

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου	
Εξεταστική Περίοδος: Εξετάσεις Εαρινού Εξαμήνου 2025	(ΜΕΡΟΣ Α)
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 πχ 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 -> 92 μονάδες)

Θέμα 17-19 (5 μονάδες -> 15 μονάδες)

Θέμα 27 (10 μονάδες)

Λάθος απάντηση (-1 μονάδα) Σύνολο 117

1) (4 μονάδες) Ένας κατασκευαστής επεξεργαστών θέλει να δημιουργήσει μια νέα έκδοση ενός υπάρχοντος επεξεργαστή με καλύτερη απόδοση, διατηρώντας όμως τη συμβατότητα με το υπάρχον λογισμικό. Σε ποια κατηγορία χαρακτηριστικών (Αρχιτεκτονική ή Οργάνωση) θα επικεντρωθεί κυρίως για βελτιώσεις;

A) Στα Αρχιτεκτονική Υπολογιστή, για να αλλάξει το ρεπερτόριο εντολών προς μια ποιο βελτιωμένη έκδοση

B) Και στις δύο κατηγορίες εξίσου

C) Σε κανένα από τα δύο

D) Στην Οργάνωση Υπολογιστή, για να βελτιώσει την υλοποίηση

E) Στην Αρχιτεκτονική Υπολογιστή, για να αλλάξει τους τύπους δεδομένων

2) (4 μονάδες) Σε σχέση με τη μονάδα κινητής υποδιαστολής (Floating Point Unit - FPU) σε έναν επεξεργαστή, επιλέξτε τη σωστή πρόταση:

A) Η οργάνωση του υπολογιστή καθορίζει τον τρόπο υλοποίησης και τη σχεδιαστική λεπτομέρεια της FPU

B) Η οργάνωση του υπολογιστή καθορίζει ποιες εντολές floating-point θα είναι διαθέσιμες στον προγραμματιστή

- C) Η οργάνωση του υπολογιστή καθορίζει τη σύνταξη των εντολών floating-point
- D) Η οργάνωση του υπολογιστή καθορίζει τους τύπους δεδομένων floating-point που υποστηρίζονται
- E) Η οργάνωση του υπολογιστή καθορίζει την ακρίβεια των πράξεων floating-point

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

- A) Αυξάνεται η κατανάλωση ενέργειας των υπολογιστών
- B) Το κόστος ενός chip παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητο**
- C) Μειώνεται η αξιοπιστία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
- D) Αυξάνεται το μέγεθος των υπολογιστών
- E) Μειώνεται η ταχύτητα επεξεργασίας

4) (4 μονάδες) Ποια πρόκληση είναι πιο κοινή στον σχεδιασμό λογισμικού για ενσωματωμένα συστήματα;

- A) Ο σχεδιασμός πολύπλοκων γραφικών διεπαφών
- B) Η ανάγκη υποστήριξης πολλών χρηστών
- C) Ο περιορισμός σε πόρους και η ανάγκη για σταθερότητα**
- D) Η δυνατότητα εγκατάστασης εξωτερικών εφαρμογών
- E) Η ασφάλεια από ιούς και malware

5) (4 μονάδες) Τι είναι η κερδοσκοπική εκτέλεση (speculative execution) και πώς διαχειρίζεται τα αποτελέσματα εντολών σε περίπτωση λανθασμένης πρόβλεψης;

- A. Εκτέλεση εντολών στον επεξεργαστή πριν την πρόβλεψη, με αποθήκευση μόνιμα όλων των αποτελεσμάτων
- B. Προγραμματισμός εντολών σε διαφορετικά pipeline stages χωρίς οπισθοδρόμηση
- C. Εκτέλεση μόνο όταν έχει ολοκληρωθεί η διακλάδωση, για αποφυγή άστοχης εκτίμησης διακλάδωσης
- D. Κερδοσκοπική εκτέλεση εντολών πριν την επιβεβαίωση· σε λανθασμένη πρόβλεψη, τα αποτελέσματα απορρίπτονται και επανεκτελούνται εάν χρειάζεται**
- E. Κανένα από τα παραπάνω

6) (4 μονάδες) Πώς επηρεάζει η μείωση διατομής καλωδιώσεων (wiring pitch) το RC delay που αφορά την μέγιστη συχνότητα λειτουργίας;

