

# KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog Fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 22. 04. 2014. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. Ivana Petrovića pod naslovom: „Analiza performansi adaptivnih antenskih nizova na baznoj stanici LTE sistema u prisustvu frekvencijskog pomaka signala mobilnih korisnika“. Nakon pregleda materijala komisija podnosi sledeći

## IZVEŠTAJ

### 1. Biografski podaci kandidata

Ivan R. Petrović rođen je 25.02.1986. godine u Valjevu. Tehničku školu je završio u Valjevu sa odličnim uspehom, kao učenik generacije. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2005. godine, na odseku za Telekomunikacije i informacione tehnologije. Diplomirao je u oktobru 2009. godine sa prosečnom ocenom na ispitima 9.16, na diplomskom 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je novembra 2009. na odseku za sistemsko inženjerstvo i radio komunikacije. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9.6. Od prvog jula 2010. godine, zaposlen je u kompaniji „RT- RK“, d.o.o. Novi Sad, gde i danas radi na razvoju programa za digitalne TV prijemnike bazirane na Linux i Android platformama.

### 2. Opis master rada

Master rad kandidata sadrži 188 strana zajedno sa slikama i dodacima. Rad sadrži 7 poglavlja, spisak literature i prilog. Spisak literature sadrži 20 referenci.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome su dati predmet i cilj rada. Navedeno poglavlje sadrži i kratak osvrt na razvoj LTE tehnologije, sa posebnom pažnjom na korišćenje SC- FDMA signala i tehnologija višestrukih antena unutar posmatrane tehnologije.

Drugo poglavlje, daje osnovni opis organizacije resursa na fizičkom sloju u LTE, kao i poseban osvrt na SC- FDMA tehnologiju, kao osnov za modelovanje ukupnog SC- FDMA signala na antenskom nizu na baznoj stanici.

Treće poglavlje predstavlja pregled tehnologija višestrukih antena koje se koriste u mobilnim mrežama, dajući opštu sliku o poziciji i ulozi adaptivnih antenskih nizova u savremenim telekomunikacionim mobilnim mrežama četvarte generacije.

Četvrto poglavlje daje kratak teorijski uvod u pojmove frekvencijskog pomaka i *handover*- a, kao i analizu slučajeva pod kojima u LTE sistemima novije generacije dolazi do *handover*- a, pri kome se javlja promena frekvencijskog pod- opsega, koja je predmet posebne analize.

Peto poglavlje odnosi se na pregled najvažnijih algoritama za adaptivno prostorno filtriranje baziranih na korišćenju adaptivnih antenskih nizova. Dati algoritmi razmatrani su sa stanovišta osnovnih komparativnih parametara algoritama za adaptivno prostorno filtriranje

Šesto poglavlje bavi se analizom uticaja frekvencijskog pomaka i *handover*- a, kroz eksperimentalne rezultate. Navedeni rezultati dati su u formi grafika, pri čemu su praćene promene prethodno spomenutih komparativnih parametara.

Sedmo poglavlje je zaključak, u okviru koga je predstavljen značaj i moguća dalja unapređenja razmatrane teme. Rezimirani su rezultati rada, kao i osnovne prednosti i nedostaci sa kojima se dati algoritmi suočavaju u prisustvu frekvencijskog pomaka sa jedne , i pod uticajem *handover*- a, sa druge strane.

### 3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad dipl. inž Ivana Petrovića bavi se problematikom uticaja frekvencijskog pomaka i promene korišćenog frekvencijskog opsega kao posledice *handover*- a na performanse adaptivnih antenskih nizova na baznoj stanici u LTE sistemu za dolazne SC- FDMA signale mobilnih korisnika zahvaćene interferencijom i pod uticajem aditivnog belog *Gauss*- ovog šuma.

Utvrđeno je da pri obradi signala pod uticajem frekvencijskog pomaka, ispitivani algoritmi za adaptivno prostorno filtriranje ne unose dodatni frekvencijski pomeraj, pa je moguće postojeći pomak detektovati i kompenzovati korišćenjem kola za potiskivanje uticaja *Doppler*- ovog efekta (*Doppler canceller*). Takođe je utvrđeno da je minimalna srednja vrednost greške pri rekonstrukciji signala pod uticajem frekvencijskog pomaka, korišćenjem adaptivnih prostornih filtara, veća nego u slučaju nepostojanja navedenog uticaja, pri čemu algoritam mnogo brže konvergira ka navedenoj minimalnoj vrednosti. Slično ponašanje je i za varijansu greške.

Što se tiče uticaja promene frekvencijskog pomaka usled *handover*- a, utvrđeno je da korišćeni frekvencijski opseg nema uticaja na rad datih algoritama (tj. dati algoritmi su frekvencijski neselektivni). Utvrđeno je i da se neki od algoritama ponašaju bolje u smislu srednje vrednosti greške, ukoliko se koriste koeficijenti adaptivnih prostornih filtara iz iteracije neposredno pre promene korišćenog frekvencijskog opsega, u iteraciji neposredno posle navedene promene, u odnosu na to da algoritmi ponovo krenu od početnih vrednosti koeficijenata. Slično ponašanje je i u pogledu varijansi greške.

Osnovni doprinosi rada su:

- (a) Analiza uticaja faktora koji se često javljaju u mobilnim sistemima, kao što su frekvencijski pomak i *handover*, na tehnologiju adaptivnih antenskih nizova, koja je kandidat za primenu u mobilnim mrežama novije generacije, u cilju uvida u stepen promene performansi svakog od analiziranih adaptivnih algoritama,
- (b) Analiza primene adaptivnih antenskih nizova u LTE sistemima sa stanovišta prednosti i ograničenja koja navedeni sistem pruža,
- (c) Mogućnost proširenja posmatranog rada u cilju poboljšanja performansi adaptivnih antenskih nizova na baznoj stanici LTE sistema

### 4. Zaključak i predlog


Kandidat Ivan Petrović je u svom master radu uspešno prikazao uticaj frekvencijskog pomaka signala mobilnih korisnika na promene performansi adaptivnih antenskih nizova na baznoj stanici LTE sistema. Posmatrana analiza i predložena rešenja u cilju poboljšanja performansi, mogu značajno da doprinesu primeni adaptivnih antenskih nizova u LTE sistemima novije generacije.

Kandidat je iskazao samostalnost i sistematičnost u svom postupku, kao i inovativne elemente u rešavanju problematike ovog rada.

Na osnovu gore navedenog Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da prihvati rad „Analiza performansi adaptivnih antenskih nizova na baznoj stanici LTE sistema u prisustvu frekvencijskog pomaka signala mobilnih korisnika“ dipl. inž. Ivana Petrovića kao master rad i odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 19. 03. 2014.

Članovi komisije:

Doc. Dr. Miljko Erić  


Prof. Dr. Miroslav Dukić

