

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 11.06.2019. godine, imenovalo nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada kandidata Tomislava Dojčinovića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Višeantenski sistemi i njihova primena u mobilnim mrežama pete generacije“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci o kandidatu

Tomislav Dojčinović je rođen 30.07.1992. godine u Beogradu, Republika Srbija. Završio je osnovnu školu "Ljupče Nikolić" u Aleksincu kao nosilac Vukove diplome. Završio je "Aleksinačku gimnaziju" u Aleksincu. Elektrotehnički fakultet upisao je 2011. godine i diplomirao je na odseku Telekomunikacije i informacione tehnologije sa prosečnom ocenom 8,35. Diplomski rad odbranio je u septembru 2016. godine sa ocenom 10. Diplomске akademske – master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, na modulu Mikrotalasna tehnika upisao je u oktobru 2016. godine. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.40.

2. Opis master rada

Master rad obuhvata 79 strana, sa ukupno 44 slike i 41 referencom. Rad sadrži pet poglavlja (uključujući zaključak) i literaturu.

Predmet rada je analiza višeantenskih sistema (*Multiple Input Multiple Output - MIMO*) i pregled njihovih primena u mobilnim sistemima pete generacije (5G). Cilj rada je analiza performansi tehnika uobličavanja snopa – bimforming (*beamforming*) i prostorno-vremenskog kodovanja (*Space-Time Coding*) koje se koriste kod višeantenskih sistema sa vrlo velikim brojem antena (*Massive MIMO*). U radu se razmatra primena višeantenskih tehnika u bežičnim telekomunikacionim sistemima, od prijemnog diverzitija i prvih primena MIMO sistema u WLAN standardu, do primene prostorno-vremenskih kodova u 3G i 4G mrežama. Dat je opis osnovnih funkcionalnosti i načina poboljšanja performansi koje ovakve predajne i prijemne tehnike omogućavaju, korišćenjem efekta propagacije po višestrukim putanjama.

Osnovni cilj rada je analiza mogućnosti primene višeantenskih sistema u okviru 5G tehnologije. Kako 5G sistemi podrazumevaju rad i na učestanostima postojećih mobilnih sistema (1-6 GHz), kao i na učestanostima milimetarskih talasa, za implementaciju višeantenskih sistema je ovo važan podatak sa stanovišta međusobnog rastojanja antena i hardverske realizacije. *Massive MIMO* tehnologija podrazumeva konfiguracije baznih stanica sa velikim brojem antena (više desetina, nekad i preko sto), koje u skladu sa naprednim tehnikama obrade signala, kao što je bimforming, na optimalan način komuniciraju sa više desetina korisnika. U slučaju implementacije u vidu planarnih antenskih nizova, optimalnim izborom vrednosti odgovarajućih koeficijenata se omogućava fokusiranje dijagrama zračenja u pravcu određenog korisnika ili grupe korisnika. Dat je opis *beam management procedure*, kao i postupka prikupljanja informacija o stanju kanala (*Channel State Information - CSI*).

Rad je organizovan u pet poglavlja. U prvom poglavlju dat je pregled razvoja mobilnih telekomunikacionih sistema, sa posebnim osvrtom na petu generaciju mobilne telefonije, kao i opis višeantenskih sistema koji se koriste u mobilnim telekomunikacijama. U drugom poglavlju predstavljene su moguće primene višeantenskih sistema u mobilnim sistemima pete generacije, sa posebnim osvrtom na poznavanje stanja u kanalu u njegov značaj u izboru odgovarajuće tehnike.

U trećem poglavlju uvodi se matematički model pogodan za opis i analizu performansi višiantenskih sistema. Četvrto poglavlje za cilj ima procenu performansi višiantenskih sistema koji se koriste u savremenim telekomunikacionim sistemima. Procena se obavlja simulacionim postupkom, a mera kvaliteta je verovatnoća greške po bitu. Na kraju teze je izložen zaključak koji sumira rezultate rada, a zatim je dat pregled korišćene literature.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad Tomislava Dojčinovića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, bavi se primenom višiantenskih tehnika u petoj generaciji sistema mobilne telefonije. Dat je detaljan opis primene višiantenskih sistema u okviru 5G mreža, kao i rezultati odgovarajućih simulacija za Rajsov model fedinga u kanalu. Rezultati sadrže uporedni grafički prikaz sa komentarima u vezi performansi sistema za slučaj primene prostorno-vremenskih kodova i za slučaj primene bimforming tehnike.

Osnovni doprinosi rada su: 1) procena performansi višiantenskih tehnika zasnovanih na prostorno-vremenskim kodovima za razne parametre kanala i različit broj antena na strani prijema; 2) procena performansi višiantenskih tehnika zasnovanih na bimformingu, za razne parametre kanala i broj predajnih i prijemnih antena; 3) procena performansi analiziranih višiantenskih tehnika za slučaj primene modulacija višeg reda; 4) procena uticaja kašnjenja povratne sprege (neidealnog poznavanja stanja u kanalu) na verovatnoću greške po bitu.

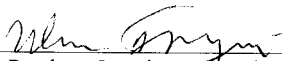
Procena performansi je obavljena simulacijom pomoću Monte Carlo postupka, koristeći metode statističke teorije telekomunikacija.

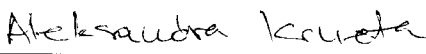
4. Zaključak i predlog

Kandidat Tomislav Dojčinović, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, je u svom master radu „Višiantenski sistemi i njihova primena u mobilnim mrežama pete generacije“ uspešno analizirao performanse višiantenskih tehnika koje se koriste u savremenim telekomunikacionim sistemima. Tomislav je pokazao snalažljivost u radu i uspešno je opisao tehnike prostorno-vremenskog kodovanja i bimforminga, izvršio njihovo poređenje po pitanju performansi i složenosti implementacije, a zatim je obavio procenu performansi za različite parametre kanala, broj antena na predajnoj i prijemnoj strani i različite tipove modulacije. Na osnovu izloženog, Komisija predlaže Komisiji za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad kandidata Tomislava Dojčinovića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, prihvati kao master rad i kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 12.09.2019. godine

Komisija:


Dr Predrag Ivaniš, redovni profesor


Dr Aleksandra Krneta, docent


Dr Vesna Blagojević, docent