

---

Elektrotehnički fakultet u Beogradu  
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

*Predmet:* Multiprocesorski sistemi (13S114MUPS)  
*Nastavnik:* dr Milo Tomašević, red. prof.  
*Asistent:* doc. dr Marko Mišić; Pavle Divović, dipl. ing.  
*Ispitni rok:* Drugi kolokvijum (decembar 2022.)  
*Datum:* 07.12.2022.

*Kandidat\*:* \_\_\_\_\_

*Broj Indeksa\*:* \_\_\_\_\_

*Kolokvijum traje 105 minuta, prvih sat vremena nije dozvoljeno napuštanje kolokvijuma.  
Upotreba literature nije dozvoljena.*

|                  |           |                  |           |
|------------------|-----------|------------------|-----------|
| <i>Zadatak 1</i> | _____ /15 | <i>Zadatak 5</i> | _____ /15 |
| <i>Zadatak 2</i> | _____ /15 | <i>Zadatak 6</i> | _____ /10 |
| <i>Zadatak 3</i> | _____ /15 | <i>Zadatak 7</i> | _____ /15 |
| <i>Zadatak 4</i> | _____ /15 |                  |           |

**Ukupno na kolokvijumu:** \_\_\_\_\_ /100

**Napomena:** Ukoliko u zadatku nešto nije dovoljno precizno definisano, student treba da uvede razumnu pretpostavku, da je uokviri (da bi se lakše prepoznala prilikom ocenjivanja) i da nastavi da izgrađuje preostali deo svog odgovora na temeljima uvedene pretpostavke. Kod pitanja koja imaju ponuđene odgovore treba **samo zaokružiti** jedan odgovor. Na ostala pitanja odgovarati **čitko, kratko i precizno**.

\* popunjava student.

1. [15] Objasniti prednosti i nedostatke zajedničke keš memorije. Gde se u procesoru ona najčešće koristi?

2. [15]. Objasniti negativne efekte povećanja veličine bloka keš memorije. Objasniti načine da se ovi negativni efekti ublaže.

3. [15] Objasniti kao bi se MSI protokol nadgradio *ReadBroadcast* funkcionalnošću. Nacrtati digram prelaza i objasniti rad tako nadgrađenog protokola ako se pri upisu u validan blok koristi posebna transakcija *BusUpgr*.

4. [15] Neka su u multiprocesorskom sistemu sa  $n$  procesora sa zajedničkom magistralom data dva načina deljenja:

|   |
|---|
| SP1: {P1: Write V, P2..p: Read V} x $q$ |
|---|

|  |
|--|
| SP2: {(P1: Write V) x $p$ ; (P2: Read V, Write V)} x $q$ |
|--|

U početku blok V nije keširan ni u jednoj privatnoj keš memoriji. Izračunati koliko se transakcija (i kojih) na magistrali izvrši kod SP1 i SP2 ako se koristi invalidujućí protokol, a koliko ako se koristi ažurirajućí protocol. Diskutovati komparativno performanse protokola kod oba slučaja u zavisnosti od vrednosti parametra  $p$ .

5. [15] Neka je dat niz realnih brojeva. Potrebno je formirati novi niz od ulaznog niza tako da bude zadovoljen uslov  $b[i] = f(a[i])$ . Ulazni niz je alociran u procesu sa rangom 0 (*master*). Smatrati da je broj elemenata niza deljiv brojem procesa u MPI svetu. Koristeći MPI biblioteku i navedene definicije:

```
#define K 32
#define N 1024
double f(double x);
```

- a) [5] Napisati deo koda master procesa koji ravnomerno raspoređuje ulazni niz svim procesima i prihvata rezultat rada nakon formiranja novog niza.
- b) [10] Ukoliko se koristi *manager - worker* model, napisati deo koda za master procesa kojim se po K elemenata niza šalje na obradu svakom workeru i prihvata i smešta rezultat celokupne obrade. Proces se odvija beskonačno.

6. [10] Šta predstavlja jednostrana komunikacija i koje su prednosti njenog korišćenja prilikom komunikacije između MPI procesa? Napisati skelet koda za dva procesa koji razmenjuju niz od 64 karaktera putem jednostrane komunikacije.

7. [15] Dat je multiprocesorski sistem sa 4 identična procesora, koji koristi *MOESI* protokol za održavanje koherencije keš memorije. Svaka keš memorija ima po 2 ulaza, koji su veličine jedne reči. Preslikavanje je direktno. Početne vrednosti podataka su 0. Svaki upis uvećava vrednost izmenjenog podatka za 1. Na početku su sve keš memorije prazne. Data je sledeća sekvenca pristupa memoriji:

|            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|
| 1. P1,R,A1 | 3. P1,R,A1 | 5. P0,R,A3 | 7. P0,R,A1 |
| 2. P0,W,A1 | 4. P1,R,A3 | 6. P1,W,A1 | 8. P1,W,A1 |

Napisati stanja koherencije u svim procesorima i stanje memorije posle svake promene i skicirati opisani sistem u trenutku 8. [10 poena]

Koliko puta koji od procesora pristupa memoriji? Za svaki pristup navesti razlog. [3 poena]

Koliki je Hit Rate za svaki od procesora (brojati i čitanje i upis, prikazati zbirno)? [2 poena]

| CPU | Broj pogodaka | Ukupan broj pristupa | Hit rate | Pristupi memoriji |
|-----|---------------|----------------------|----------|-------------------|
| P0  |               |                      |          |                   |
| P1  |               |                      |          |                   |
| P2  |               |                      |          |                   |
| P3  |               |                      |          |                   |

**Trenutak 1**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

**Memorija**

|    |  |
|----|--|
| A0 |  |
| A1 |  |
| A2 |  |
| A3 |  |

Pristupi memoriji:

---

**Trenutak 2**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

**Memorija**

|    |  |
|----|--|
| A0 |  |
| A1 |  |
| A2 |  |
| A3 |  |

Pristupi memoriji:

---

**Trenutak 3**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

**Memorija**

|    |  |
|----|--|
| A0 |  |
| A1 |  |
| A2 |  |
| A3 |  |

Pristupi memoriji:

---

**Trenutak 4**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

| Memorija |  |
|----------|--|
| A0       |  |
| A1       |  |
| A2       |  |
| A3       |  |

Pristupi memoriji:

---

**Trenutak 5**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

| Memorija |  |
|----------|--|
| A0       |  |
| A1       |  |
| A2       |  |
| A3       |  |

Pristupi memoriji:

---

**Trenutak 6**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

| Memorija |  |
|----------|--|
| A0       |  |
| A1       |  |
| A2       |  |
| A3       |  |

Pristupi memoriji:

---

**Trenutak 7**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

| Memorija |  |
|----------|--|
| A0       |  |
| A1       |  |
| A2       |  |
| A3       |  |

Pristupi memoriji:

---

**Trenutak 8**

| P0 |  |  | P1 |  |  | P2 |  |  | P3 |  |  |
|----|--|--|----|--|--|----|--|--|----|--|--|
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |
|    |  |  |    |  |  |    |  |  |    |  |  |

| Memorija |  |
|----------|--|
| A0       |  |
| A1       |  |
| A2       |  |
| A3       |  |

Pristupi memoriji:

---