

---

Elektrotehnički fakultet u Beogradu  
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

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

*Nastavnik:* dr Milo Tomašević, red. prof.

*Asistent:* doc. dr Marko Mišić

*Ispitni rok:* Februar 2020.

*Datum:* 06.02.2020.

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

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

*Ispit traje 180 minuta, prvih sat vremena nije dozvoljeno napuštanje ispita.  
Upotreba literature nije dozvoljena.*

<i>Zadatak 1</i>	_____ /5	<i>Zadatak 6</i>	_____ /10
<i>Zadatak 2</i>	_____ /10	<i>Zadatak 7</i>	_____ /10
<i>Zadatak 3</i>	_____ /10	<i>Zadatak 8</i>	_____ /10
<i>Zadatak 4</i>	_____ /10	<i>Zadatak 9</i>	_____ /15
<i>Zadatak 5</i>	_____ /10	<i>Zadatak 10</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.

1. [5] Izvesti *Amdahl*-ov zakon i komentarisati njegove konsekvence.

2. [10] Šta su paralelni programski modeli i kako se obično implementiraju?

3. [10] Objasniti prednosti i nedostatke zajedničke keš memorije.

4. [10] Objasniti motivaciju za adaptivne protokole. Objasniti princip rada.

5. [10] Objasniti organizaciju katalog i način rada protokola *Dir<sub>i</sub>SW*. Kometarisati performanse.

6. [10] Nacrtati i objasniti interkonekcionu mrežu tipa stabla. Koje su vrednosti karakterističnih parametara. Koji je osnovni problem i kako se rešava?

7. [10] Na koji način se korišćenjem MPI izvedenih tipova mogu modelovati strukture i šta se time omogućava? Za strukturu u prilogu, napisati deo koda kojim se formira odgovarajući izvedeni tip.

```
typedef struct body {  
    char name[MAX];  
    double f, d;  
    int type;  
} Body;
```

8. [10] Čemu služi *single* direktiva kod OpenMP biblioteke? Da li postoji barijera na kraju *single* bloka i da li se to ponašanje može promeniti i kako?

9. [15] Korišćenjem CUDA tehnologije jezgro koje paralelizuje deo koda u prilogu koji pronalazi sve brojeve  $d$  koji zadovoljavaju uslove Pitagorine četvorke ( $a^2 + b^2 + c^2 = d^2$ ), gde važi  $1 \leq a, b, c \leq N$ . Obratiti pažnju na efikasnost paralelizacije. Koristiti 1D organizaciju jezgra. Napisati poziv jezgra.

```
int a,b,c,d, s = 0, r[N+1] = {0};
for(a=1; a<=N; a++){
  for(b=a; b<=N; b++){
    int aabb;
    if(a&1 && b&1) continue;
    aabb=a*a + b*b;
    for(c=b; c<=N; c++){
      int aabbcc=aabb + c*c;
      d=(int)sqrt((float)aabbcc);
      if(aabbcc == d*d && d<=N) {
        r[d]=1;
        s++;
      }
    }
  }
}
```

10. [10] Dat je multiprocesorski sistem sa 4 identična procesora, koji koristi MESI 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,A0	3. P1,R,A0	5. P0,R,A1	7. P1,R,A0
2. P0,W,A0	4. P0,W,A2	6. P0,W,A1	8. P0,W,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	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 2												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 3												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

Pristupi memoriji:

---

Trenutak 4												Memorija	
P0			P1			P2			P3			A0	

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:

---