

# 2023 ОРТ Прва задаћа - Јелена Матијаш

## - 1102/23

Процесор *Pentium Prescott*, из 2004. године, радио је на фреквенцији 3,6 GHz и под напонем 1,25 V. Трошио је 10 W статичке снаге и 90 W динамичке снаге. Процесор *Core i5 Ivy Bridge*, из 2012. године, ради на учестаности 3,4 GHz и при напону 0,9 V. Троши 30 W статичке потрошње и 40 W динамичке потрошње.

- а) Пронађите просјечно капацитивно оптерећење ( $C$ ) за оба процесора.
- б) Израчунајте у процентима удио статичке потрошње у укупној потрошњи за оба процесора.
- в) Израчунајте однос статичке и динамичке потрошње за оба процесора
- г) Уколико смањимо потрошњу за 10% у оба случаја, израчунајте за колико је потребно смањити напон напајања да бисмо задржали исту струју цурења (не заборавите да је  $P = V \times I$ ).
- д) Ако је  $CPI$  за први процесор 2,0, а 1,2 за други процесор пиликом извршавања истог програма, израчунајте који од њих је, и за колико, бржи (примијетите да су оба ова процесора реализација истог сета инструкција).

## Израда

а) Да бисмо израчунали просјечно капацитивно оптерећење ( $C$ ) за оба процесора, користићемо следећу формулу када је у питању динамичка потрошња енергије:

$$P_{din} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2 \cdot f.$$

На основу  $P_{din} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2 \cdot f$  слиједи да је просјечно капацитивно оптерећење при напону  $V$  и фреквенцији рада процесора  $f$  при чему се потроши снага  $P_{din}$ , једнако:

$$C = \frac{2 \cdot P_{din}}{V^2 \cdot f}.$$

За процесор *Pentium Prescott* имамо следеће просјечно капацитивно оптерећење при динамичкој снази:

$$C = \frac{2 \cdot 90W}{(1,25V)^2 \cdot (3,6 \cdot 10^9 Hz)} = \frac{180W}{1,5625V^2 \cdot 3,6 \cdot 10^9 Hz} = \frac{180}{5,625 \cdot 10^9} F = 32 \cdot 10^{-9} F = 32nF.$$

За процесор *Core i5 Ivy Bridge* при динамичкој снази, просјечно капацитивно оптерећење износи:

$$C = \frac{2 \cdot 40W}{(0.9V)^2 \cdot (3.4 \cdot 10^9 Hz)} = \frac{80W}{0.81V^2 \cdot 3.4 \cdot 10^9 Hz} = \frac{80}{2.754 \cdot 10^9} F \approx 29.05 \cdot 10^{-9} F \approx 29.05 nF.$$

б) Удио статичке потрошње у укупној потрошњи за оба процесора можемо израчунати помоћу следеће формуле:

$\sigma = \frac{P_{st}}{P_{st} + P_{din}} \cdot 100 [\%]$ , при чему  $\sigma$  означава удио статичке потрошње у укупној потрошњи процесора. На основу овога слиједи:

1. за процесор *Pentium Prescott*:

$$\sigma = \frac{P_{st}}{P_{st} + P_{din}} \cdot 100 [\%] = \frac{10W}{10W + 90W} \cdot 100 [\%] = 10\%,$$

2. за процесор *Core i5 Ivy Bridge*:

$$\sigma = \frac{P_{st}}{P_{st} + P_{din}} \cdot 100 [\%] = \frac{30W}{30W + 40W} \cdot 100 [\%] \approx 42,86\%.$$

в) Однос статичке и динамичке потрошње за оба процесора рачунамо на следећи начин:

1. за процесор *Pentium Prescott*:

$$\frac{P_{st}}{P_{din}} = \frac{10W}{90W} = \frac{1}{9} \Rightarrow P_{din} = 9 \cdot P_{st}$$

2. за процесор *Core i5 Ivy Bridge*:

$$\frac{P_{st}}{P_{din}} = \frac{30W}{40W} = \frac{3}{4} \Rightarrow P_{din} = \frac{4}{3} \cdot P_{st}$$

г) Да бисмо одредили за колико је потребно да смањимо напон уколико смањимо потрошњу, а да струја цурења остане иста користимо следеће:

$$P = V \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{V} \Rightarrow V = \frac{P}{I}. \text{ Из овог даље слиједи: } I = \frac{P_{old}}{V_{old}} = \frac{P_{new}}{V_{new}}, \text{ при чему је } P_{new} = P_{old} - P_{old} \cdot 10\%.$$

1. за процесор *Pentium Prescott*, прво ћемо одредити струју цурења при првобитној потрошњи и напону:  $I = \frac{90W}{1.25V} = 72A$ . Када смањимо потрошњу за 10%, нова вриједност потрошње ће износити  $P_{new} = 90W - 90W \cdot 10\% = 90W - 9W = 81W$ . На основу тога

вриједност новодобијеног напона је  $V_{new} = \frac{P_{new}}{I} = \frac{81W}{72A} = 1.125V$ . Даље се да закључити да је напон потребно смањити за:  $V_{old} - V_{new} = 1.25V - 1.125V = 0.125V$ .

2. за процесор *Core i5 Ivy Bridge*, прво ћемо одредити струју цурења при првобитној потрошњи и напону:  $I = \frac{40W}{0.9V} \approx 44.44A$ . Када смањимо потрошњу

за 10%, нова вриједност потрошње ће износити  $P_{new} = 40W - 40W \cdot 10\% = 40W - 4W = 36W$ . На основу тога вриједност новодобијеног напона је  $V_{new} = \frac{P_{new}}{I} = \frac{36W}{44.44A} \approx 0.81V$ . Даље се да закључити да је напон потребно смањити за:  $V_{old} - V_{new} = 0.9V - 0.81V = 0.09V$ .

д) Како знамо да је број тактова потребан за извршавање програма једнак производу броја инструкција и  $CPI$  ( $N_c = N_i \cdot CPI$ ) и да је број инструкција који требају извршити оба процесора исти, слиједи да је однос у брзинама ова два процесора:  $\frac{N_{c1}}{N_{c2}} = \frac{CPI_1 \cdot N_i}{CPI_2 \cdot N_i} = \frac{CPI_1}{CPI_2} = \frac{2.0}{1.2} \approx 1,61$ . Дакле, други процесор је за приближно 1,61 пута бржи од првог процесора, односно први процесор је приближно 1,61 пута спорији од другог процесора.