

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου	
Εξεταστική Περίοδος: Εξετάσεις Εαρινού Εξαμήνου 2025	(ΜΕΡΟΣ Β)
Ημερομηνία : Παρασκευή 4/7/2025	Διάρκεια εξετάσεων : 17:00-18:30
Μάθημα: Αρχιτεκτονική Υπολογιστών Ι	
Διδάσκων : Γρηγόρης Δημητρουλάκος	
Ονοματεπώνυμο: ΑΜ (5 ψηφία : ο κωδικός που υπάρχει στο ακαδημαϊκό email ditXXXXX@uop.gr) :	

Κυκλώστε την σωστή απάντηση για όλες τις παρακάτω ερωτήσεις και δώστε όπου απαιτείται τις απαραίτητες εξηγήσεις προκειμένου να προσμετρηθεί ο βαθμός της άσκησης. Στο τέλος είναι υποχρεωτικό να περαστούν οι βαθμοί στην φόρμα απαντήσεων προκειμένου να βαθμολογηθεί το γραπτό. Οι συμπλήρωση της φόρμας πρέπει να γίνει προσεκτικά ώστε η γραμμοσκίαση να είναι εντός περιοχής της εκάστοτε επιλογής. Οι συνολικές μονάδες του γραπτού είναι 100 και υπάρχει αρνητική βαθμολογία μιας μονάδας (-1) σε κάθε λάθος απάντηση

Θέμα 1->16,20->26 (4 μονάδες → 84 μονάδες)

Θέμα 17-19 (5 μονάδες → 15 μονάδες)

Θέμα 27 (5 μονάδες)

Λάθος απάντηση (-1 μονάδα) Σύνολο 117

1) (4 μονάδες) **Γιατί είναι σημαντική η διάκριση μεταξύ Αρχιτεκτονικών και Οργανωσιακών Χαρακτηριστικών στο σχεδιασμό υπολογιστικών συστημάτων;**

A) Για να μπορούν οι κατασκευαστές να φτιάχνουν φθηνότερους επεξεργαστές

B) Για να επιτρέπεται η συμβατότητα λογισμικού μεταξύ διαφορετικών υλοποιήσεων της ίδιας αρχιτεκτονικής

C) Για να διευκολύνεται η εκμάθηση προγραμματισμού του επεξεργαστή

D) Για την κατανομή ανεξάρτητων αρμοδιοτήτων μεταξύ ομάδων σχεδιαστών του επεξεργαστή που διευκολύνουν την παράλληλη ανάπτυξη του επεξεργαστή από πολλαπλές ομάδες

E) Η Οργάνωση και Αρχιτεκτονική του επεξεργαστή είναι ταυτόσημες έννοιες

2) (4 μονάδες) **Σε σχέση με τη μονάδα ακέραιων πράξεων (Integer Arithmetic Logic Unit - ALU) σε έναν επεξεργαστή, επιλέξτε τη σωστή πρόταση:**

A) Η αρχιτεκτονική συνόλου εντολών καθορίζει τη φυσική τοποθέτηση της ALU μέσα στον επεξεργαστή

B) Η αρχιτεκτονική συνόλου εντολών καθορίζει σχεδιαστικές λεπτομέρειες του κυκλώματος της ALU

C) Η αρχιτεκτονική συνόλου εντολών καθορίζει την ταχύτητα εκτέλεσης των ακέραιων πράξεων

D) Η αρχιτεκτονική συνόλου εντολών καθορίζει τον αριθμό των ALU που θα περιέχει ο επεξεργαστής

E) Η αρχιτεκτονική συνόλου εντολών καθορίζει τις διαθέσιμες στον προγραμματιστή εντολές ακέрайης αριθμητικής (ADD, SUB, MUL, DIV)

3) (4 μονάδες) Μια σημαντική συνέπεια του Νόμου του Moore είναι ότι:

- A) Αυξάνεται το κόστος παραγωγής
- B) Μειώνεται η αξιοπιστία του συστήματος
- C)** Το μήκος της ηλεκτρικής διαδρομής συντομεύεται, αυξάνοντας ταχύτητα λειτουργίας
- D) Αυξάνεται η κατανάλωση ενέργειας
- E) Μειώνεται η πυκνότητα των τρανζίστορ

