

Άσκηση 10.1

Υπολογιστής A: 2,400,000 εντολές
 τύπου RISC
 3.5 κύκλους CPI
 1.20 GHz ρολόι

$$\text{Κύκλοι ρολογιού} = 2,400,000 * 3.5 = 8,400,000 / T_{ck} = \frac{1}{f} \Rightarrow T_{ck} = 8.33 * 10^{-10}$$

$$t_A = \text{Instructions} * CPI * T_{ck} \Rightarrow t_A = 2,400,000 * 3.5 * (8.33 * 10^{-10}) \Rightarrow t_A = 6.9972 \text{ ms}$$

Υπολογιστής B: 1,800,000 εντολές
 τύπου CISC
 5.2 κύκλους CPI
 1.00 GHz ρολόι

$$\text{Κύκλοι ρολογιού} = 1,800,000 * 5.2 = 9,360,000 / T_{ck} = \frac{1}{f} \Rightarrow T_{ck} = 1 * 10^{-9}$$

$$t_B = \text{Instructions} * CPI * T_{ck} \Rightarrow t_B = 1,800,000 * 5.2 * (1 * 10^{-9}) \Rightarrow t_B = 9.36 \text{ ms}$$

Άρα έχουμε $\frac{t_B}{t_A} = \frac{9.36}{6.9972} \approx 1.33$, ο υπολογιστής A τύπου RISC είναι συνεπώς 33% γρηγορότερος από τον υπολογιστή B τύπου CISC

Άσκηση 10.2

α) 5 κύκλοι για εντολές load: $5 * 26\%$

4 κύκλοι για εντολές store ή ALU: $4 * (40\% + 11\%) = 4 * 51\%$

3 κύκλοι για εντολές lui, branch, ή jump: $3 * (16\% + 3\% + 3\% + 1\%) = 3 * 23\%$

$$\text{Επομένως } CPI_{avg} = 5 * 26\% + 4 * 51\% + 3 * 23\% \approx 4.03 \text{ κύκλους}$$

26% load

11% store

40% ALU

3% load upper immediate

16% conditional branches

3% unconditional jumps με σταθ

1% unconditional jump register

β) 2 κύκλοι για εντολές lui ή jal: $2 * (3\% + 3\%) = 2 * 6\%$

3 κύκλοι για εντολές branch ή jump(register): $3 * (16\% + 1\%) = 3 * 17\%$

Επομένως

$$CPI_{avg} = 5 * 26\% + 4 * 51\% + 3 * 17\% + 2 * 6\% \approx 3.97 \text{ κύκλους}$$

$$\gamma) t_A = 4.03 * 0.7 \Rightarrow t_A = 2.821 \text{ ns}$$

$$t_B = 3.97 * 0.75 \Rightarrow t_B = 2.9775 \text{ ns}$$

Άρα έχουμε $\frac{t_B}{t_A} = \frac{2.9775}{2.821} = 1.05$ που σημαίνει ότι ο A είναι 5%

πιο γρήγορος από τον B).

- Το 33% των εκτελούμενων load, δηλαδή το 8.6% του συνόλου των εκτελούμενων εντολιών, προκαλούν καθυστέρηση της εκτέλεσης του προγράμματος κατά ένα κύκλο ρολογιά, δηλαδή χρειάζονται 2 κύκλους για να εκτελεστούν. Οι υπόλοιπες 66% εντολές τύπου load, δηλαδή το 17.4% του συνόλου των εκτελούμενων εντολιών, **δεν** προκαλούν καμία καθυστέρηση και επομένως χρειάζονται μόνο 1 κύκλο για να εκτελεστούν.

