

	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$L_5$	$L_6$	
$L_1$	-						
$L_2$		-	-				
$L_3$	RAW	-					
$L_4$		WAR	-				
$L_5$			RAW	-			
$L_6$				WAW	-		

$$7. \text{ CPI}_A = \frac{1x}{5} \quad T_A = \frac{(5+5-1+1) \times 1}{5} = 1.2 \text{ ns/instruction} \quad F = \frac{1}{T_B} = \frac{T_A}{T_B} = 1.21$$

$$(2) \text{ CPI}_B = \frac{5+5-1+1}{5} = 2 \quad T_B = \frac{(12+8-1+3) \times 0.6}{8} = 1.65 \text{ ns/instruction} \quad \text{CPI}'_A = \text{CPI}_A (0.8 + 0.2 (1 \times 0.95 + (1+2) \times 0.05))$$

$$\text{CPI}_B = \frac{12+8-1+3}{8} = 2.75 \quad = 1.02 \times 2 = 2.04$$

$$\text{CPI}'_B = \text{CPI}_B (0.8 + 0.2 (1 \times 0.95 + (1+5) \times 0.05)) \\ = 1.05 \times 2.75 = 2.8875$$

6. (1). ld a1, 0(a2)

① ld 的 WB 阶段将 a2 值加载到 a1 中, addi 的 EX 阶段需要读取 a1

addi a1, a1, 1 是, RAW 冲突

sd a1, 0(a2) ② addi 的 WB 阶段将 (a1+1) 写回 a1, 而 sd 的 EX 阶段需要读取 a1, RAW

addi a2, a2, 4 ③ addi(2) 的 WB 阶段将 a2 写回 a2, 而 sub 的 EX 阶段读取 a2, RAW

sub a4, a3, a2 ④ bneq EX 阶段读取 a4, sub WB 阶段写回 a4, RAW

bneq a4, loop. ⑤ addi 读取 a2, sd 中 a2 为旧值返回

(2)

ld IF ID EX MEM WB  
addi IF ID S S EX MEM WB  
sd IF S S ID S S EX MEM WB  
add S IF S S ID S S EX MEM WB  
sub S IF S S S S S EX MEM WB  
bneq IF ID S EX  
MEM  
WB

7. (1)

ld IF ID EX MEM WB  
addi IF ID S EX MEM WB  
sd IF S ID EX MEM WB  
add S IF ID S EX MEM WB  
sub IF S ID EX MEM WB  
bneq IF ID EX MEM WB  
bneq IF

(2). 各固定分支预测于 IF 指口  $12 + 19 \times 8 = 164$  个指空周期

8. (1)

ld  $IF_1 IF_2 ID_1 ID_2 EX_1 EX_2 M_1 M_2 WB_1 WB_2$

addi  $IF_1 IF_2 ID_1 ID_2 S_1 S_2 EX_1 EX_2 M_1 M_2 WB_1 WB_2$

sd  $IF_1 IF_2 ID_1 S_1 S_2 ID_2 3 EX_1 EX_2 M_1 M_2 WB_1 WB_2$

addi  $IF_1 IF_2 S_1 S_2 ID_1 S_1 ID_2 S_2 EX_1 EX_2 M_1 M_2 WB_1 WB_2$

sub  $IF_1 S_1 S_2 IF_2 S_1 ID_1 S_2 S_3 ID_2 S_4 EX_1 EX_2 M_1 M_2 WB_1 WB_2$

bne  $IF_1 S_1 IF_2 S_2 S_3 ID_1 S_4 ID_2 S_5 EX_1 EX_2 M_1 M_2 WB_1 WB_2$

loop  $IF$

共  $19 \times 10 + 24 = 214$  个时钟周期

$$(2). CP_{I6-2} = \frac{400}{6 \times 20} = 3.33 \quad CP_{I7-2} = \frac{164}{6 \times 20} = 1.31$$

$$CP_{I7-1} = \frac{2400}{6 \times 20} = 2 \quad CP_{I8-1} = \frac{24}{6 \times 20} = 1.78$$

19. (1) add addi ld sd bne jal jalr

是 否 否 是 是 否 否

(2)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

lw IF ID EX MEM WB 12个周期

addw IF ID<sub>1</sub> ID<sub>2</sub> S EX MEM WB

addiw IF ID EX MEM WB

bnez If S ID EX MEM WB

(3).

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

IN IF ID EX MEM WB 10个周期

addw IF ID S EX MEM WB

addw IF ID EX MEM WB

addw IF LD EX MEM WB

bnez IF LD EX MEM WB