

3.14(a)

时钟周期	未调度		调度	
1	DADDIU	R4, R1, #800	DADDIU	R4, R1, #800
2	L.D	F2, O(R1)	L.D	F2, O(R1)
3	Stall		L.D	F6, O(R2)
4	MUL.D	F4, F2, F0	MUL.D	F4, F2, F0
5	L.D	F6, O(R2)	DADDIU	R1, R1, #8
6	Stall		DADDIU	R2, R2, #8
7	Stall		DSLTU	R3, R1, R4
8	Stall		Stall	
9	Stall		Stall	
10	ADD.D	F6, F4, F6	ADD.D	F6, F4, F6
11	Stall		Stall	
12	Stall		Stall	
13	Stall		BNEZ	R3, foo
14	S.D	F6, O(R2)	S.D	F6, O(R2)
15	DADDIU	R1, R1, #8		
16	DADDIU	R2, R2, #8		
17	DSLTU	R3, R1, R4		
18	Stall			
19	BNEZ	R3, foo		
20	Stall			

未调度时时钟周期为19，调度后时钟周期为13，因此调度后比未调度快约31.6%，所以处理器时钟频率应加快31.6%

3.14(b)

时钟周期	未调度	
1	DADDIU	R4, R1, #800
2	L.D	F2, O(R1)
3	L.D	F6, O(R2)
4	MUL.D	F4, F2, F0

展开方式合理即可，消除开销需要循环展开3次，每个元素执行时间为19/3

3.15

迭代	指令	发射	执行/M访问	写回	备注
1	L.D F2, 0 (R1)	1	2	3	
1	MUL.D F4,F2,F0	2	4	19	等待F2写回
1	L.D F6,0(R2)	3	4	5	
1	ADD.D F6,F4,F6	4	20	30	等待F4
1	S.D F6,0(R2)	5	31	*	等待F6
1	DADDIU R1,R1,#8	6	7	8	
1	DADDIU R2,R2,#8	7	8	9	
1	DSL TU R3,R1,R4	8	9	10	整型指令
1	BNEZ R3,FOO	9	11	*	等待R3
2	L.D F2, 0 (R1)	10	12	13	等待跳转
2	MUL.D F4,F2,F0	11	19	34	乘法器busy
2	L.D F6,0(R2)	12	13	14	
2	ADD.D F6,F4,F6	13	35	45	等待F4
2	S.D F6,0(R2)	14	46	*	

EX和MEM在同一个时钟周期内完成，两个阶段可合并

3.15

迭代	指令	发射	执行	写回	备注
2	DADDIU R1,R1,#8	15	16	17	
2	DADDIU R2,R2,#8	16	17	18	
2	DSLTU R3,R1,R4	17	18	19	
2	BNEZ R3,FOO	18	20	*	等待R3
3	L.D F2, 0 (R1)	19	21	22	
3	MUL.D F4,F2,F0	20	34	49	乘法器busy
3	L.D F6,0(R2)	21	22	23	
3	ADD.D F6,F4,F6	22	50	60	等待F4
3	S.D F6,0(R2)	23	61	*	等待F6
3	DADDIU R1,R1,#8	24	25	26	
3	DADDIU R2,R2,#8	25	26	27	
3	DSLTU R3,R1,R4	26	27	28	
3	BNEZ R3,FOO	27	29	*	等待R3

第1次迭代的时钟周期数为 $31 - 1 + 1 = 31$,
 第2次迭代的时钟周期数为 $46 - 10 + 1 = 37$,
 第3次迭代的时钟周期数为 $61 - 19 + 1 = 43$ 。