- A. Μειώνει και την αντίσταση R και την χωρητικότητα C
- B. Μειώνει την αντίσταση R αλλά αυξάνει την χωρητικότητα C
- C. Αυξάνει την αντίσταση R και την χωρητικότητα C, επιδεινώνοντας το RC delay
- D. Δεν επηρεάζει καθόλου το RC delay
- E. Αυξάνει μόνο την αντίσταση R

7) (4 μονάδες) Ένας επεξεργαστής με CPI=2 τρέχει στα 2GHz. Ένας άλλος με CPI=4 τρέχει στα 4GHz. Ποιος είναι ταχύτερος;

- A. Ο πρώτος (2GHz) είναι 2 φορές ταχύτερος
- B. Ο δεύτερος (4GHz) είναι 2 φορές ταχύτερος
- C. Έχουν την ίδια απόδοση
- D. Ο δεύτερος είναι 4 φορές ταχύτερος
- E. Δεν μπορούμε να τους συγκρίνουμε

8) (4 μονάδες) Σε ποιον παράγοντα του τύπου $T = I_c \cdot (p + k \cdot m) \cdot T_{clk}$ επιδρά περισσότερο η αναβάθμιση του επεξεργαστή σε νεότερη τεχνολογία κατασκευής (π.χ. από 14nm σε 7nm);

- A. I_c (instruction count)
- B. p (βασικοί κύκλοι ανά εντολή)
- C. k (penalty κύκλοι ανά cache miss)
- D. T_{clk} (περίοδος ρολογιού)
- E. m (memory references ανά εντολή)

9) (4 μονάδες) Για σύγκριση δύο επεξεργαστών σε σύνολο benchmarks, ποιος μέσος εξασφαλίζει συνέπεια ανεξάρτητα από τη βάση αναφοράς απόδοσης;

- A. Αριθμητικός μέσος των χρόνων
- B. Γεωμετρικός μέσος των speedup ratios
- C. Αρμονικός μέσος των ταχυτήτων
- D. Όλοι είναι συνεπείς
- E. Κανένας δεν είναι συνεπής

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 εξυπηρέτηση άλλης εντολής με μεγαλύτερη προτεραιότητα

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

A. Ο επεξεργαστής έχει ειδικούς ακροδέκτες για την ανίχνευση και εξυπηρέτηση 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. Η προσπελάσεις δεδομένων στην μνήμη από τον επεξεργαστή χρησιμοποιούν τον μηχανισμό διακοπών

12) (4 μονάδες) Σε ένα πρόγραμμα που διατρέχει έναν πίνακα διαδοχικά, παρατηρείται κυρίως

A. χρονική τοπικότητα

B. χωρική τοπικότητα

C. έλλειψη τοπικότητας

D. παραλληλία δεδομένων

E. χωρική και χρονική τοπικότητα

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

A. Βασίζεται στην τάση των προγραμμάτων να επαναχρησιμοποιούν πρόσφατα προσπελασμένα δεδομένα

B. Παρατηρείται σε βρόχους επανάληψης όπου οι ίδιες μεταβλητές χρησιμοποιούνται επανειλημμένα

C. Εκμεταλλεύεται τη φυσική εγγύτητα των δεδομένων στη μνήμη για βελτίωση της απόδοσης

D. Οδηγεί σε υψηλότερα ποσοστά ευστοχίας (cache hit rates) όταν τα δεδομένα παραμένουν στην κρυφή μνήμη (cache) μεταξύ χρήσεων

E. Αποτελεί τη βάση για τους LRU (Least Recently Used) αλγόριθμους εξοστρακισμού στις κρυφές μνήμες

14) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις για το CPI (Cycles Per Instruction) είναι ΨΕΥΔΗΣ;

- A. Σε ιδανική διασωλήνωση 5 σταδίων, το CPI είναι πάντα 5
- B. Μετρά τον μέσο αριθμό κύκλων ρολογιού ανά εντολή
- C. Επηρεάζεται από τους κινδύνους (hazards) της διασωλήνωσης
- D. Μικρότερο CPI σημαίνει καλύτερη απόδοση
- E. Υπολογίζεται ως συνολικοί κύκλοι / συνολικές εντολές

15) (4 μονάδες) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις για τα data hazards (κίνδυνοι δεδομένων) είναι ΨΕΥΔΗΣ;

- A. Συμβαίνουν όταν μια εντολή εξαρτάται από το αποτέλεσμα προηγούμενης εντολής
- B. Μπορούν να επιλυθούν με προώθηση/παράκαμψη (forwarding/bypassing)
- C. Προκαλούν πάντα καθυστερήσεις (stalls) στη διασωλήνωση
- D. Είναι τύπος εξάρτησης δεδομένων (data dependency)
- E. Μπορούν να προκαλέσουν RAW (Read After Write) συγκρούσεις

16) (4 μονάδες) Ποια από τις παρακάτω προσεγγίσεις βελτιώνει την απόδοση SDRAM;

- A. Τυχαία (Random) πρόσβαση σε διάφορα banks
- B. Ακολουθιακή πρόσβαση εντός της ίδιας στήλης
- C. Μόνο εγγραφές, όχι αναγνώσεις
- D. Πρόσβαση σε μικρά κομμάτια δεδομένων μεγέθους πολλαπλασίου των 4 bytes
- E. Ακολουθιακή πρόσβαση εντός της ίδιας γραμμής

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 είναι συνεπής καθ' όλη τη διάρκεια εκτέλεσης του βρόχου, όχι μόνο σε μεμονωμένες φάσεις.

```
float TImage[1024][1024]
float Image[1024][1024]
float Result[1024][1024]
float Filter1[5]
for (i = 0; i < 1024; i++)
    for (j = 0; j < 1024; j++)
        for (k = 0; k < 5 ; k++){
S1      TImage[i][j] += Image[i][j+k]*Filter1[k];
        }
for (i = 0; i < 1024; i++)
    for (j = 0; j < 1024; j++){
S2      Result[j][i] += TImage[i][j]-Image[i][j];
    }
}
```

17) (5 μονάδες) για τον πίνακα TImage 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
- C. χωρική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2
- D. χρονική και χωρική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2**
- E. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και καμία 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 TImage[0][0], TImage[0][0], TImage[0][0], TImage[0][0], TImage[0][0]

i=0, j=1

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

i=0, j=2

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

...

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

j-loop TImage[0][0], Timage[0][1], Timage[0][2], Timage[0][3], Timage[0][4]

18) (5 μονάδες) για τον πίνακα Image 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
- C. χωρική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2
- D. χρονική και χωρική τοπικότητα στην δήλωση S1 και χωρική τοπικότητα στην S2**
- E. χρονική τοπικότητα στην δήλωση S1 και καμία τοπικότητα στην S2

S1: Αν και στις επαναλήψεις του k-loop οι προσπελάσεις γίνονται σε διαδοχικές θέσεις μνήμης που οδηγεί σε χωρική τοπικότητα ή ύπαρξη του j+k στον Image[i][j+k] οδηγεί σε προσπελάσεις σε επικαλυπτόμενες διευθύνσεις μνήμης μεταξύ των επαναλήψεων του j-loop άρα υπάρχει και χρονική τοπικότητα

i=0, j=0

k- loop Image[0][0], Image[0][1], Image[0][2], Image[0][3], Image[0][4]

i=0, j=1

k- loop Image[0][1], Image[0][2], Image[0][3], Image[0][4], Image[0][5]

i=0, j=2

k- loop Image[0][2], Image[0][3], Image[0][4], Image[0][5], Image[0][6]

...

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

j-loop Image[0][0], image[0][1], image[0][2], image[0][3], image[0][4]

19) (5 μονάδες) για τον πίνακα Filter1 στην δήλωση S1 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

Σίγουρα είναι χωρική τοπικότητα λόγω του k-loop. Ωστόσο λόγω του μικρού μεγέθους του πίνακα οι πέντε θέσεις του πίνακα Filter1 προσπελαύνονται πολύ συχνά και κοντά στις 1024X1024 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 5 που θεωρείται σύντομος χρόνος

i=0, j=0

k- loop Filter1[0], Filter1[1], Filter1[2], Filter1[3], Filter1[4]

i=0, j=1

k- loop Filter1[0], Filter1[1], Filter1[2], Filter1[3], Filter1[4]

$i=0, j=2$ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 k- loop Filter1[0], Filter1[1], Filter1[2], Filter1[3], Filter1[4]

...

