
Elektrotehnički fakultet u Beogradu
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

Predmet: Multiprocesorski sistemi
(13E114MUPS, 13S114MUPS, 13M114MUPS)

Nastavnik: dr Marko Mišić, vanr. prof.

Asistenti: Matija Dodović, mast. ing.

Ispitni rok: Jul 2026.

Datum: 21.07.2026.

Kandidat:* _____

Broj Indeksa:* _____

*Ispit traje 120 minuta, prvih sat vremena nije dozvoljeno napuštanje ispita.
Upotreba literature nije dozvoljena.*

<i>Zadatak 1</i>	_____ /10	<i>Zadatak 5</i>	_____ /10
<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	<i>Zadatak 8</i>	_____ /10

Ukupno na ispitu: _____ /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.

- 2/7

3. [15] Šta predstavljaju adaptivni protokoli za održavanje koherencije keš memorija? Na primeru *Read & Write Broadcast* (RWB) protokola objasniti njihovo funkcionisanje, prednosti i nedostatke.
4. [15] Detaljno objasniti i nacrtati strukturu kataloga u protokolu $Dir_i CV_r$ za $i = 2$ i sistem sa 32 procesora. Precizno objasniti funkcionisanje ovog protokola, prednosti i nedostatke.

5. **[10]** Definirati pojam virtuelne topologije kod MPI biblioteke. Specifično objasniti način kreiranja Dekartove topologije i napisati deo koda kojim se na osnovu `MPI_COMM_WORLD` komunikatora formira Dekartov komunikator topologije torusa sa 20 procesa dimenzija 5×4 .
6. **[10]** Definirati pojam *streaming* multiprocera (SM) na grafičkom procesoru. Objasniti način za raspoređivanje blokova niti na SM jedinice i kako to utiče na skalabilnost izvršavanja na grafičkom hardveru različitih karakteristika. Odgovor ilustrovati slikom.

7. [15] Korišćenjem OpenMP biblioteke i koncepta poslova (*tasks*) paralelizovati kod u prilogu koji izvršava *quicksort* algoritam za sortiranje. Obratiti pažnju na korektnost i efikasnost paralelizacije.

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>
#include <omp.h>
// Standarni partition algoritam - nije predmet paralelizacije
int partition(std::vector<int>& arr, int low, int high);

void quicksort_parallel(std::vector<int>& arr, int low, int high) {

    if (low < high) {

        int pi = partition(arr, low, high);

        if ((high - low) > 1000) {

            quicksort_parallel(arr, low, pi - 1);

            quicksort_parallel(arr, pi + 1, high);

        } else { // Paralelizacija se ne radi za male nizove
            quicksort_parallel(arr, low, pi - 1);
            quicksort_parallel(arr, pi + 1, high);
        }
    }
}

int main() {
    const int N = 100000;
    std::vector<int> arr(N);

    fillArr(arr, N);

    quicksort_parallel(arr, 0, N - 1);

    // Provera da li je niz uspešno sortiran
    if (std::is_sorted(arr.begin(), arr.end())) {
        std::cout << "Niz je uspešno sortiran u paraleli!\n";
    } else {
        std::cout << "Greška: Niz nije sortiran.\n";
    }
    return 0;
}
```

8. [10] Dat je multiprocesorski sistem sa 4 identična procesora, koji koristi *Dragon* 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. P2,W,A1	3. P1,R,A1	5. P2,R,A3	7. P0,R,A2
2. P0,W,A1	4. P0,R,A3	6. P0,W,A1	8. P2,R,A1

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

Da li procesori pristupaju memoriji i kada? Za svaki pristup navesti razlog. [2 poena]

Trenutak 1												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	
												A1	
												A2	
												A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 2												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	
												A1	
												A2	
												A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 3												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	
												A1	
												A2	
												A3	

Pristupi memoriji:

Trenutak 4												Memorija	
P0			P1			P2			P3			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:
