

UNIVERZITET U BEOGRADU

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA**

Predmet: Izveštaj Komisije o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata Edina Dolićanina, dipl. el. inž.

Na 753. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 25.09.2012. godine, određeni smo za članove Komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije Edina Dolićanina, dipl. el. inž., pod naslovom „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“. Nakon pregleda urađene doktorske disertacije podnosimo Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta sledeći

I Z V E Š T A J

1. UVOD

Naslov i obim disertacije

Doktorska disertacija Edina Dolićanina, dipl. el. inž. pod naslovom „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“ napisana je na 187 strana latiničnim pismom, pri čemu sadrži spisak literature sa 271 referencom.

Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Na sednici Komisije za treći stepen studija Elektrotehničkog fakulteta održanoj 28.02.2012. godine konstatovano je da je Edin Dolićanin prijavio doktorsku disertaciju pod naslovom „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“ i, u skladu sa Pravilnikom o doktorskim studijama Elektrotehničkog fakulteta, Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta je predložena Komisija za ocenu uslova i prihvatanje teme u sastavu: dr Predrag Osmokrović, red. prof. (Elektrotehnički fakultet u Beogradu), dr Miloš Vujisić, doc. (Elektrotehnički fakultet u Beogradu), dr Aleksandra Vasić-Milovanović, vanr. prof. (Mašinski fakultet u Beogradu) i dr Branko Kovačević, red.prof. (Elektrotehnički fakultet u Beogradu). Za mentora disertacije predložen je dr Predrag Osmokrović, red. prof. Na 744. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta, održanoj 06.03.2012. godine, prihvaćen je predlog Komisije za treći stepen studija i potvrđena je predložena Komisija za ocenu uslova i prihvatanja teme kao i predloženi mentor. Na osnovu izveštaja Komisije za ocenu uslova i prihvatanje teme i prateće dokumentacije doktorske disertacije „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“ predložena tema je usvojena na 746. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta, održanoj 24.04.2012. godine, a 02.07.2012. godine potvrđena je odlukom pod brojem 06-19484/27-12 od strane Veća naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu.

Na sednici Komisije za treći stepen studija održanoj 18.09.2012. godine konstatovano je da je kandidat Edin Dolićanin, dipl. el. inž. predao urađenu doktorsku disertaciju, pa je na osnovu uvida u disertaciju i pratećih dokumenata, a u skladu sa Pravilnikom o doktorskim studijama Elektrotehničkog fakulteta, Komisija za treći stepen studija potvrdila ispunjenost potrebnih uslova za podnošenje predloga Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta za formiranje komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije. Komisija za treći stepen studija je predložila Nastavno-naučnom veću

Elektrotehničkog fakulteta Komisiju za pregled i ocenu u sastavu: dr Predrag Osmokrović, red. prof. (Elektrotehnički fakultet u Beogradu), dr Miloš Vujisić, doc. (Elektrotehnički fakultet u Beogradu), dr Aleksandra Vasić-Milovanović, vanr. prof. (Mašinski fakultet u Beogradu). Na 753. sednici Nastavno-naučnog veća Elektrotehničkog fakulteta, održanoj 25.09.2012. godine, prihvaćen je predlog Komisije za treći stepen studija, s tim što je Komisija za pregled i ocenu urađene doktorske disertacije proširena sa dva člana i to sa dr Vladimirom Blagojevićem, van. prof. (Elektrotehnički fakultet u Beogradu) i dr Brankom Kovačevićem, red. prof. (Elektrotehnički fakultet u Beogradu).

Mesto doktorske disertacije u odgovarajućoj naučnoj oblasti

Doktorska disertacija pod naslovom „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“ pripada naučnoj oblasti nuklearne tehnike, pri čemu sadrži i elemente iz oblasti elektrotehničkih materijala i metrologije.

