

## Arhitektura računala 2

Završni ispit, problemski dio (60% bodova)

1. (10 bodova) Zadana je sljedeća lista 32-bitnih memorijskih referenci bajtnih podataka:

0x01 0x86 0xd4 0x01 0x87 0xd5 0xa2 0xa1 0x02 0x2c 0x29 0xdd

Razmatramo sljedeće tri organizacije priručne memorije s izravnim preslikavanjem:

- i) C1: 8 linija veličine 1 bajt,
- ii) C2: 4 linije veličine 2 bajta,
- iii) C3: 2 linije veličine 4 bajta.

U sva tri slučaja punjenje linije iznosi 25 perioda signala takta, dok vremena pristupa iznose dva takta za C1, tri takta za C2, i 5 taktova za C3. Odredite najbolju i najgoru organizaciju za zadani slijed referenci s obzirom na prosječno vrijeme pristupa memoriji.

2. (10 bodova) Razmatramo računalo s logičkim adresama od 32 bita, stranicama od 4KB te straničnim opisnicima od 4 B. Pretpostavimo da računalo izvodi dva programa, te da svaki od njih koristi 1GB virtualne memorije. Odredite minimalnu količinu memorije za spremanje podatkovnih struktura za adresno preslikavanje u sljedeća dva slučaja:

- (a) koristi se jednorazinsko straničenje;
- (b) koristi se dvorazinsko straničenje gdje stranični imenik sadrži 256 stavki od po 6B;

3. (10 bodova) Razmotrimo tri različite implementacije ( $P_1$ ,  $P_2$  i  $P_3$ ) iste instrukcijske arhitekture za koje su podatci prikazani sljedećom tablicom.

	$f$	$CPI_A$	$CPI_B$	$CPI_C$	$CPI_D$
$P_1$	1.5 GHz	1	2	4	4
$P_2$	2 GHz	2	2	2	3
$P_3$	2.5 GHz	3	1	4	1

U tablici  $f$  označava radnu frekvenciju, a  $CPI_X$  prosječan broj perioda za izvršavanje instrukcija iz razreda  $X$ .

Neka je zadan program  $P$  s  $10^6$  instrukcija distribuiranih po razredima kako slijedi: razred A: 10%; razred B: 20%; razred C: 50%; razred D: 20%.

Koja implementacija će brže izvesti zadani program? Odredite ukupan broj taktova, kao i globalni CPI u oba slučaja.

4. (10 bodova) Za procesor arhitekture MIPS zadan je sljedeći niz instrukcija:

```
lw $t5, -16($t5)
sw $t5, -16($t5)
add $t5, $t5, $t5
```

- (a) Naznačite sve podatkovne međuovisnosti među instrukcijama i navedite njihove tipove.
- (b) Modificirajte navedeni kod dodavanjem instrukcija `nop` na odgovarajućim mjestima, da bi se eliminirali harazdi u protočnom procesoru, uz pretpostavku da se *ne koristi* prosljeđivanje.
- (c) Modificirajte navedeni kod dodavanjem instrukcija `nop` na odgovarajućim mjestima, da bi se eliminirali harazdi u protočnom procesoru, uz pretpostavku da se *koristi* prosljeđivanje.

5. (10 bodova) Razmatramo sljedeći izraz:

$$\vec{C} = s(\vec{A} - \vec{B});$$

pri čemu je  $s$  skalar, a  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  i  $\vec{C}$  su 32-komponentni vektori (polja) cijelih brojeva. Na početku izvođenja programa vektori su pohranjeni u memoriju računala pri čemu je početna adresa vektora  $\vec{A}$  \$a\$, vektora  $\vec{B}$  \$b\$, vektora  $\vec{C}$  \$c\$, a skalara  $s$  \$s\$.

Napišite programski odsječak za vektorski procesor koji računa navedeni izraz. Vektorski procesor ima vektorske registre  $v_0 - v_7$  duljine 8 (svaki vektorski registar može sadržavati 8 cijelih brojeva). Za svaku od instrukcija u programskom odsječku označite tip.

6. (10 bodova) Za pojednostavljeni model procesora, uz pretpostavku *little endian* načina pohrane podataka, prikažite stanje na vanjskim sabirnicama tijekom izvođenja sljedećeg programskog odsječka, ako je poznato da se prva instrukcija nalazi na adresi \$1320:

```
LDA $1324      // op. kod 34
STA $3142      // op. kod A2
```

Odredite i konačne sadržaje registara programskog modela i izmijenjenih memorijskih lokacija.