

***Θοδωρής Αράπης***

***El18028***

**Άσκηση 2.1**

**s(1) e(13) f(16)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***S*** | ***Εκθέτης*** | ***Κλάσμα*** |

***x = 8***

***s (πρόσημο):*** 1 bit

***e (Εκθέτης):***13 bits

***f (Κλάσμα):*** 16 bits

***P (Πόλωση):***

(α)

|  |  |
| --- | --- |
| ***Συνθήκη*** | ***Τιμή*** |
|  | *(κανονικοποιημένη μορφή)* |
|  | *(υπο-κανονική μορφή)* |
|  | *(θετικό μηδέν)* |
|  | *(αρνητικό μηδέν)* |
|  | *(θετικό άπειρο)* |
|  | *(αρνητικό άπειρο)* |
|  | NaN *(μη-αριθμός)* |

(β)

Ο μέγιστος παραστήσιμος αριθμός κανονικοποιημένης μορφής υπολογίζεται ως:

Το 8190 είναι η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει το σύμφωνα με τον πίνακα.

Το εύρος θα είναι:

(γ)

Η ακρίβεια για την κανονικοποιημένη μορφή:

Το 1 είναι η μικρότερη τιμή που μπορεί να πάρει το σύμφωνα με τον πίνακα.

Η ακρίβεια για την υπο-κανονική μορφή:

**Άσκηση 2.2**

Έχουμε τον παρακάτω κώδικα:

**1: add $t5, $zero, $zero**

**2: add $t0, $zero, $zero**

**3: L: sll $t1, $t0, 2**

**4: add $t2, $t1, $s1**

**5: lw $t4, 0($t2)**

**6: add $t3, $t1, $s2**

**7: add $t5, $t5, $t3**

**8: add $t4, $t4, $t5**

**9: sw $t4, 0($t2)**

**10: addi $t0, $t0, 1**

**11: slt $t6, $t0, $s3**

**12: bne $t6, $zero, L**

**13: L: sll $t1, $t0, 2** *#Δεύτερη επανάληψη*

(α)

Παρατηρούνται οι εξής καθυστερήσεις:

*(Η αρίθμηση των εντολών φαίνεται παραπάνω)*

* ***Κύκλοι 5-6:*** Έχουμε καθυστέρηση πριν την εκτέλεση των σταδίων EX και ID των εντολών 3 και 4 αντίστοιχα. Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι ο καταχωρητής $t0 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή. Πρέπει, λοιπόν, πρώτα να ολοκληρωθεί το στάδιο Write Back της 2ης εντολής, προκειμένου να εκτελεστούν στην συνέχεια οι επόμενες εντολές. Επομένως στις εντολές 3 και 4 εισάγονται δύο φυσαλίδες στους κύκλους 5 και 6.
* ***Κύκλοι 8-9:*** Έχουμε καθυστέρηση 2 κύκλων πριν την εκτέλεση των σταδίων EX και ID των εντολών 4 και 5 αντίστοιχα. Αυτό συμβαίνει επειδή η 3η εντολή δεν έχει φτάσει στο στάδιο επεξεργασίας WB, οπότε ο καταχωρητής $t1 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή.
* ***Κύκλοι 11-12:*** Παρόμοια με πριν έχουμε καθυστέρηση 2 κύκλων πριν την εκτέλεση των σταδίων EX και ID των εντολών 5 και 6 αντίστοιχα, καθώς η 4η εντολή δεν έχει φτάσει στο στάδιο επεξεργασίας WB, οπότε ο καταχωρητής $t2 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή.
* ***Κύκλοι 15-16:*** Έχουμε πάλι καθυστέρηση 2 κύκλων πριν την εκτέλεση των σταδίων EX και ID των εντολών 7 και 8 αντίστοιχα, αφού η 6η εντολή δεν έχει φτάσει στο στάδιο επεξεργασίας WB, οπότε ο καταχωρητής $t3 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή.
* ***Κύκλοι 18-19:*** Έχουμε καθυστέρηση 2 κύκλων πριν την εκτέλεση των σταδίων EX και ID των εντολών 8 και 9 αντίστοιχα. Αυτό συμβαίνει διότι η 7η εντολή δεν έχει φτάσει στο στάδιο επεξεργασίας WB, οπότε ο καταχωρητής $t5 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή.
* ***Κύκλοι 21-22:*** Έχουμε, για ακόμα μια φορά, καθυστέρηση 2 κύκλων πριν την εκτέλεση των σταδίων EX και ID των εντολών 9 και 10 αντίστοιχα, μιας και η 8η εντολή δεν έχει φτάσει στο στάδιο επεξεργασίας WB, οπότε ο καταχωρητής $t4 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή.
* ***Κύκλοι 25-26:*** Έχουμε καθυστέρηση 2 κύκλων πριν την εκτέλεση των σταδίων EX και ID των εντολών 11 και 12 αντίστοιχα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η 10η εντολή δεν έχει φτάσει στο στάδιο επεξεργασίας WB, οπότε ο καταχωρητής $t0 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή.
* ***Κύκλοι 28-29:*** Έχουμε καθυστέρηση 2 κύκλων πριν την εκτέλεση του σταδίου EX της εντολής 12, αφού η 11η εντολή δεν έχει φτάσει στο στάδιο επεξεργασίας WB, οπότε ο καταχωρητής $t6 δεν έχει λάβει την τελική του τιμή.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **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** | **27** | **28** | **29** | **30** | **31** | **32** | **33** | **34** | **35** |
| **1** | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2** |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3** |  |  | **IF** | **ID** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **4** |  |  |  | **IF** | **-** | **-** | **ID** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5** |  |  |  |  |  |  | **IF** | **-** | **-** | **ID** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **6** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **-** | **-** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **7** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **8** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **-** | **-** | **ID** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **9** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **-** | **-** | **ID** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **10** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **-** | **-** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **11** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |
| **12** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **-** | **-** | **IF** | **-** | **-** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |
| **13** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |

Παρατηρούμε ότι χρειάζονται 32 κύκλοι για να ολοκληρωθεί η πρώτη επανάληψη. Ακόμη, ο $s3 περιέχει τον αριθμό 0x100, δηλαδή το 256 σε δεκαδική μορφή. Άρα το L loop, επομένως και όλο το πρόγραμμα, θα χρειαστεί 256 επαναλήψεις για να ολοκληρωθεί. Επιπλέον, για να ολοκληρωθεί το L loop, ύστερα από την πρώτη επανάληψη του προγράμματος, θα χρειαστούν 26 κύκλοι. Επομένως απαιτούνται συνολικά: για την εκτέλεση του κώδικα.

(β)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** |
| **1** | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2** |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3** |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **4** |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5** |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **6** |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **7** |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **8** |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |  |
| **9** |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |  |
| **10** |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |  |
| **11** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |  |
| **12** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |  |  |  |
| **13** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **IF** | **ID** | **EX** | **MEM** | **WB** |

Παρατηρούμε ότι χρειάζονται 16 κύκλοι για να ολοκληρωθεί η πρώτη επανάληψη του προγράμματος. Για τις υπόλοιπες 255 επαναλήψεις του προγράμματος απαιτούνται 12 κύκλοι. Οπότε θα έχουμε συνολικά: για την εκτέλεση του προγράμματος.

(γ)

Είναι προφανές ότι με τις προωθήσεις στο ερώτημα (β) το πρόγραμμα τρέχει ήδη με τον πιο βέλτιστο τρόπο, αφού δεν υπάρχουν καθυστερήσεις.