

Άσκηση 1^η – Μέρος Α

```
LOOP:   lw   $s0, 0($s3)
        slt  $t0, $s1, $s2
        beq  $t0, $zero, EXIT
I_LOOP: addi $s1, $s1, 1
        sll  $t0, $s1, 2
        add  $t0, $s3, $t0
        lw   $t1, 0($t0)
        slt  $t0, $t1, $s0
        bne  $t0, $zero, I_LOOP
J_LOOP: addi $s2, $s2, -1
        sll  $t0, $s2, 2
        add  $t0, $s3, $t0
        lw   $t1, 0($t0)
        slt  $t0, $s0, $t1
        bne  $t0, $zero, J_LOOP
        slt  $t0, $s1, $s2
        beq  $t0, $zero, LOOP
        sll  $a0, $s1, 2
        add  $a0, $a0, $s3
        sll  $a1, $s2, 2
        add  $a1, $a1, $s3
        jal  swap
        j    LOOP
EXIT:   add  $s4, $s2, $zero
```

Ζητούμενο: Δίνεται το παρακάτω πρόγραμμα σε C καθώς και μια μετάφραση του σε assembly MIPS. Η διεύθυνση του πρώτου στοιχείου του πίνακα A είναι αποθηκευμένη στον καταχωρητή \$s3. Συμπληρώστε τα κενά. Σας υπενθυμίζουμε ότι ο καταχωρητής \$0 (ή \$zero) είναι πάντα μηδέν.

```
        $s3
int A[N];
int left = -1, int right = N;
int pivot, res;

        $s0
pivot = A[0];

        $s1        $s2
while (left < right) {
    while (A[++left] < pivot);
    while (A[--right] > pivot);

    if (left < right)
        swap(&A[left], &A[right]);
}
$s4
res = right
```

2^η Άσκηση

Δεδομένα

Έχουμε ένα loop...

```
LOOP: LW      $t2, 0($t1)
      ADDI   $t2, $t2, 4
      SW     $t2, 0($t1)
      LW     $t5, 0($t2)
      ADD    $t3, $t4, $t5
      LW     $t4, 0($t5)
      ADD    $t5, $t4, $t3
      ADDI   $t9, $t9, -4
      BNE   $t9, $t1, LOOP
```

2^η Άσκηση

Δεδομένα

Έχουμε ένα loop...

```
LOOP: LW      $t2, 0($t1)
      ADDI   $t2, $t2, 4
      SW     $t2, 0($t1)
      LW     $t5, 0($t2)
      ADD    $t3, $t4, $t5
      LW     $t4, 0($t5)
      ADD    $t5, $t4, $t3
      ADDI   $t9, $t9, -4
      BNE   $t9, $t1, LOOP
```

και αυτή την αρχική κατάσταση

\$t9 = 0x2000, \$t1 = 0x1000

- Δεν υπάρχει cache miss
- Cache hit σε 1cc
- branches γίνονται resolve στο EX stage

2^η Άσκηση

```
LOOP: LW      $t2, 0($t1)
      ADDI   $t2, $t2, 4
      SW     $t2, 0($t1)
      LW     $t5, 0($t2)
      ADD    $t3, $t4, $t5
      LW     $t4, 0($t5)
      ADD    $t5, $t4, $t3
      ADDI   $t9, $t9, -4
      BNE   $t9, $t1, LOOP
```

$\$t9 = 0x2000, \$t1 = 0x1000$

$\$t9 = 2000, 1FFC, 1FF8, \dots, 1000$

Ο βρόχος θα εκτελεστεί $1000_{<16>} / 4_{<10>} = 2^{10}_{<10>} = 1024$ φορές.

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

1^ο Ζητούμενο : Για το 1^ο LOOP (μέχρι και το lw του 2^{ου} LOOP)

Να δείξετε τα **διάφορα στάδια του pipeline** (διάγραμμα χρονισμού) που περνάνε οι εντολές. Υποθέστε ότι η αρχιτεκτονική δε διαθέτει σχήμα προώθησης.

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM	WB		
Εντολή 2		IF	ID	EX	MEM	WB	
Εντολή 3			...	...	...	...	...
...							

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>																									
ADDI \$t2, \$t2, 4																										
SW \$t2, 0(\$t1)																										
LW \$t5, 0(\$t2)																										
ADD \$t3, \$t4, \$t5																										
LW \$t4, 0(\$t5)																										
ADD \$t5, \$t4, \$t3																										
ADDI \$t9, \$t9, -4																										
BNE \$t9, \$t1, LOOP																										
LW \$t2, 0(\$t1)																										

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>																								
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>																								
SW \$t2, 0(\$t1)																										
LW \$t5, 0(\$t2)																										
ADD \$t3, \$t4, \$t5																										
LW \$t4, 0(\$t5)																										
ADD \$t5, \$t4, \$t3																										
ADDI \$t9, \$t9, -4																										
BNE \$t9, \$t1, LOOP																										
LW \$t2, 0(\$t1)																										

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>																							
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>																							
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>																							
LW \$t5, 0(\$t2)																										
ADD \$t3, \$t4, \$t5																										
LW \$t4, 0(\$t5)																										
ADD \$t5, \$t4, \$t3																										
ADDI \$t9, \$t9, -4																										
BNE \$t9, \$t1, LOOP																										
LW \$t2, 0(\$t1)																										

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>																							
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>																							
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>																							
LW \$t5, 0(\$t2)																										
ADD \$t3, \$t4, \$t5																										
LW \$t4, 0(\$t5)																										
ADD \$t5, \$t4, \$t3																										
ADDI \$t9, \$t9, -4																										
BNE \$t9, \$t1, LOOP																										
LW \$t2, 0(\$t1)																										

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-																						
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-																						
LW \$t5, 0(\$t2)																										
ADD \$t3, \$t4, \$t5																										
LW \$t4, 0(\$t5)																										
ADD \$t5, \$t4, \$t3																										
ADDI \$t9, \$t9, -4																										
BNE \$t9, \$t1, LOOP																										
LW \$t2, 0(\$t1)																										

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-																						
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-																						
LW \$t5, 0(\$t2)																											
ADD \$t3, \$t4, \$t5																											
LW \$t4, 0(\$t5)																											
ADD \$t5, \$t4, \$t3																											
ADDI \$t9, \$t9, -4																											
BNE \$t9, \$t1, LOOP																											
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																							
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>																						
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>																						
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>																						
ADD \$t3, \$t4, \$t5																												
LW \$t4, 0(\$t5)																												
ADD \$t5, \$t4, \$t3																												
ADDI \$t9, \$t9, -4																												
BNE \$t9, \$t1, LOOP																												
LW \$t2, 0(\$t1)																												

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																							
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>																						
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>																						
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>																						
ADD \$t3, \$t4, \$t5																												
LW \$t4, 0(\$t5)																												
ADD \$t5, \$t4, \$t3																												
ADDI \$t9, \$t9, -4																												
BNE \$t9, \$t1, LOOP																												
LW \$t2, 0(\$t1)																												

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																					
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-																			
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-																			
ADD \$t3, \$t4, \$t5																										
LW \$t4, 0(\$t5)																										
ADD \$t5, \$t4, \$t3																										
ADDI \$t9, \$t9, -4																										
BNE \$t9, \$t1, LOOP																										
LW \$t2, 0(\$t1)																										

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-																			
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-																			
ADD \$t3, \$t4, \$t5																											
LW \$t4, 0(\$t5)																											
ADD \$t5, \$t4, \$t3																											
ADDI \$t9, \$t9, -4																											
BNE \$t9, \$t1, LOOP																											
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>																		
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>																		
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>																		
LW \$t4, 0(\$t5)																											
ADD \$t5, \$t4, \$t3																											
ADDI \$t9, \$t9, -4																											
BNE \$t9, \$t1, LOOP																											
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																							
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																				
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>																		
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>																		
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>																		
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>																		
ADD \$t5, \$t4, \$t3																												
ADDI \$t9, \$t9, -4																												
BNE \$t9, \$t1, LOOP																												
LW \$t2, 0(\$t1)																												

