

Homework Assignment 3 of Computer Architecture

A.1

a.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
LW	IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB																	
ADD					IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB													
ADD									IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB									
SW										IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB								
ADDI											IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB							
BNE															IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB			
LW																		IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB

do 100 times, total cost :
 $99 \cdot 17 + 21$ cycles = 1704 cycles

b.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
LW	IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB											
ADD				IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB								
ADD					IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB							
SW						IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB						
ADDI							IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB					
BNE									IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB			
LW												IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB

do 100 times, total cost :
 $99 \cdot 11 + 15$ cycles = 1104 cycles

c.

reorder

```

loop : LW R6, 0(R2)
      ADDI R2, R2, #4
      SW R10, 0(R2)
      ADD R5, R6, R6
      BNE R3, R2, loop
      ADD R10, R6, R5
  
```

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
LW	IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB						
ADDI		IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB					
SW			IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB				
ADD				IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB			
BNE					IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB		
ADD						IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB	
LW							IF0	IF1	ID	EX	M0	M1	WB

do 100 times, total cost :

$6 \cdot 99 + 12 = 606$ cycles

A.2

a.

total :

$99 \cdot 22 + 24 = 2202$ cycles

0	1	2	3	4	5	6	7... 13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
LD	IF	ID	EX	ME	WB																
LD		IF	ID	EX	ME	WB															
MUL			IF	S	S	ID	EX	ME	WB												
ADD						IF	S	S	ID	EX	EX	EX	EX	ME	WB						
DAD DUI									IF	ID	EX	ME	WB								
DAD DUI										IF	ID	EX	ME	WB							
DSU BU											IF	ID	S	EX	ME	WB					
BNE												IF	S	ID	S	EX	ME	WB			
LD																	IF	ID	EX	ME	WB

b.

total :

$$18 \times 99 + 20 = 1802$$

0	1	2	3	4	5	6	7... 12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
LD	IF	ID	EX	ME	WB													
LD		IF	ID	EX	ME	WB												
MUL			IF	ID	EX	EX	EX	ME	WB									
ADD				IF	ID	S	S	EX	EX	EX	EX	ME	WB					
DADD UI					IF	S	S	ID	EX	ME	WB							
DADD UI								IF	ID	EX	ME	WB						
DSUB U									IF	ID	S	EX	ME	WB				
BNE										IF	ID	S	EX	ME	WB			
LD														IF	ID	EX	ME	WB

A.3

With branch hazards :

$$CPI = 1$$

Without branch hazards :

$$CPI = 1 + 1 \times 1\% + 2 \times 15\% \times 60\% + 1 \times 15\% \times 40\% = 1.25$$

Speedup :

$$1.25/1 = 1.25$$