4) (4 μονάδες) Ποιο στοιχείο διακρίνει ένα ενσωματωμένο σύστημα από έναν παραδοσιακό υπολογιστή;

- A) Η χρήση επεξεργαστή γραφικών
- B) Η ύπαρξη δίσκου SSD
- C) Η υποστήριξη περιφερειακών
- D)** Η εξειδίκευση σε συγκεκριμένη λειτουργία ή συσκευή
- E) Η δυνατότητα εγκατάστασης λειτουργικού Windows

5) (4 μονάδες) Τι επιτυγχάνει η πρόβλεψη διακλάδωσης (branch prediction) στον επεξεργαστή;

- A. Αύξηση των επιτυχίων προσπέλασης στην κρυφή μνήμη
- B. Επιτυγχάνει την επίδοση $CPI=1$
- C. Αποφυγή της χρήσης superscalar μονάδων
- D.** Εκτίμηση του πιο πιθανού επόμενου μονοπατιού εκτέλεσης ώστε να μη διακοπεί η διαδοχική ροή εκτέλεσης των εντολών
- E. Μετατροπή διακλαδώσεων σε σειριακές εντολές

6) (4 μονάδες) Ποιος είναι ο κύριος στόχος της αύξησης της πυκνότητας ολοκλήρωσης στους σύγχρονους επεξεργαστές;

- A. Ελαχιστοποίηση μεγέθους απαιτούμενης κρυφής μνήμης
- B. Αύξηση της συνολικής απόδοσης του επεξεργαστή
- C. Μείωση του αριθμού των επιπέδων μεταλλικής καλωδίωσης
- D. Αύξηση της τάσης τροφοδοσίας για καλύτερη απόδοση
- E.** Τοποθέτηση περισσότερων transistor σε μικρότερη επιφάνεια

7) (4 μονάδες) Ένας επεξεργαστής έχει $CPI = 2.5$. Τι σημαίνει αυτό;

- A. Εκτελεί 2.5 εντολές ανά κύκλο ρολογιού

B. Χρειάζεται κατά μέσο όρο 2.5 κύκλους για κάθε εντολή

C. Έχει 2.5 GHz συχνότητα ρολογιού

D. Διαθέτει 2.5 MB κρυφή μνήμη

E. Μπορεί να εκτελέσει 2.5 εντολές ταυτόχρονα

8) (4 μονάδες) Σε ποιον παράγοντα του τύπου $T = I_c \cdot (p + k \cdot m) \cdot T_{clk}$ επιδρά περισσότερο η βελτίωση του compiler;

A. I_c (instruction count) - μείωση του αριθμού εντολών

B. p (βασικοί κύκλοι ανά εντολή)

C. k (penalty κύκλοι ανά cache miss)

D. T_{clk} (περίοδος ρολογιού)

E. Επιδρά εξίσου σε όλους

9) (4 μονάδες) Ποιος μέσος είναι πιο ανθεκτικός σε ότι αφορά την αξιοπιστία του στις ακραίες τιμές (outliers) σε μετρήσεις απόδοσης;

A. Γεωμετρικός μέσος

B. Αριθμητικός μέσος

C. Αρμονικός μέσος

D. Όλοι επηρεάζονται εξίσου

E. Κανένας δεν είναι ανθεκτικός

10) (4 μονάδες) Τί είναι ο μηχανισμός διακοπών σε έναν υπολογιστή

A. Στα πλαίσια της πολυεπεξεργασίας το λειτουργικό σύστημα διακόπτει ένα πρόγραμμα για να συνεχίσει ένα άλλο

B. Διακοπή της λειτουργία ενός επεξεργαστή όταν βρίσκεται σε κατάσταση αδράνειας για μείωση της κατανάλωσης ισχύος

C. Διακοπή της εκτέλεσης ενός προγράμματος ώστε να εξυπηρετηθεί μια συσκευή ή να αντιμετωπίσει μια κατάσταση λάθους

D. Διακοπή της εκτέλεσης μιας εντολής εν αναμονή ανάκλησης δεδομένων από την μνήμη για την συγκεκριμένη εντολή

E. Διακοπή της εκτέλεσης μιας εντολής για την εξυπηρέτησης άλλης εντολής με μεγαλύτερη προτεραιότητα

11) (4 μονάδες) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι ψευδής αναφορικά με τις διακοπές