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																							
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																				
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>																		
LW \$t5 , 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>																		
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>																		
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>																		
ADD \$t5, \$t4, \$t3																												
ADDI \$t9, \$t9, -4																												
BNE \$t9, \$t1, LOOP																												
LW \$t2, 0(\$t1)																												

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																							
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																				
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																	
LW \$t5 , 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>																	
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-																	
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-																	
ADD \$t5, \$t4, \$t3																												
ADDI \$t9, \$t9, -4																												
BNE \$t9, \$t1, LOOP																												
LW \$t2, 0(\$t1)																												

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5 , 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-															
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-															
ADD \$t5, \$t4, \$t3																											
ADDI \$t9, \$t9, -4																											
BNE \$t9, \$t1, LOOP																											
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>														
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>														
ADD \$t5, \$t4, \$t3													<i>F</i>														
ADDI \$t9, \$t9, -4																											
BNE \$t9, \$t1, LOOP																											
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5,0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3,\$t4,\$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>													
LW \$t4,0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>													
ADD \$t5,\$t4,\$t3													<i>F</i>	<i>D</i>													
ADDI \$t9,\$t9,-4														<i>F</i>													
BNE \$t9,\$t1,LOOP																											
LW \$t2,0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>													
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>													
ADD \$t5, \$t4, \$t3													<i>F</i>	<i>D</i>													
ADDI \$t9, \$t9, -4														<i>F</i>													
BNE \$t9, \$t1, LOOP																											
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																					
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																		
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>														
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>											
ADD \$t5, \$t4, \$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-											
ADDI \$t9, \$t9, -4														<i>F</i>	-											
BNE \$t9, \$t1, LOOP																										
LW \$t2, 0(\$t1)																										

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4 , 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5, \$t4 , \$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-											
ADDI \$t9, \$t9, -4														<i>F</i>	-	-											
BNE \$t9, \$t1, LOOP																											
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5,0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3,\$t4,\$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4,0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5,\$t4,\$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>										
ADDI \$t9,\$t9,-4														<i>F</i>	-	-	<i>D</i>										
BNE \$t9,\$t1,LOOP																	<i>F</i>										
LW \$t2,0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5,0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3,\$t4,\$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4,0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5,\$t4,\$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>									
ADDI \$t9,\$t9,-4															<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>								
BNE \$t9,\$t1,LOOP																		<i>F</i>	<i>D</i>								
LW \$t2,0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5, \$t4, \$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>									
ADDI <i>\$t9</i> , \$t9, -4														<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>									
BNE <i>\$t9</i> , \$t1, LOOP																	<i>F</i>	<i>D</i>									
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5, \$t4, \$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>								
ADDI <i>\$t9</i> , \$t9, -4														<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>								
BNE <i>\$t9</i> , \$t1, LOOP																	<i>F</i>	<i>D</i>	-								
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3, \$t4, \$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4, 0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5, \$t4, \$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>								
ADDI <i>\$t9</i> , \$t9, -4														<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>							
BNE <i>\$t9</i> , \$t1, LOOP																	<i>F</i>	<i>D</i>	-	-							
LW \$t2, 0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5,0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3,\$t4,\$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4,0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5,\$t4,\$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>								
ADDI \$t9,\$t9,-4															<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>						
BNE \$t9,\$t1,LOOP																	<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>						
LW \$t2,0(\$t1)																											

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5,0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3,\$t4,\$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4,0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5,\$t4,\$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>								
ADDI \$t9,\$t9,-4															<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>						
BNE \$t9,\$t1,LOOP																	<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>					
LW \$t2,0(\$t1)																											<i>F</i>

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5,0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3,\$t4,\$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4,0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5,\$t4,\$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>								
ADDI \$t9,\$t9,-4															<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>						
BNE \$t9,\$t1,LOOP																	<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>				
LW \$t2,0(\$t1)																							<i>F</i>	<i>D</i>			

2^η Άσκηση – 1^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																						
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																			
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>																
LW \$t5,0(\$t2)						<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>															
ADD \$t3,\$t4,\$t5									<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
LW \$t4,0(\$t5)										<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>											
ADD \$t5,\$t4,\$t3													<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>								
ADDI \$t9,\$t9,-4															<i>F</i>	-	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>						
BNE \$t9,\$t1,LOOP																	<i>F</i>	<i>D</i>	-	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>				
LW \$t2,0(\$t1)																							<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>

Σύνολο κύκλων: $21 * 1023 + 23 = 21506$

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

2^ο Ζητούμενο : Για το 1^ο LOOP (μέχρι και το lw του 2^{ου} LOOP)

Να δείξετε τα **διάφορα στάδια του pipeline** (διάγραμμα χρονισμού) που περνάνε οι εντολές. Υποθέστε τώρα ότι η αρχιτεκτονική διαθέτει σχήμα προώθησης.

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM	WB		
Εντολή 2		IF	ID	EX	MEM	WB	
Εντολή 3			...	...	...	...	...
...							

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>																		
ADDI \$t2, \$t2, 4																			
SW \$t2, 0(\$t1)																			
LW \$t5, 0(\$t2)																			
ADD \$t3, \$t4, \$t5																			
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>																	
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>																	
SW \$t2, 0(\$t1)																			
LW \$t5, 0(\$t2)																			
ADD \$t3, \$t4, \$t5																			
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>																
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>																
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)																			
ADD \$t3, \$t4, \$t5																			
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>																
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>																
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>																
LW \$t5, 0(\$t2)																			
ADD \$t3, \$t4, \$t5																			
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>															
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-															
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-															
LW \$t5, 0(\$t2)																			
ADD \$t3, \$t4, \$t5																			
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X														
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D														
LW \$t5, 0(\$t2)					F														
ADD \$t3, \$t4, \$t5																			
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X														
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D														
LW \$t5, 0(\$t2)					F														
ADD \$t3, \$t4, \$t5																			
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>														
ADDI \$t2, \$t2, 4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	<i>X</i>	<i>M</i>													
SW \$t2, 0(\$t1)			<i>F</i>	-	<i>D</i>	<i>X</i>													
LW \$t5, 0(\$t2)					<i>F</i>	<i>D</i>													
ADD \$t3, \$t4, \$t5						<i>F</i>													
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M													
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X													
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D													
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F													
LW \$t4, 0(\$t5)																			
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X												
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D												
LW \$t4, 0(\$t5)							F												
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X												
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D												
LW \$t4, 0(\$t5)							F												
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M											
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-											
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-											
ADD \$t5, \$t4, \$t3																			
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X										
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D										
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F										
ADDI \$t9, \$t9, -4																			
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2,0(\$t1)	<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>														
ADDI \$t2,\$t2,4		<i>F</i>	<i>D</i>	-	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>												
SW \$t2,0(\$t1)			<i>F</i>	-	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>												
LW \$t5,0(\$t2)					<i>F</i>	<i>D</i>	<i>X</i>	<i>M</i>	<i>W</i>										
ADD \$t3,\$t4,\$t5						<i>F</i>	<i>D</i>	-	<i>X</i>	<i>M</i>									
LW \$t4,0(\$t5)							<i>F</i>	-	<i>D</i>	<i>X</i>									
ADD \$t5,\$t4,\$t3									<i>F</i>	<i>D</i>									
ADDI \$t9,\$t9,-4										<i>F</i>									
BNE \$t9,\$t1,LOOP																			
LW \$t2,0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X	M									
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D	X									
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F	D									
ADDI \$t9, \$t9, -4										F									
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D	X	M								
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F	D	-								
ADDI \$t9, \$t9, -4										F	-								
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D	X	M								
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F	D	-								
ADDI \$t9, \$t9, -4										F	-								
BNE \$t9, \$t1, LOOP																			
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D	X	M	W							
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F	D	-	X							
ADDI \$t9, \$t9, -4										F	-	D							
BNE \$t9, \$t1, LOOP												F							
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2,0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2,\$t2,4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2,0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5,0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3,\$t4,\$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4,0(\$t5)							F	-	D	X	M	W							
ADD \$t5,\$t4,\$t3									F	D	-	X	M						
ADDI \$t9,\$t9,-4										F	-	D	X						
BNE \$t9,\$t1,LOOP												F	D						
LW \$t2,0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D	X	M	W							
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F	D	-	X	M						
ADDI \$t9, \$t9, -4										F	-	D	X						
BNE \$t9, \$t1, LOOP												F	D						
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D	X	M	W							
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F	D	-	X	M	W					
ADDI \$t9, \$t9, -4										F	-	D	X	M					
BNE \$t9, \$t1, LOOP												F	D	X					
LW \$t2, 0(\$t1)																			