Άρα

$$\begin{aligned} CPI_{avg} &= 17.4\% * 1 + 8.6\% * 2 + 16\% * 2 + 3\% * 2 + 1\% * 3 + 54\% * 1 \\ &= 8.6\% * 2 + 16\% * 2 + 3\% * 2 + 1\% * 3 + 71.4\% * 1 \\ &= 1.296 \text{ κύκλους ρολογιά} \end{aligned}$$

Θεωρώντας ότι αυτός ο επεξεργαστής έχει το ίδιο ρολόι με εκείνον της άσκησης 10.2 (α) και εκτελεί τις ίδιες εντολές ακριβώς με το προηγούμενο, αρκεί επομένως να συγκρίνουμε μόνο το CPI_A και $CPI_{pipelined}$, έτσι:

$$\frac{t_A}{t_{pipelined}} = \frac{CPI_A}{CPI_{pipelined}} = \frac{4.03}{1.296} \approx 3.10$$

Ο pipelined υπολογιστής είναι 210% γρηγορότερος από τον υπολογιστή της 10.2α)

Άσκηση 10.4

Το 90% των εντολιών branch and jump είναι το 90% του 20% δηλαδή το 18%. Άρα το 18% όλων των εκτελούμενων εντολιών (οι οποίες είναι branch ή jump) χρειάζονται και αυτές 1 μόνο κύκλο. Άρα εκ τούτου, το 2% (branch ή jump) από όλες τις εκτελούμενες εντολές χρειάζεται 2 κύκλους για να εκτελεστεί. Επομένως το CPI θα είναι:

$$\begin{aligned} CPI &= 71.4\% * 1 + 8.6\% * 2 + 2\% * 2 + 18\% * 1 \\ &= 89.4\% + 8.6\% * 2 + 2\% * 2 \\ &= 89.4\% + 10.6\% * 2 \\ &= 1.106 \text{ κύκλους} \end{aligned}$$

Αν έχουμε τον ίδιο αριθμό εντολιών και το ίδιο ρολόι με την 10.3 έχουμε:

$$\frac{t_{10.3}}{t_{10.4}} = \frac{CPI_{10.3}}{CPI_{10.4}} = \frac{1.296}{1.106} \approx 1.17$$

Ο νέος pipelined υπολογιστής είναι (περίπου) 17% γρηγορότερος από τον υπολογιστή της 10.3.

Αν το μέσο πλήθος ταυτόχρονα εκτελούμενων ανεξάρτητων εντολών είναι 1.4 εντολές, οι κύκλοι που χρειάζονται για την εκτέλεση μιας εντολής θα μειωθούν. Μια εντολή που χρειάζεται 1 κύκλο ρολογιού τώρα θα χρειάζεται $1/1.4 \approx 0.714$ κύκλους. Έτσι έχουμε το CPI από την άσκηση 10.4:

$$CPI_{avg} = 71.4\% * 0.714 + 8.6\% * 2 + 0.714 + 2\% * 2 * 0.714 + 18\% * 0.714 \Rightarrow$$

$$CPI_{avg} \approx 0.789$$

Θεωρούμε πως οι υπολογιστές έχουν το ίδιο ρολόι και τον ίδιο αριθμό εντολών. Έτσι έχουμε

Για τον υπολογιστή της 10.2(a): $\frac{t_{10.2(a)}}{t_{10.5}} = \frac{CPI_{10.2(a)}}{CPI_{10.5}} = \frac{4.03}{0.789} \approx 5.107$

Ο υπολογιστής superscalar της άσκησης 10.5 είναι 410% περίπου γρηγορότερος από τον υπολογιστή της άσκησης 10.2 a)

Για τον υπολογιστή της 10.3: $\frac{t_{10.3}}{t_{10.5}} = \frac{CPI_{10.3}}{CPI_{10.5}} = \frac{1.296}{0.789} \approx 1.642$

Ο υπολογιστής superscalar της άσκησης 10.5 είναι περίπου 64% γρηγορότερος από τον υπολογιστή της άσκησης 10.3

Για τον υπολογιστή της 10.4: $\frac{t_{10.4}}{t_{10.5}} = \frac{CPI_{10.4}}{CPI_{10.5}} = \frac{1.106}{0.789} \approx 1.401$

Ο υπολογιστής superscalar της άσκησης 10.5 είναι περίπου 40% γρηγορότερος από τον υπολογιστή της άσκησης 10.4.