A. Η προσπελάσεις δεδομένων στην μνήμη από τον επεξεργαστή χρησιμοποιούν τον μηχανισμό διακοπών

B. Οι διακοπές μπορεί να προκύψουν από κάποια συνθήκη που προκύπτει ως αποτέλεσμα μιας εντολής

C. Οι διακοπές μπορεί να προκύψουν από χρονόμετρο εντός του επεξεργαστή

D. Οι διακοπές μπορεί να προκύψουν από αστοχία υλικού του υπολογιστή

E. Ο επεξεργαστής έχει ειδικούς ακροδέκτες για την ανίχνευση και εξυπηρέτηση διακοπών

12) (4 μονάδες) Η αρχή της τοπικότητας αναφοράς βασίζεται στο ότι

- A. οι επεξεργαστές γίνονται ταχύτεροι
- B. οι εφαρμογές γίνονται πιο περίπλοκες
- C. η μνήμη RAM είναι αργή
- D. χρειαζόμαστε μεγαλύτερους δίσκους
- E. τα προγράμματα τείνουν να προσπελάζουν τα ίδια ή κοντινά δεδομένα

13) (4 μονάδες) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις για τη χωρική τοπικότητα είναι ΨΕΥΔΗΣ;

- A. Εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι τα προγράμματα τείνουν να προσπελάζουν διαδοχικές διευθύνσεις μνήμης
- B. Βελτιώνεται όταν τα στοιχεία ενός πίνακα αποθηκεύονται σε συνεχόμενες θέσεις μνήμης
- C. Επιτρέπει στην cache να φορτώνει μεγαλύτερα blocks δεδομένων με μικρότερο overhead
- D. Εξαρτάται από τη συχνότητα εκτέλεσης των εντολών και όχι από τη φυσική τοποθέτηση των δεδομένων
- E. Παρατηρείται όταν ένα πρόγραμμα διατρέχει διαδοχικά τα στοιχεία μιας δομής δεδομένων

14) (4 μονάδες) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις για τη διασωλήνωση είναι ΨΕΥΔΗΣ;

- A. Το ideal CPI σε μια n-stage pipeline είναι 1
- B. Πραγματικό CPI = Ideal CPI + Pipeline stall cycles per instruction
- C. Η διασωλήνωση αυξάνει πάντα την πολυπλοκότητα του hardware
- D. Μπορεί να εφαρμοστεί μόνο σε RISC επεξεργαστές
- E. Το speedup από τη διασωλήνωση είναι το πολύ ίσο με τον αριθμό των σταδίων

15) (4 μονάδες) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις για τους κινδύνους ελέγχου (control hazards) είναι ΨΕΥΔΗΣ;

- A. Προκαλούνται από εντολές διακλάδωσης (branches) εντολές
- B. Μπορούν να μειωθούν με πρόβλεψη διακλάδωσης (branch prediction)
- C. Επηρεάζουν μόνο το στάδιο αποκωδικοποίησης (decode) της διασωλήνωσης
- D. Μπορούν να προκαλέσουν άδειασμα της διοχέτευσης
- E. Επηρεάζουν την απόδοση περισσότερο σε βαθιές διασωληνώσεις

16) (4 μονάδες) Ποια δομή δεδομένων θα έχει καλύτερη απόδοση στη SDRAM;

- A. Linked list με τυχαίες διευθύνσεις
- B. Array με διαδοχικά στοιχεία
- C. Hash table με scattered entries