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2, 0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2, \$t2, 4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2, 0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5, 0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3, \$t4, \$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4, 0(\$t5)							F	-	D	X	M	W							
ADD \$t5, \$t4, \$t3									F	D	-	X	M	W					
ADDI \$t9, \$t9, -4										F	-	D	X	M					
BNE \$t9, \$t1, LOOP												F	D	X	M				
LW \$t2, 0(\$t1)															F				

2^η Άσκηση – 2^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2,0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2,\$t2,4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2,0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5,0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3,\$t4,\$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4,0(\$t5)							F	-	D	X	M	W							
ADD \$t5,\$t4,\$t3									F	D	-	X	M	W					
ADDI \$t9,\$t9,-4										F	-	D	X	M					
BNE \$t9,\$t1,LOOP												F	D	X	M	W			
LW \$t2,0(\$t1)															F	D	X	M	W

Σύνολο κύκλων: $1023 * 14 + 16 = 14338$

2^η Άσκηση – 3^ο ζητούμενο

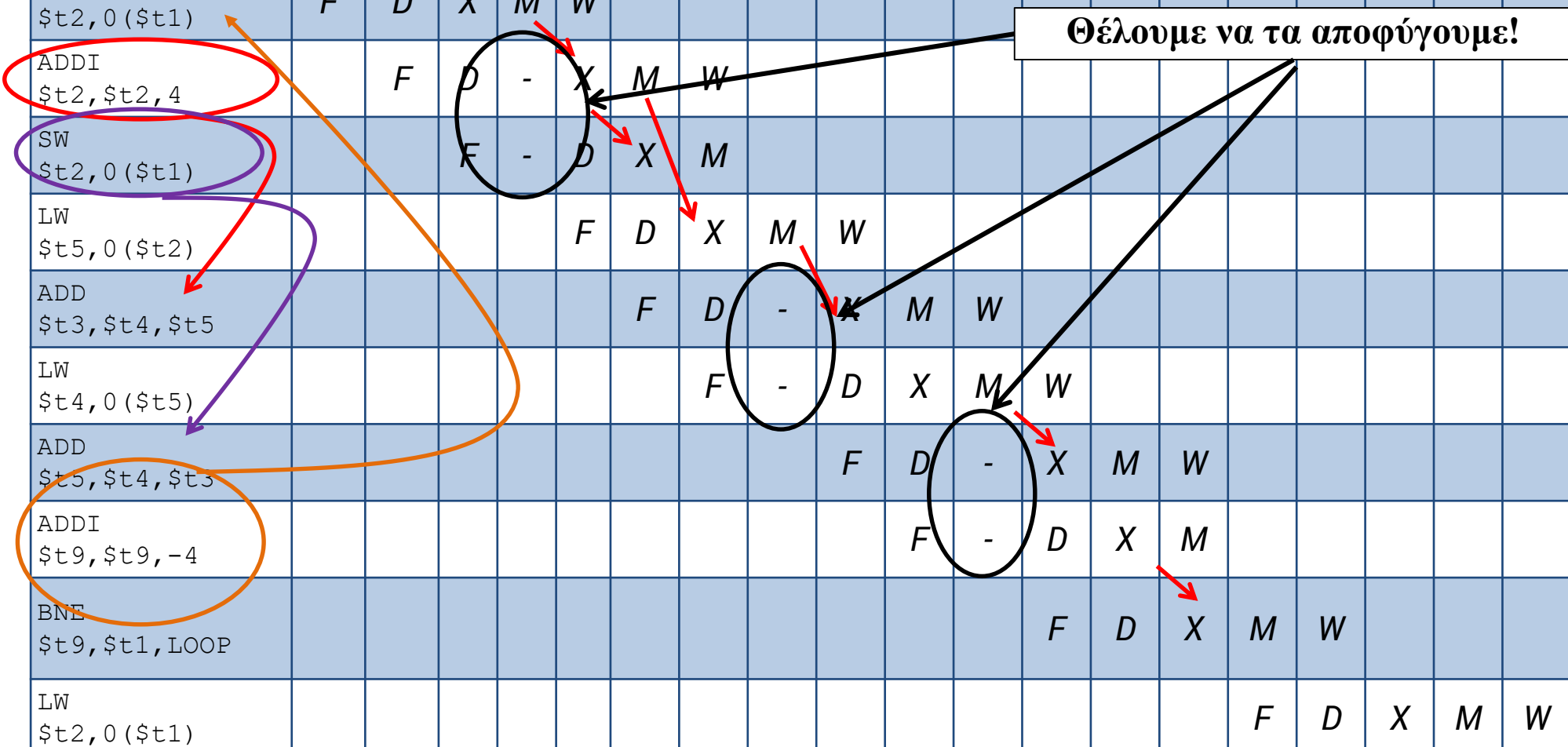
3^ο Ζητούμενο : Μπορείτε να βελτιστοποιήσετε την επίδοση αναδιατάσσοντας τον κώδικα;