20) (4 μονάδες) Για τον πίνακα Result 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

Σε όλες τις επαναλήψεις δεν προσπελαύνονται διαδοχικές θέσεις μνήμης και ποτέ η ίδια άρα δεν έχουμε τοπικότητα

ΑΣΚΗΣΗ ΕΝΟΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ

21) (4 μονάδες) Ένα πρόγραμμα εκτελείται σε μονοπύρρηνο επεξεργαστή (1 core), και το 90% του χρόνου εκτέλεσης μπορεί να παραλληλοποιηθεί πλήρως. Το υπόλοιπο 10% είναι σειριακό και δεν επιδέχεται καμία βελτίωση. Το πρόγραμμα εκτελείται στη συνέχεια σε έναν πολypύρρηνο επεξεργαστή με 4 πυρήνες, όπου το παραλληλοποιήσιμο τμήμα κατανέμεται εξίσου στους πυρήνες. Ποια είναι η επιτάχυνση από την εκτέλεση του προγράμματος σε στον πολypύρρηνο επεξεργαστή

- A. 2.125
- B. 2,525
- C. 3.077
- D. 3,566
- E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Η βελτιστοποίηση που επιφέρει η αλλαγή στις εντολές προσπέλασης μνήμης είναι $4/2 = 2$ φορές ταχύτερη εκτέλεση. Η βελτιστοποίηση θα είναι βάση του γενικευμένου νόμου Amdahl

$$Speedup = \frac{1}{1 - f + \frac{f}{N}} = \frac{1}{0.1 + \frac{0.9}{4}} = \frac{1}{0.1 + 0.225} = \frac{1}{0.325} = 3,077$$

ΑΣΚΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ

Ένα υπολογιστικό σύστημα έχει κύρια μνήμη 2 MB και cache συσχέτισης 16 δρόμων (16-way associative), με συνολικό μέγεθος 16 KB. Κάθε γραμμή έχει 64 bytes, και η λέξη είναι 4 bytes. Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα

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

A. 1 bits

B. 2 bits

C. 3 bits

D. 4 bits

E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Η γραμμή της κρυφής μνήμης έχει μέγεθος $64/4 = 2^6/2^2 = 16$ λέξεις $= 2^4$ λέξεις άρα απαιτούνται 4 bits

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

A. 3 bits

B. 4 bits

C. 5 bits

D. 6 bits

E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Η κρυφή μνήμη αποτελείται από $16KB/64 \text{ bytes} = 2^{14}/2^6 = 2^8 = 256$ blocks. Εφόσον το κάθε σύνολο έχει $2^4 = 16$ blocks θα υπάρχουν στην κρυφή μνήμη $256/16 = 16 = 2^4$ sets. Οπότε το πεδίο set θα αποτελείται από 4 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 $2^{21} \text{ bytes} / 2^2 \text{ (bytes/λέξη)} = 2^{19}$ λέξεις. Οπότε η ετικέτα θα έχει μέγεθος tag $= 19 - 4 - 4 = 11$ bits

25) (4 μονάδες) Εάν στην παραπάνω ιεραρχία μνήμης (ερώτημα 20-22) ο χρόνος καθυστέρησης της κύριας μνήμης είναι 6nsec και της κρυφής μνήμης 60nsec με ποσοστό ευστοχίας η τελευταία 85% τότε η μέση καθυστέρηση της ιεραρχίας είναι

A. 720 nsec

B. 960 nsec

C. 310 nsec

D. 260 nsec

E. Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Ο μέσος χρόνος καθυστέρησης της ιεραρχίας είναι $T_s = (1-0.85)*6*10^{-6} + 0.06*10^{-7} = 900ns + 60nsec = 0.960nsec$

ΑΣΚΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ

Ένας σύγχρονος επεξεργαστής με διοχέτευση 5-σταδίων (IF→ID→EX→MEM→WB) έχει ιδανικό CPI=1 και λειτουργεί σε συχνότητα **2.5 Ghz**. Το πρόγραμμα που εκτελείται αποτελείται από **25%** εντολές μνήμης (loads/stores) και **75%** αριθμητικές/λογικές εντολές. Οι καθυστερήσεις που παρατηρούνται είναι:

A) Κίνδυνοι Δεδομένων (Data Hazards):

Το 40% των εντολών εξαρτώνται από το αποτέλεσμα μιας αμέσως προηγούμενης εντολής (RAW). Ο μηχανισμός forwarding καλύπτει το 70% αυτών των περιπτώσεων. Για τις υπόλοιπες, απαιτείται 1 κύκλος αναμονής (stall).