D. Binary tree με pointer-based nodes

E. Stack με μη-συνεχείς δεσμεύσεις χώρου

ΑΣΚΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ

Στον παρακάτω κώδικα να επιλέξετε τον τύπο της τοπικότητας που εμφανίζεται για κάθε πίνακα και να εξηγήσετε την απάντησή σας θεωρώντας ότι μεταξύ τους οι διαφορετικοί πίνακες δεν συναγωνίζονται την θέση τους στην ιεραρχία μνήμης. Δηλαδή τον κάθε πίνακα τον μελετάμε ανεξάρτητα από τους άλλους αλλά λαμβάνουμε υπόψιν την αλληλεπίδραση που έχουν προσπελάσεις στον ίδιο πίνακα. Για τη μέτρηση του χρόνου στην ανάλυση τοπικότητας, χρησιμοποιούμε ως μονάδα το 'τικ', όπου 1 τικ = 1 επανάληψη του εσωτερικότερου βρόχου. Αν η ύπαρξη τοπικότητας δεν μπορεί να αποδειχθεί για όλες τις επαναλήψεις θεωρείται ότι δεν υπάρχει. Δηλαδή Η τοπικότητα πρέπει να υπάρχει συνεπώς καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης του βρόχου, όχι μόνο σε μεμονωμένες φάσεις.

```
float ProcessedData[512][512]
```

```
float RawData[512][512]
```

```
float FinalResult[262144]
```

```
float Kernel[3]
```

```
for (i = 0; i < 512; i++)
```

```
    for (j = 0; j < 512; j++)
```

```
        for (m = 0; m < 3; m++){
```

```
S1    ProcessedData[i][j] += RawData[i+m][j]*Kernel[m];
```

```
}
```

```
for (i = 0; i < 512; i++)
```

```
    for (j = 0; j < 512; j++){
```

```
S2    Output[i][j] = ProcessedData[i][j] + RawData[i][j];
```

```
}
```

```
for (i = 0; i < 512; i++)
```

```
    for (j = 0; j < 512; j++){
```

```
S3    FinalResult[j*512 + i] = Output[i][j];
```

```
}
```

17) (5 μονάδες) Για τον πίνακα ProcessedData επιλέξτε και εξηγήστε την απάντησή σας:

A. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χρονική τοπικότητα στην S2

B. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2

Γ. χωρική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2

Δ. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και καμία τοπικότητα στην S2

E. χρονική και χωρική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2

S1:Υπάρχει χρονική τοπικότητα λόγω του k-loop και χωρική τοπικότητα λόγω του ότι στο j-loop προσπελαύνονται διαδοχικές θέσεις μνήμης

i=0, j=0

k- loop ProcessedData[0][0], ProcessedData[0][0], ProcessedData[0][0]

i=0, j=1

k- loop ProcessedData[0][1], ProcessedData[0][1], ProcessedData[0][1]

i=0, j=2

k- loop ProcessedData[0][2], ProcessedData[0][2], ProcessedData[0][2]

...

S2: Στην S2 είναι καθαρή χωρική τοπικότητα λόγω του j-loop

j-loop ProcessedData[0][0], ProcessedData[0][1], ProcessedData[0][2], ProcessedData[0][3], ProcessedData[0][4]

18) (5 μονάδες) Για τον πίνακα RawData επιλέξτε και εξηγήστε την απάντησή σας:

A. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χρονική τοπικότητα στην S2

B. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2

Γ. χωρική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2

Δ. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και καμία τοπικότητα στην S2

E. καμία τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2

S1:Δεν υπάρχει χωρική τοπικότητα λόγω του k-loop διότι σε κάθε επανάληψη του γίνεται μετάβαση σε διαφορετική γραμμή του πίνακα RawData η οποία αντιστοιχεί σε άλμα 512 θέσεων. Επίσης δεν υπάρχει χρονική τοπικότητα διότι η όποια επαναχρησιμοποίηση λαμβάνει χώρα μετά από περίπου 1500 επαναλήψεις. Αρα δεν υπάρχει καθόλου τοπικότητα

i=0, j=0

k- loop RawData [0][0], RawData [1][0], RawData [2][0]

i=0, j=1

k- loop RawData [0][1], RawData [1][1], RawData [2][1]

i=0, j=2

k- loop RawData [0][2], RawData [1][2], RawData [2][2]

