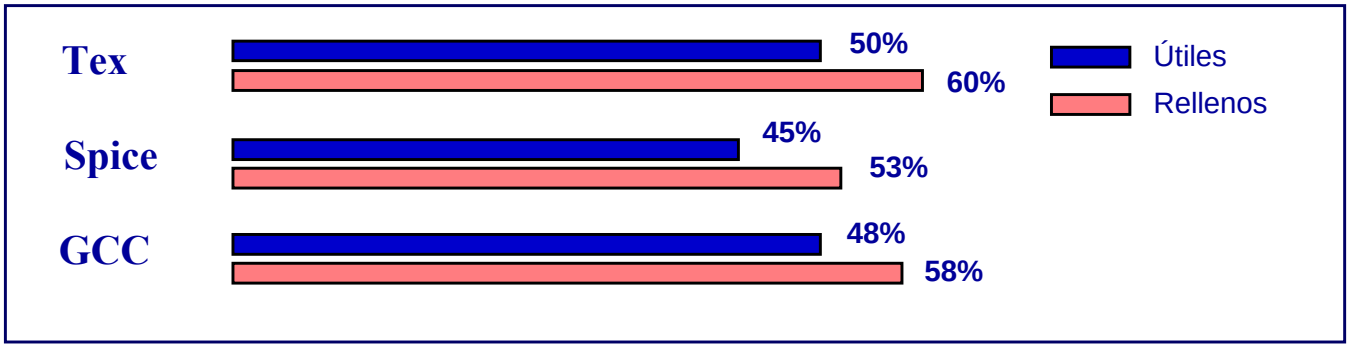
Salto Retardado

(3) Desde Siguiente



- ✓ **El hueco se rellena con instrucciones que siguen a la de salto**
- ✓ **La ejecución de las instrucciones replanificadas cuando es efectivo el salto solo debe implicar trabajo desperdiciado, NUNCA resultados incorrectos**
- ✓

Salto Retardado



Frecuencia con la que se rellenan los huecos de retardo de salto y frecuencia con la que son útiles para la computación

Problema de Riesgos de Control

A partir de las gráficas y datos relativos a riesgos de control para la arquitectura del procesador segmentado visto en clase, y considerando un CPI ideal sin riesgos de 1, se pide:

1) ¿Cuál es la frecuencia total de instrucciones de control?
2) ¿Qué porcentaje de las instrucciones de control cambia realmente el contador de programa?
3) ¿Qué porcentaje medio de saltos retardados hace realmente trabajo útil?
4) Rellenar la tabla siguiente relativa a los costes asociados a varios esquemas de planificación de salto:

Esquema de planificación	Penalización de salto	CPI efectivo o real	Aceleración de la segmentación	Aceleración respecto a la estrategia de detención
1 - Detención	2			
2 - Predicción “salto efectivo”	1			
3 - Predicción “salto no efectivo”	1			
4 - Salto retardado	1			

Solución:

1) (11% de saltos condicionales + 2% de saltos incondicionales)

2)

53% de saltos condicionales efectivos ➔ total de saltos efectivos = (11 * 0.53 + 2)/13 = 0.6

3)

frecuencia media de saltos retardados que realizan trabajo util = (0.50 + 0.45 + 0.48) / 3 = 0.48

4) Aceleración = CPI Ideal * Prof. Seg. / (CPI Ideal + frecuencia saltos * penalización salto)
= 1 x 5 / CPI real
= 5 / CPI real

Detención ➔ CPI real = 1 + 0.13*2 = 1.26 ➔ Aceleración = 5/1.26 =
Pred. efectivo ➔ CPI real = 1 + 0.13*1 = 1.13 ➔ Aceleración =
Pred. no efectivo ➔ CPI real = 1 + (0.13*0.60)*1 = 1.08 ➔ Aceleración =

Salto retardado:

Frecuencia media de saltos retardados que provocan penalización =
1 - frecuencia media de saltos retardados que realizan trabajo util = 1 - 0.48 = 0.52

➔ CPI real = 1 + (0.13*0.52)*1 = 1.07 ➔ Aceleración =

Aceleración de la estrategia n respecto a la 1 = Aceleración de n / Aceleración de 1:

➔ Aceleración 1/1 = 3.97 / 3.97 =
Aceleración 2/1 = 4.43 / 3.97 =
Aceleración 3/1 =
Aceleración 4/1 =