

---

Elektrotehnički fakultet u Beogradu  
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

*Predmet:* Multiprocesorski sistemi (13S114MUPS)  
*Nastavnik:* dr Milo Tomašević, red. prof.; dr Marko Mišić, vanr. prof.  
*Asistent:* Matija Dodović, dipl. ing.  
*Ispitni rok:* Treći kolokvijum (januar 2023.)  
*Datum:* 17.01.2023.

*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] Kakvi su zaključci analize načina deljenja podataka i skaliranja *directory* protokola. Opisati karakteristične načine deljenja sa aspekta broja invalidacija.

2. [15] Detaljno opisati i uporediti strukturu kataloga i funkcionisanje *Dir<sub>i</sub> NB* i *Dir<sub>i</sub> B* protokola.

3. [15] Definisati svojstvo inkluzije u višenivoskim keš hijerarhijama. Precizno opisati transakcije između L1 i L2 u dvonivoskoj hijerarhiji kada se koristi *write-back*.

4. [15] Objasniti topologiju interkonekcionu mrežu tipa hiperkocke i dati vrednosti karakterističnih parametara. Nacrtati mrežu za  $d = 4$  i označiti čvorove. Objasniti način rutiranja i ilustrovati ga na primeru poruke od čvora 5 do čvora 10.

5. [15] U čemu je razlika između eksplicitnog i implicitnog načina za upravljanje memorijom na grafičkom procesoru? Šta je to unifikovana memorija? Na primeru koda u prilogu koji koristi unifikovanu memoriju, napisati deo koda koji koristi eksplicitno upravljanje memorijom. Navesti prednosti i mane.

```
void someKernelFunc(int* A, float* B, int n){
    int size = n * sizeof(int);
    int *devA, *devB;
    cudaMallocManaged((void **) &devA, size);
    cudaMallocManaged((void **) &devB, size);
    int blockSize = NUM_THREADS;
    int numBlocks = (n + blockSize - 1) / blockSize;
    someKernel<<<numBlocks, blockSize>>>(devA, devB n);
}
```

6. [10] Objasniti i šematski prikazati jedan *streaming multiprocessor* u okviru grafičkog procesora. Na koji način ovakva organizacija grafičkih procesora omogućava skalabilno izvršavanje blokova niti?

7. [15] Koristeći CUDA tehnologiju, paralelizovati deo koda (za centralni i za grafički procesor) u prilogu koji primenjuje Jakobijev metod za rešavanje sistema linearnih jednačina. Obratiti pažnju na efikasnost paralelizacije i koristiti deljenu memoriju, gde je moguće. Smatrati da su sve promenljive inicijalizovane, a memorija alocirana.

```
while (iterations < max_iterations) {
    for (int i = 0; i < size; ++i) {
        double sum = 0.0;
        for (int j = 0; j < size; ++j) {
            if (i != j)
                sum += A[i][j] * x[j];
        }
        new_x[i] = (b[i] - sum) / A[i][i];
    }
    double error = 0.0;
    for (int i = 0; i < size; ++i) {
        error += fabs(new_x[i] - x[i]);
        x[i] = new_x[i];
    }
    iterations++;
    if (error < tolerance)
        break;
}
```