...

i=1, j=0

k- loop RawData [1][0], RawData [2][0], RawData [3][0]

i=1, j=1

k- loop RawData [1][1], RawData [2][1], RawData [3][1]

i=1, j=2

k- loop RawData [1][2], RawData [2][2], RawData [3][2]

Επαναχρησιμοποίηση μετά από περίπου 1500 επαναλήψεις

S2: Στην S2 είναι καθαρή χωρική τοπικότητα λόγω του j-loop

j-loop RawData [0][0], RawData [0][1], RawData [0][2], RawData [0][3], RawData [0][4]

19) (5 μονάδες) για τον πίνακα Kernel στην δήλωση S1 επιλέξτε και εξηγήστε την απάντησή σας

- A. καμία τοπικότητα
- B. χρονική τοπικότητα
- C. χωρική τοπικότητα
- D. Κανένα από τα παραπάνω
- E. χρονική και χωρική τοπικότητα

Σίγουρα είναι χωρική τοπικότητα λόγω του k-loop. Ωστόσο λόγω του μικρού μεγέθους του πίνακα οι πέντε θέσεις του πίνακα Kernel προσπελαύνονται πολύ συχνά και κοντά στις 512X512 επαναλήψεις των δύο εξωτερικών loop οπότε και εδώ υπάρχει χωρική και χρονική τοπικότητα. Οι προσπελάσεις που παρεμβάλλονται μεταξύ προσπελάσεων στην ίδια θέση του Filter1 είναι 3 που θεωρείται σύντομος χρόνος

20) (4 μονάδες) Για τον πίνακα FinalResult επιλέξτε και εξηγήστε την απάντησή σας

- A. καμία τοπικότητα
- B. χρονική τοπικότητα
- C. χωρική τοπικότητα
- D. χρονική και χωρική τοπικότητα
- E. Κανένα από τα παραπάνω

S3: Η προσπέλαση FinalResult[j*512 + i] δημιουργεί άλματα 512 θέσεων μεταξύ διαδοχικών προσπελάσεων άρα καμία τοπικότητα

i=0, j=0: FinalResult[0]

i=0, j=1: FinalResult[512]

i=0, j=2: FinalResult[1024]

ΑΣΚΗΣΗ ΕΝΟΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ

21) (4 μονάδες) Ένα σύνολο προγραμμάτων εκτελείται σε έναν επεξεργαστή χωρίς ιεραρχία μνήμης και κατά μέσο όρο το 70% του χρόνου εκτέλεσης αναλώνεται σε αναφορές στην μνήμη. Οι εντολές αναφορών στην μνήμη παίρνουν 5 κύκλους. Οι σχεδιαστές προκειμένου να επιταχύνουν τα προγράμματα αυτά κατασκεύασαν τον ίδιο επεξεργαστή με ιεραρχία μνήμης και επετεύχθη μέσος χρόνος αναφοράς στην μνήμη 2 κύκλοι. Πόση είναι η κατά μέσο όρο η επιτάχυνση που επιφέρει αυτή η τροποποίηση στην απόδοση των προγραμμάτων.

- A. 1.24
- B. 1.27
- C. 1.72
- D. 2.34
- E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Η βελτιστοποίηση που επιφέρει η αλλαγή στις εντολές προσπέλασης μνήμης είναι $5/2 = 2,5$ φορές ταχύτερη εκτέλεση. Η βελτιστοποίηση θα είναι βάση του γενικευμένου νόμου Amdahl

$$Speedup = \frac{1}{1 - f + \frac{f}{S_n}} = \frac{1}{0.30 + \frac{0.7}{2.5}} = \frac{1}{0.3 + 0.28} = \frac{1}{0.58} = 1.72$$

ΑΣΚΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ

Ένα υπολογιστικό σύστημα αποτελείται από κύρια μνήμη 8 MB και κρυφή μνήμη 8 συνόλων, 8 KB συνολικά, με κάθε γραμμή να περιέχει 256 bytes και λέξη μεγέθους 4 bytes. Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα

22) (4 μονάδες) Ποιο είναι το μέγεθος σε bits του πεδίου offset (μετατόπιση)

A. 3 bits

B. 4 bits

C. 5 bits

D. 6 bits

E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Η γραμμή της κρυφής μνήμης έχει μέγεθος $256/4 = 2^8/2^2 = 64$ λέξεις $= 2^6$ λέξεις άρα απαιτούνται 6 bits

23) (4 μονάδες) Ποιο είναι το μέγεθος σε bits του πεδίου set (σύνολο)

A. 3 bits

B. 4 bits

C. 5 bits

D. 8 bits

E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Η κρυφή μνήμη αποτελείται από $8KB/256 \text{ bytes} = 2^{13}/2^8 = 2^5$ blocks. Εφόσον το κάθε σύνολο έχει $2^3 = 8$ blocks θα υπάρχουν στην κρυφή μνήμη $2^5 \text{ blocks} / 2^3 = 2^2 = 4$ sets. Οπότε το πεδίο set θα αποτελείται από 2 bit

24) (4 μονάδες) Ποιο είναι το μέγεθος σε bits του πεδίου tag (ετικέτα)

A. 10 bits

B. 13 bits

C. 12 bits

D. 16 bits

E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Η κύρια μνήμη αποτελείται από $2^{23}\text{bytes}/2^2$ (bytes/λέξη) = 2^{21} λέξεις. Οπότε η ετικέτα θα έχει μέγεθος tag= $21-6-2=13$ bits

25) (4 μονάδες) Εάν στην παραπάνω ιεραρχία μνήμης (ερώτημα 20-22) ο χρόνος καθυστέρησης της κύριας μνήμης είναι 8μsec και της κρυφής μνήμης 80nsec με ποσοστό ευστοχίας η τελευταία 90% τότε η μέση καθυστέρηση της ιεραρχίας είναι

A. 720 nsec

B. 5.2 μsec

C. 3.1 μsec

D. 2.6 μsec

E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Ο μέσος χρόνος καθυστέρησης της ιεραρχίας είναι $T_s = (1-0.9)*8*10^{-6}+80*10^{-9}=800\text{nsec}+80\text{nsec}=880\text{nsec}$

ΑΣΚΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ

Ένας σύγχρονος επεξεργαστής με διοχέτευση 5-σταδίων (IF→ID→EX→MEM→WB) έχει ιδανικό CPI=1 και λειτουργεί σε συχνότητα **1 Ghz**. Το πρόγραμμα που εκτελείται αποτελείται από **30%** εντολές μνήμης (loads/stores) και **70%** αριθμητικές/λογικές εντολές. Οι καθυστερήσεις που παρατηρούνται είναι:

A) Κίνδυνοι Δεδομένων (Data Hazards):

Το 30% των εντολών εξαρτώνται από το αποτέλεσμα μιας αμέσως προηγούμενης εντολής (Read After Write RAW). Ο μηχανισμός forwarding καλύπτει το 80% αυτών των περιπτώσεων. Για τις υπόλοιπες, απαιτείται 1 κύκλος αναμονής (stall).

B) Κίνδυνοι Ελέγχου (Control Hazards):

Το 20% των εντολών είναι διακλαδώσεις (branches). Ο branch predictor έχει ποσοστό επιτυχίας 92%. Μια λανθασμένη πρόβλεψη κοστίζει 2 κύκλους (pipeline flush).

Γ) Αστοχίες Ιεραρχίας:

Το σύστημα διαθέτει δύο επίπεδα cache (L1 και L2). Οι ποινές αφορούν μόνο τις εντολές μνήμης (30% του συνόλου).

- **L1 Cache:** Έχει ποσοστό αστοχίας (miss rate) 10%. Η ποινή για μια αστοχία L1 (L1 miss penalty) είναι ο χρόνος πρόσβασης στην L2, ο οποίος είναι 15 κύκλοι.
- **L2 Cache:** Εξετάζεται μόνο μετά από αστοχία της L1. Έχει τοπικό ποσοστό αστοχίας (local miss rate) 20%.