Biografski podaci o kandidatu

Edin Dolićanin je rođen 08.12.1981. godine u Prištini. Osnovnu školu i gimnaziju prirodno-matematičkog smera završio je u Prištini. Diplomirao je na Elektronskom fakultetu u Nišu, na odseku za Računarsku tehniku i informatiku, 2009. godine. Doktorske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je školske 2009/2010. godine na Modulu za nuklearnu, medicinsku i ekološku tehniku i zaključno sa školskom 2011/2012. ispunio je sve obaveze predviđene planom i programom doktorskih studija.

Od januara 2011. godine zaposlen je na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu preko projekta osnovnih istraživanja Ministarstva prosvete i nauke ON 171007 - Fizički i funkcionalni efekti interakcije zračenja sa elektrotehničkim i biološkim sistemima, čiji je rukovodilac dr Predrag Osmokrović, red. prof. Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, u kategoriji mladih istraživača.

Govori engleski i ruski jezik.

Prikaz aktivnosti Edina Dolićanina tokom doktorskih studija

U toku doktorskih studija, Edin Dolićanin je učestvovao u izvođenju laboratorijskih vežbi studentima druge godine osnovnih studija na predmetu Materijali u elektrotehnici u Laboratoriji za elektrotehničke materijale Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu.

Pored položenih ispita prikazanih u tabeli 1, Edin Dolićanin je tokom doktorskih studija obavljao ispitivanja u oblasti uticaja radijacionog i elektromagnetnog zračenja na elektronske komponente, a posebno na poluprovodničke komponente. U sklopu eksperimentalnog dela ovih ispitivanja, Edin Dolićanin je proveo tri meseca u Laboratoriji za dozimetriju i zaštitu od zračenja Instituta za nuklearne nauke „Vinča” radeći na ozračivanju komponenti različitim vrednostima doza čestičnog i elektromagnetnog zračenja. Pored toga, kandidat je proveo dva meseca u Laboratoriji za primenjenu fiziku Elektronskog fakulteta u Nišu, sarađujući sa prof. dr Momčilom Pejovićem na problemima interakcije zračenja sa MOSFET strukturama i tom prilikom je bio član grupe koja je došla do značajnog rezultata da se snimajući potencijal plivajućeg gejta može dobiti spektar i apsorbovana doza zračenja uz malu mernu nesigurnost kombinovanog tipa. Kao rezultat navedenih istraživanja, kandidat je objavio 4 pristupna rada za izradu doktorske disertacije u časopisima sa SCI liste, čime je ispunio obaveze predviđene planom i programom studija, prikazane u tabeli 2. Kandidat je, po pozivu, proveo dva meseca na Fakultetu za strojarstvo Univerziteta u Ljubljani proučavajući metode numeričkog eksperimenta interakcije elektromagnetnog i nuklearnog zračenja sa poluprovodničkim komponentama, formirajući Monte Karlo algoritam za tu namenu, pod rukovodstvom prof. Leona Kosa.

Tabela 1. Položeni ispiti u toku doktorskih studija

R.br.	Naziv predmeta	Ocena	ESPB
1	Engleski jezik	6	6
2	Radijaciona i elektromagnetna kompatibilnost elektrotehničkih komponenti i uređaja	10	9
3	Kompleksni fenomeni u fizici plazme	10	9
4	Matematičko modelovanje fizičko-tehničkih procesa	10	9
5	Numerička simulacija radijacionih i nuklearnih reaktora	10	9
6	Dozimetrija, zaštita od zračenja i nuklearni otpad	10	9
7	Odabrana poglavlja iz nuklearne fizike	10	9
8	Merne metode u nuklearnoj, medicinskoj i ekološkoj tehnici	10	9
9	Prostriranje optičkih talasa u kompleksnim sredinama	10	9
10	Merenje jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja	10	9
11	Dozimetrija i zaštita od zračenja	10	6
12	Nuklearna fizika	10	6

