

### Funktionspipelining nach Tomasulo

In einer DLX mit Funktionspipelining befindet sich der nachfolgende Code-Abschnitt in Abarbeitung, dessen Instruktionen sich im angegebenen Instruktionsstatus befinden.

	Befehl	Instruktionsstatus		
		IS	EX	WR
LF	F2, B(R0)	X	X	X
LF	F3, C(R0)	X	X	
MULTF	F1, F2, F3	X		
SUBF	F2, F1, F3	X		
MULTF	F3, F1, F2	X		
SF	C(R0), F3			

Ergänzen Sie entsprechend die Felder in den nachfolgenden Tableaus, welche den Zustand der Tomasulo-Hardware beschreiben:

#### (a) Reservierungsstationen

Station	belegt	Operation	Wert Quelle 1	Wert Quelle 2	Produzent Quelle 1	Produzent Quelle 2
Add1	ja	SUBF			Mult1	Load2
Add2						
Add3						
Mult1	ja	MULTF	(F2)			Load2
Mult2	ja	MULTF			Mult1	Add1

#### (b) Ergebnisregisterbelegung

Register	F1	F2	F3
Station	Mult1	Add1	Mult2
in Arbeit	ja	ja	ja

Einige Takte später befindet sich die Abarbeitung im folgenden Zustand:

	Befehl	Instruktionsstatus		
		IS	EX	WR
LF	F2, B(R0)	X	X	X
LF	F3, C(R0)	X	X	X
MULTF	F1, F2, F3	X	X	
SUBF	F2, F1, F3	X		
MULTF	F3, F1, F2	X		
SF	C(R0), F3	X		

Ergänzen Sie die Tableaus wie bekannt:

(a) Reservierungsstationen

Station	belegt	Operation	Wert Quelle 1	Wert Quelle 2	Produzent Quelle 1	Produzent Quelle 2
Add1	ja	SUBF		(F3)	Mult1	
Add2						
Add3						
Mult1	ja	MULTF	(F2)	(F3)		
Mult2	ja	MULTF			Mult1	Add1

(b) Ergebnisregisterbelegung

Register	F1	F2	F3
Station	Mult1	Add1	Mult2
in Arbeit	ja	ja	ja

### Fragen zur spekulativen Befehlsausführung

- Welche Datenabhängigkeit wurde in Tabelle 0 eingezeichnet (selbst einzeichnen!). Kommt diese Abhängigkeit zum Tragen?
- Wann wird im FP-Register Status (Tabelle 3) ein Register auf not-busy gesetzt?

### Spekulative Befehlsausführung

In einer DLX mit hardware-basierter Spekulation befindet sich der folgende Code-Abschnitt in Ausführung, wobei die Instruktionen den jeweils angegebenen Instruktionsstatus abgeschlossen haben:

Instruktion	Instruktionsstatus			
	IS	EX	WR	CO
LD F2, B(R0)	X	X	X	X
LD F4, C(R0)	X	X	X	X
MULTD F0, F2, F4	X	X	X	
SUBD F2, F0, F4	X	X		
MULTD, F4, F0, F2	X			
SD C(R0), F4	X			

Ergänzen Sie entsprechend die Felder in den folgenden Tabellen, welche den Zustand der Hardware für spekulative Befehlsausführung beschreiben:

Station	busy	Operation	Vj	Vk	Qj	Qk	Dest
Add1	ja	SUBD	#3	Regs (F4)			#4
Add2							
Add3							
Mult1	ja	MULTD	Regs (F2)	Regs (F4)			#3
Mult2	ja	MULTD	#3			#4	#5

**Tabelle 1: Reservierungsstationen**

Entry No.	busy	Instruction	Status	Dest	Value
1	no	LD F2, B(R0)	CO	F2	Mem[B(R0)]
2	no	LD F4, C(R0)	CO	F4	Mem[C(R0)]
3	yes	MULTD F0, F2, F4	WR	F0	(F2) * (F4)
4	yes	SUBD F2, F0, F4	EX	F2	
5	yes	MULTD F4, F0, F2	IS	F4	
6	yes	SD C(R0), F4	IS	Mem[C(R0)]	

**Tabelle 2: Reorder Buffer**

Register	F0	F2	F4	F6
Reorder-Nr.	#3	#4	#5	/
Busy:	yes	yes	yes	no

**Tabelle 3: FP-Register Status**