- **Κύρια Μνήμη:** Η ποινή για μια αστοχία στην L2 (L2 miss penalty) είναι επιπλέον 200 κύκλοι.

Ερωτήματα

26) (4 μονάδες) Ποιο είναι ο ιδανικός χρόνος για την εκτέλεση $N=1000$ εντολών λαμβάνοντας υπόψιν την καθυστέρηση πλήρωσης της δομής διοχέτευσης

- A) 1004ns
- B) 999ns
- C) 1000ns
- D) 1005ns
- E) Κανένα από τα παραπάνω

Εξήγηση

Ο ιδανικός χρόνος για την εκτέλεση 1000 εντολών στο επεξεργαστή με διοχέτευση 5 σταδίων είναι

$$t = (\text{pipeline}_{\text{stages}} + N - 1) \cdot \text{clock}_{\text{period}} =$$

$$t = (5 + 1000 - 1) \cdot \frac{1}{10^9} = 1004 \cdot 10^{-9} = 1004 \text{ nsec}$$

27) (10 μονάδες) Υπολογίστε την ποινή CPI από κάθε κατηγορία ($\text{CPI}_{\text{datahazards}}$, $\text{CPI}_{\text{controlhazards}}$, $\text{CPI}_{\text{memoryhierarchymisses}}$) και το τελικό CPI για τον επεξεργαστή.

- A) (0.04 , 0.022 , 1.55, 2.742)
- B) (0.05 , 0.025 , 1.45, 1.525)
- C) (0.08 , 0.067 , 1.75, 1.897)
- D) (0.06 , 0.032 , 1.65, 2.742)
- E) Κανένα από τα παραπάνω

Εξήγηση

Κίνδυνοι Δεδομένων (Data hazards)

- Ποσοστό εντολών που προκαλούν stall = (Ποσοστό RAW) $\times$ (Ποσοστό που δεν καλύπτει το forwarding)

$$\text{Ποσοστό εντολών με stall} = 30\% \times (100\% - 80\%) = 0.3 \times 0.2 = 0.06$$

- **$\text{CPI}_{\text{data}} = 0.06 \times (\text{κόστος 1 κύκλου}) = 0.06$**

Κίνδυνοι Ελέγχου (Control hazards)

- Ποσοστό εντολών που είναι mispredicted branches = (Ποσοστό branches) × (Ποσοστό αποτυχίας πρόβλεψης)

$$\text{Ποσοστό mispredicted} = 20\% \times (100\% - 92\%) = 0,2 \times 0,08 = 0,016$$

- **$\text{CPI}_{\text{control}} = 0.016 \times (\text{κόστος 2 κύκλων}) = 0.032$**

Αστοχίες Ιεραρχίας (Cache Misses)

- Πρώτα, υπολογίζουμε τη συνολική ποινή μιας αστοχίας L1:
- $\text{L1 Miss Penalty} = (\text{Ποσοστό Προσπελάσεων Μνήμης στο Ιχνος Εκτέλεσης}) \times$

$$(\text{Ποσοστο Αστοχίας L1}) \times (\text{Κύκλοι Προσπέλασης L2}) = \\ 0.3 \times 0.1 \times 15 = 0.45$$

- $\text{L2 Miss Penalty} = (\text{Ποσοστό Προσπελάσεων Μνήμης στο Ιχνος Εκτέλεσης}) \times$
 $(\text{Ποσοστο Αστοχίας L1}) \times (\text{Ποσοστο Αστοχίας L2})$
 $\times (\text{Κύκλοι Προσπέλασης Κύριας Μνήμης}) =$

$$0.3 \times 0.1 \times 0,2 \times 200 = 1,2$$

- Η συνολική ποινή λόγω αστοχιών είναι $\text{CPI}_{\text{memory}} = 1.65$

$$\text{CPI}_{\text{total}} = 1 \text{ (ιδανικό)} + \text{data} + \text{control} + \text{memory} = 1 + 0.06 + 0.032 + 1.65 = 2,742$$

Η σωστή τετράδα είναι (0.06, 0.032, 1.65, 2,742).

Καλή Επιτυχία !!!