B) Κίνδυνοι Ελέγχου (Control Hazards):

Το 15% των εντολών είναι διακλαδώσεις (branches). Ο branch predictor έχει ποσοστό επιτυχίας 90%. Μια λανθασμένη πρόβλεψη κοστίζει 3 κύκλους (pipeline flush).

Γ) Αστοχίες Ιεραρχίας:

Το σύστημα διαθέτει δύο επίπεδα cache (L1 και L2). Οι ποινές αφορούν μόνο τις εντολές μνήμης (25% του συνόλου).

- **L1 Cache:** Έχει ποσοστό αστοχίας (miss rate) **8%**. Η ποινή για μια αστοχία L1 (L1 miss penalty) είναι ο χρόνος πρόσβασης στην L2, ο οποίος είναι **20 κύκλοι**.
- **L2 Cache:** Εξετάζεται μόνο μετά από αστοχία της L1. Έχει τοπικό ποσοστό αστοχίας (local miss rate) **25%**.
- **Κύρια Μνήμη:** Η ποινή για μια αστοχία στην L2 (L2 miss penalty) είναι επιπλέον **250 κύκλοι**.

Ερωτήματα

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

A) 400 ns

B) 1004 ns

C) 401.6 ns

D) 2500 ns

E) Κανένα από τα παραπάνω

Εξηγήσεις: _____

Ο χρόνος κύκλου ρολογιού είναι $T=1/f=1/(2.5 \times 10^9 \text{ Hz})=0.4 \times 10^{-9} \text{ s}=0.4 \text{ ns}$.

Ο ιδανικός χρόνος εκτέλεσης N εντολών σε διοχέτευση k σταδίων είναι $\text{Σύνολο Κύκλων} = k + N - 1$.

$t=(\text{pipeline_stages}+N-1) \times \text{clock_period}$

$t=(5+1000-1) \times 0.4 \text{ ns}=1004 \times 0.4 \text{ ns}=401.6 \text{ ns}$

27) (10 μονάδες) Υπολογίστε την ποινή CPI από κάθε κατηγορία και το συνολικό CPI (CPIdatahazards, CPIcontrolhazards, CPImemoryhierarchymisses).

A) (0.06 , 0.032 , 1.65, 3.742)

B) (0.12 , 0.045 , 1.65, 2.815)

C) (0.10 , 0.050 , 1.70, 2.85)

D) (0.7 , 0.045 , 1.85, 2.315)

E) Κανένα από τα παραπάνω

Εξήγηση

Κίνδυνοι Δεδομένων (Data hazards)

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

Ποσοστό εντολών με stall = $40\% \times (100\% - 70\%) = 0.40 \times 0.30 = 0.12$

- $\text{CPI}_{\text{data}} = 0.12 \times (\text{κόστος 1 κύκλου}) = 0.12$

Κίνδυνοι Ελέγχου (Control hazards)

- Ποσοστό εντολών που είναι mispredicted branches = (Ποσοστό branches) $\times$ (Ποσοστό αποτυχίας πρόβλεψης)

Ποσοστό mispredicted = $15\% \times (100\% - 90\%) = 0.15 \times 0.10 = 0.015$

- $\text{CPI}_{\text{control}} = 0.015 \times (\text{κόστος 3 κύκλων}) = 0.045$

Αστοχίες Ιεραρχίας (Cache Misses)

- Πρώτα, υπολογίζουμε τη συνολική ποινή μιας αστοχίας L1:

- $L1 \text{ Miss Penalty} = (\text{Ποσοστό Προσπελάσεων Μνήμης στο Ιχνοσ Εκτέλεσης}) * (\text{Ποσοστό Αστοχίας } L1) * (\text{Κύκλοι Προσπέλασης } L2) = 0.25 * 0.08 * 20 = 0.4$

- $L2 \text{ Miss Penalty} = (\text{Ποσοστό Προσπελάσεων Μνήμης στο Ιχνοσ Εκτέλεσης}) * (\text{Ποσοστό Αστοχίας } L1) * (\text{Ποσοστό Αστοχίας } L2) * (\text{Κύκλοι Προσπέλασης Κύριας Μνήμης}) = 0.25 * 0.08 * 0.25 * 250 = 1.25$

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

$$CPI_{\text{total}}=1 \text{ (ιδανικό)} + \text{data} + \text{control} + \text{memory} = 1+0.12+0.045+1.65=2.815$$

Η σωστή τετράδα είναι (0.12, 0.045, 1.65, 2.815).

Καλή Επιτυχία !!!