Κύκλος	1	2	3	4	5	6	7
Εντολή 1	IF	ID	EX	MEM	WB		
Εντολή 2		IF	ID	EX	MEM	WB	
Εντολή 3			...	...	...	...	...
...							

2^η Άσκηση – 3^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
LW \$t2,0(\$t1)	F	D	X	M	W														
ADDI \$t2,\$t2,4		F	D	-	X	M	W												
SW \$t2,0(\$t1)			F	-	D	X	M												
LW \$t5,0(\$t2)					F	D	X	M	W										
ADD \$t3,\$t4,\$t5						F	D	-	X	M	W								
LW \$t4,0(\$t5)							F	-	D	X	M	W							
ADD \$t5,\$t4,\$t5								F	D	-	X	M	W						
ADDI \$t9,\$t9,-4									F	-	D	X	M						
BNE \$t9,\$t1,LOOP										F	D	X	M	W					
LW \$t2,0(\$t1)															F	D	X	M	W

Θέλουμε να τα αποφύγουμε!



2^η Άσκηση – 3^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
LW \$t2,0(\$t1)																
ADDI \$t9,\$t9,-4																
LW \$t5,4(\$t2)																
ADDI \$t2,\$t2,4																
ADD \$t3,\$t4,\$t5																
LW \$t4,0(\$t5)																
SW \$t2,0(\$t1)																
ADD \$t5,\$t4,\$t3																
BNE \$t9,\$t1,LOOP																
LW \$t2,0(\$t1)																

2^η Άσκηση – 3^ο ζητούμενο

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
LW \$t2,0(\$t1)	F	D	X	M	W											
ADDI \$t9,\$t9,-4		F	D	X	M	W										
LW \$t5,4(\$t2)			F	D	X	M	W									
ADDI \$t2,\$t2,4				F	D	X	M	W								
ADD \$t3,\$t4,\$t5					F	D	X	M	W							
LW \$t4,0(\$t5)						F	D	X	M	W						
SW \$t2,0(\$t1)							F	D	X	M	W					
ADD \$t5,\$t4,\$t3								F	D	X	M					
BNE \$t9,\$t1,LOOP									F	D	X	M	W			
LW \$t2,0(\$t1)												F	D	X	M	W

Σύνολο κύκλων: $1023 * 11 + 13 = 11266$