

2. 12	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
	L_1					
	L_2					
	L_3	RAW				
	L_4	WAW				
	L_5		RAW	RAW		
	L_6					

4. 12 (1) $S = \frac{T_B}{T_A} = \frac{0.6 \times \frac{8+3}{8}}{1 \times \frac{5+1}{5}} = \frac{11}{16}$

(2) A处理器 $CPI_A = \frac{\text{Cycles}}{\text{Insts}} = \frac{N + 2 \times 20\% N \times 5\%}{N} = 1.02$

B处理器 $CPI_B = \frac{\text{Cycles}}{\text{Insts}} = \frac{N + 20\% N \times 5\% \times 5}{N} = 1.05$

6. 12 (1) $ld\ a1, 0(a2)$ 与 $addi\ a1, a1, 1$ 中 $a1$ 数据相关, 可能导致 RAW
 $addi\ a1, a1, 1$ 与 $sd\ a1, 0(a2)$ 中 $a1$ 数据相关, 可能导致 RAW
 $addi\ a2, a2, 4$ 与 $sub\ a4, a3, a2$ 中 $a2$ 数据相关, 可能导致 RAW
 $sub\ a4, a3, a2$ 与 $bnez\ a4, Loop$ 中 $a4$ 数据相关, 可能导致 RAW
 $sd\ a1, 0(a2)$ 与 $addi\ a2, a2, 4$ 中 $a2$ 数据相关, 可能导致 RAW

指令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB										
addi a1, a1, 1		IF	ID	S	S	EX	MEM	WB							
sd a1, 0(a2)			IF	S	S	ID	SS	EX	MEM	WB					
ldi a2, a2, 4						IF	SS	ID	EX	MEM	WB				
sub a4, a3, a2								IF	ID	S	S	EX	MEM	WB	
bnez a4, Loop									IF	S	S	ID	S	S	EX MEM

指令	16	17
bnez a4, Loop	WB	

ld a1, 0(a2) IF

一共需要周期数 $18 \times 25 = 450$ 个

指令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ld a1, 0(a2)	IF	ID	EX	MEM	WB						
addi a1, a1, 1		IF	ID	EX	MEM	WB					✓
sd a1, 0(a2)			IF	ID	EX	MEM	WB				✓
ldi a2, a2, 4				IF	ID	EX	MEM	WB			
sub a4, a3, a2					IF	ID	EX	MEM	WB		✓
bnez a4, Loop						IF	ID	EX	MEM	WB	✓
ld a1, 0(a2)										IF	

一共需要周期 $10 \times 25 = 250$ 个

(2) 分支预测后在 bnez 指令的 EX 阶段就可以取下一条指令

因此一共需要 $7 \times 25 + 3 = 178$ 个

8.14	11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ld a1, 0(a2)	IF1	IF2	ID1	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2												
addi a1, a1, 1		IF1	IF2	ID1	ID2	S	S	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2								
sd a1, 0(a2)			IF1	IF2	ID1	S	S	S	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2						
addi a2, a2, 4				IF1	IF2	S	S	S	ID1	S	ID2	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2					
sub a4, a3, a2					IF1	S	S	S	IF2	S	ID1	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2			
bne3 a4, a5, loop						S	S	S	IF1	S	IF2	ID1	S	ID2	S	EX1	EX2	M1	M2	WB1	WB2	
ld a1, 0(a2)																	IF1					

共需要 $15 \times 25 + 6 = 381$

第6题 $CPI = \frac{450}{6 \times 25} = 3$

第7题 无分支预测 $CPI = \frac{250}{6 \times 25} = \frac{5}{3}$

第7题 有分支预测 $CPI = \frac{178}{6 \times 25} = 1.19$

第8题 $CPI = \frac{381}{25 \times 6} = 2.54$

15. 解: 111
 add addi ld sd bne jal jalr
 是否需要周期 是 否 否 否 是 否 否
 (12) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

lw a4, 0(a3) IF ID EX MEM WB
 addw a1, a4, a1 IF ID S S ID EX MEM WB
 addiw a2, a2, 1 IF S S S ID EX MEM WB
 addiw a3, a3, 4 S S S IF ID EX MEM WB
 bnez a2, Loop IF ID S EX MEM WB 则单次需要13个周期

(13) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

lw a4, 0(a3) IF ID EX MEM WB
 addw a1, a4, a1 IF ID S ID EX MEM WB
 addiw a2, a2, 1 IF S S ID EX MEM WB
 addiw a3, a3, 4 S S IF ID EX MEM WB
 bnez a2, Loop IF ID EX MEM WB 则单次需要11个周期