Tabela 2. Odradene obaveze u toku doktorskih studija

R.br.	Tip obaveze	ESPB
1	Studijski istraživački rad I	15
2	Studijski istraživački rad II	15
3	Naučno stručni rad	3

2. OPIS DISERTACIJE

Struktura i sadržaj disertacije

Doktorska disertacija pod naslovom „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“ podeljena je na 7 poglavlja i spisak referenci. Poglavlja doktorske disertacije su: 1. Struktura materije i interakcija zračenja sa materijalom; 2. Numerička simulacija interakcije zračenja sa materijalom Monte Karlo metodom; 3. Poluprovodničke memorije na bazi MOSFET-a sa izolovanim gejtom; 4. Teorija radijacionih efekata u poluprovodničkim memorijama na bazi MOSFET-a sa izolovanim gejtom; 5. Eksperiment; 6. Rezultati i diskusija; 7. Zaključak.

Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U prvom poglavlju je izložena atomska struktura materije, atomsko uređenje i interakcija zračenja sa materijalom, kao i dozimetrijske većine i jedinice. U drugom poglavlju izložen je kratak istorijat Monte Karlo metode, zatim slučajni brojevi (podeljeni na prave slučajne brojeve i pseudoslučajne brojeve), pri čemu je posebna pažnja posvećena Džon fon Nojman-ovom metodu, a razmatran je i linearni kongruentni generator, kao i generator slučajnih brojeva R250 i Fibonačijev generator slučajnih brojeva. Od generatora kvazislučajnih brojeva razmatrani su: generator na bazi Rihtmajer-ove formule i na bazi Halton-ove sekvence. U okviru transformacije raspodela slučajnih brojeva u ovom poglavlju je posebna pažnja posvećena metodama inverzne funkcije, metoda odbacivanja i metoda supstitucije. U okviru metoda supstitucije posebna pažnja je posvećena metodi stacionarnih lanaca Markova. U ovom poglavlju su prikazani algoritmi za generisanje slučajnih brojeva i to: uniformna raspodela u intervalu, u krugu, unutar sfere, zatim binomna raspodela, Puasonova raspodela, eksponencijalna raspodela, gama raspodela, Gausova raspodela, χ^2 raspodela i studentova raspodela. U trećem poglavlju razmatrane su poluprovodničke memorije na bazi MOSFET-a sa izolovanim gejtom. Tom prilikom je naglašeno da ovaj tip memorija (fleš memorija) pripadaju kategoriji postojanih (nevolatilnih) memorija čija je osnovna karakteristika da imaju osobinu zadržavanja uskladištenih podataka, ne samo kada je napon napajanja priključen, nego i tokom perioda isključenosti izvora, pri čemu je

trajanje isključenosti relativno dugo, a može iznositi desetak i više godina. Ovo poglavlje je podeljeno na: istorijski razvoj fleš memorija, otkriće MOSFET-a sa izolovanim gejtom, struktura memorijske ćelije sa izolovanim gejtom, analiza memorijske ćelije kao kapacitivnog razdelnika napona, upis, brisanje i očitavanje sadržaja ćelije. U četvrtom poglavlju razmatrani su radijacioni efekti u integrisanim kolima: TID efekti u ćeliji fleš memorije i efekti izmeštanja u ćeliji fleš memorije. U petom poglavlju je ukratko opisan standardni eksperimentalni postupak vršen u relnim uslovima polja zračenja u Institutu za nuklearne nauke Vinča, kao i odgovarajući numerički eksperiment baziran na Monte Carlo postupku. U šestom poglavlju su prikazani rezultati dobijeni pri realnim i numeričkim eksperimentima, kako na konstitutivnim komponentama fleš memorija tako i na fleš memorijama u celini. U okviru ovog poglavlja su posebno razmatrane: opšte karakteristike MOS komponenta, poreklo i karakteriske defekata i naelektrisanja u oksidu i na Si-SiO₂ međupovršji, klasifikacija centara zahvata prema uticaju na električne karakteristike MOS komponenta, oporavak MOS komponenti nakon IR i HCI procesa, uticaj naelektrisanja u oksidu i površinskih stanja na parametre MOS tranzistora, tehnike za određivanje gustina naelektrisanja u oksidu i površinskih stanja centara zahvata, rezultati IR i HCI procesa i kasnijeg oporavka MOS tranzistora.

3. OCENA DISERTACIJE

Savremenost, originalnost i značaj

Sve veći stepen minijaturizacije elektronskih komponenti i povećana kontaminacija životne sredine elektromagnetnim i nuklearnim zračenjem, uslovljen rastom korišćenja nuklearnih izvora energije i metoda industriji i medicini predstavlja ozbiljan problem za funkcionisanje upravljačkih sistema zasnovanih na savremenim računarskim tehnologijama. Ovo posebno dolazi do izražaja u kosmičkim ozračivanjima gde su istraživačke sonde izložene visokoenergetskom primarnom kosmičkom zračenju. Imajući u vidu upravo ove poslednje aspekte elektromagnetne kompatibilnosti kompjuterskih memorija koje su zbog visokih energija primarnog kosmičkog zračenja eksperimentalno neizvodljive u realnim uslovima, autor se opredelio, prilikom predikcije ponašanja memorijskih komponenta, u uslovima zračenja visoke energije, za kombinovanu metodu eksperimenta u realnim uslovima i odgovarajuće numeričke simulacije. Značaj dobijenih rezultata se sastoji u mogućnosti predikcije ponašanja memorijskih komponenta, kao i metode povećanja pouzdanosti elektronskih sistema šildinom i/ili redundancijom u kombinaciji sa NILI logikom.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Literatura korišćena u radu je pažljivo odabrana. Ona sadrži najnovije radove relevantne za problematiku disertacije, ali sadrži i klasične radove. U navedenim referencama se nalaze i naučni radovi, čije je autor, odnosno koautor, Edin Dolićanin.

Analiza primenjenih naučnih metoda i njihova adekvatnost za sprovedeno istraživanje

U disertaciji pod naslovom „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“ primenjene su teoretske, eksperimentalne, matematičke i numeričke metode što ujedno predstavlja sve metode koje se koriste u inženjerskoj i naučnoj praksi. U radu je dat teorijski pregled interakcije zračenja sa materijom, sa posebnim osvrtom na poluprovodničke memorijske komponente. Aktuelne modifikovane verzije fleš memorija, sa više-stepenim (multi-level) ćelijama i nanočesticama koje preuzimaju ulogu plivajućeg gejta, analizirane su primenom Monte Carlo simulacije prolaska zračenja kroz ove strukture. Simulacije transporta zračenja

iskokrišćene su i za verifikaciju teorijskih modela dejstva protona, alfa čestica i teških jona na ćelije fleš memorija. U eksperimentalnom delu rada izvršeno ozračivanje gama zracima komercijalno dostupnih fleš memorija sa veličinama komponenti manjim od 100 nm. Eksperimenti su koncipirani i izvršeni po najvišim standardima za datu oblast, pri čemu je dobijena stoprocentna reproduktivnost rezultata. Kombinovana merna nesigurnost eksperimentalnih postupaka ni u jednom slučaju nije bila veća od 5%. Navedeni pristup, odnosno naučni metod, primenjen u radu u potpunosti odgovara problemu i postavljenom cilju rada.

Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Rezultati prikazani u radu i njihova eksperimentalna verifikacija, pored direktne primenljivosti za analizu ponašanja fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji u radijacionoj sredini, imaju i primenu u poznavanju radijacionih oštećenja fleš memorija, koje su u širokoj upotrebi u svim domenima, kako tehnološkog razvoja, tako i savremenog života uopšte.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat Edin Dolićanin je u najvećoj meri samostalno uradio izloženu disertaciju. On je na osnovu praćenja stručne literature i sagledavanju, u praksi prisutne, potrebe za poznavanjem osetljivosti fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji u radijacionoj sredini i njihovim izlaganjem određenim dozama zračenja ustanovio karakteristike ovih memorija, na nivou pojedinačnih memorijskih ćelija, memorijske matrice i perifernih kola za očitavanje, brisanje i upis (pojačavača, registara i pumpi naelektrisanja), što predstavlja novi aspekt u analizi osetljivosti fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

U disertaciji Edina Dolićanina su ostvareni sledeći naučni doprinosi: 1 - analiza osetljivosti fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji na izlaganje jonizujućem zračenju, 2 - teorijska analiza uticaja zračenja na MOS strukture sa plivajućim gejtom, 3 - radijaciona oštećenja fleš memorija razmatrana na nivou pojedinačnih memorijskih ćelija, memorijske matrice i perifernih kola za očitavanje, brisanje i upis (pojačavača, registara i pumpi naelektrisanja), što predstavlja originalan doprinos istraživanjima u datoj oblasti.

Kritička analiza rezultata istraživanja

Sagledavanjem postavljenih hipoteza, ciljeva istraživanja i dobijenih rezultata konstatujemo da je kandidat uspešno odgovorio na sva bitna pitanja i dileme koje suštinski proizilaze iz obrađivane problematike. Razvijeni matematički i numerički algoritmi, kao i dobijena eksperimentalna rešenja, predstavljaju značajan naučni i stručni doprinos u oblasti nuklearne i poluprovodničke tehnike.

Očekivana primena rezultata u praksi

Mnoge primene fleš memorija podrazumevaju njihovu izloženost jonizujućem zračenju: dozimetrija jonizujućeg zračenja, primena uređaja nuklearne medicine i radioterapije, korišćenje akceleratora u fizici visokih energija, eksploatacija nuklearne energije, obrada nuklearnog otpada, sterilizacija proizvoda zračenjem, kosmičke primene. Pouzdanost i ispravan rad fleš memorija u ovim situacijama u velikoj meri zavise, kako od karakteristika polja zračenja, tako i od tehničkih specifičnosti ovih memorija.

Verifikovani naučni doprinosi

Kandidat Edin Dolićanin u svojstvu autora i koautora do sada je objavio sledeće radove:

- [1] K. Stanković, M. Vujisić, **E. Dolićanin**, Reliability Of Semiconductor And Gas-filled Diodes For Over-voltage Protection Exposed To Ionizing Radiation, *Nuclear Technology & Radiation Protection*, Vol. 24, No. 2, (2009), pp. 132-137 [ISSN 1451-3994] [IF: 1.159].
- [2] M. Vujisić, K. Stanković, **E. Dolićanin**, B. Jovanović, Radiation Effects In Polycarbonate Capacitors, *Nuclear Technology and Radiation Protection*, Vol. 24, No. 3, (2009), pp. 209-211 [ISSN 1451-3994] [IF: 1.159].
- [3] M. Vujisić, K. Stanković, **E. Dolićanin**, P. Osmokrović, Radiation hardness of COTS EPROMs and EEPROMs, *Radiation Effects and Defects in Solids: Incorporating Plasma Science and Plasma Technology*, Vol. 165, No. 5, (2010), pp. 362 – 369 [ISSN 1042-0150], [IF: 0.550].
- [4] M. Pejović, S. Pejović, **E. Dolićanin**, Đ. Lazarević, Gamma Ray Irradiation and Post Post-Irradiation at Room and Elevated Temperature Response of pMOS Dosimeters with Thick Gate Oxides, *Nuclear Technology and Radiation Protection*, Vol. 26, No. 3 (2011), pp. 261-265 [ISSN 1451-3994] [IF: 1.159].
- [5] M. Vujisić, D. Matijašević, **E. Dolićanin**, P. Osmokrović, Simulated Radiation Effects in the Superinsulating Phase of Titanium Nitride Films, *Nuclear Technology & Radiation protection*, Vol. 26, No. 3 (2011), pp. 254-260 [ISSN 1451-3994] [IF: 1.159].
- [6] Đ. Lazarević, M. Vujisić, K. Stanković, **E. Dolićanin**, P. Osmokrović, Radiation Hardness of Indium Oxide Films in the Cooper-Pair Insulator State, *Nuclear Technology & Radiation protection*, Vol. 27, No. 1 (2012), pp. 40-43 [ISSN 1451-3994] [IF: 1.159].
- [7] **E. Dolićanin**, Gamma ray effects on flash memory cell arrays, *Nuclear Technology & Radiation protection*, Vol. 27, No. 3 (2012), pp. 284-289 [ISSN 1451-3994] [IF: 1.159].
- [8] S. Đekić, K. Stanković, **E. Dolićanin**, M. Pešić, Važenje zakona sličnosti za impulsni probij gasova, 9. savetovanje BiH CIGRE 2009, Zbornik radova R.D1.04.
- [9] K. Stanković, **E. Dolićanin**, Lj. Nikolić, M. Pešić, Mogućnost poboljšanja efikasnosti fotonaponskih ćelija, 9. savetovanje BiH CIGRE 2009, Zbornik radova R.D1.06.
- [10] G. Ilić, R. Marić, M. Jurošević, **E. Dolićanin**, Uticaj sklopnih operacija isključenja struje kratkog spoja na dielektrične karakteristike vakuumskih prekidača 9. savetovanje BiH CIGRE 2009, Zbornik radova R.D1.07.
- [11] K. Kovačević-Markov, A. Vasić, **E. Dolićanin**, G. Ilić, K. Stanković, Improvement of the Conventional Solar Cell Characteristics, 3rd IASTED African Conference on Power and Energy Systems, Africa PES 2010, Proceedings, pp. 123-127.
- [12] M. Jurošević, G. Ilić, R. Marić, S. Đekić, **E. Dolićanin**, Uticaj stabilnosti karakteristika varistora kao elementa prenaponske zaštite na karakteristike hibridnog zaštitnog kola, 30. savetovanje CIGRE Srbija 2011, R D1-01.
- [13] A. Vasić, M. Vujisić, K. Kovačević-Markov, M. Zdravković, **E. Dolićanin**, Određivanje temperaturske zavisnosti karakteristika solarnih ćelija merenjima frekventnog šuma i faktora idealnosti, 30. savetovanje CIGRE Srbija 2011, R D1-03.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Doktorska disertacija kandidata Edina Dolićanina, pod naslovom „Radijaciona otpornost fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji“ predstavlja savremen i originalan naučni doprinos kroz sveobuhvatno sagledavanje uticaja apsorbovanih doza zračenja na izlazne karakteristike osetljivosti fleš memorija izrađenih u duboko-submikronskoj tehnologiji. Ocenjujući doktorsku disertaciju, kao i činjenicu da je analizirana problematika veoma aktuelna i savremena sa aspekta naučnog i stručnog doprinosa, verifikovana objavljivanjem rezultata u časopisima sa SCI liste, a i podatak da su najvažniji rezultati dobijeni samostalnim radom, Komisija konstatuje da je kandidat Edin Dolićanin ispunio sve uslove predviđene Zakonom o visokom obrazovanju, Statutom i Pravilnikom o doktorskim studijama Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, te, sa zadovoljstvom, predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta da ovaj Izveštaj prihvati, i u skladu sa zakonskom procedurom, uputi Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu na konačno usvajanje i davanje odobrenja kandidatu da pristupi usmenoj odbrani.

U Beogradu,
02.11.2012. godine

Komisija

dr Predrag Osmokrović, red. prof.
(Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr Miloš Vujisić, doc.
(Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr Aleksandra Vasić-Milovanović, vanr. prof.
(Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr Vladimir Blagojević, vanr. prof.
(Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu)

dr Branko Kovačević, red. prof.
(Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu)