

## KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Na sednici Komisije za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu od 23.08.2011. godine, imenovani smo u Komisiju za pregled i odbranu master rada Nenada Spužića, dipl. inž. elektrotehnike, pod nazivom "*Predlog rešenja adaptivnog antenskog niza na up-linku LTE sistema u uslovima postojanja Doppler-ovog frekvencijskog pomaka signala mobilnih korisnika*". Posle analiziranja podnetog materijala Nastavno-naučnom veću podnosimo sledeći:

### I Z V E Š T A J

#### 1. Biografski podaci o kandidatu

Dipl. inž. Nenad Spužić rođen je 1987. u Kruševcu. Osnovnu školu „Dositej Obradović” završio je školske 2004/2005. Gimnaziju u Kruševcu završio je školske 2005/2006. Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu upisao je školske 2006/07. Diplomirao je u oktobru 2010. sa prosečnom ocenom 9,80, na diplomskom 10. Na Diplomске akademске - Master studije smer Sistemsko inženjerstvo i radio-komunikacije upisan je oktobra 2010. godine. Položio je sve predmete predviđene nastavnim planom sa prosečnom ocenom 9,20.

#### 2. Predmet, cilj i metodologija istraživanja

Predmet istraživanja ovog rada je primena algoritama adaptivnih antenskih nizova na *up-linku* mobilnog LTE sistema u uslovima postojanja *Doppler-ovog* frekvencijskog pomaka signala mobilnih korisnika.

Cilj rada je da se predloži, teorijski razradi i procene performanse jedne nove varijante adaptivnog antenskog niza koji omogućava adaptivno prostorno filtriranje signala u kojem postoji frekvencijski pomak.

U obradi predložene teme primenjene su metode matematičkog modeliranja i simulacije predožene implementacije adaptivnog antenskog niza u kontekstu LTE sistema.

#### 3. Sadržaj i rezultati

Master rad Nenada Spužića sadrži 57 strana teksta, zajedno sa slikama i dodacima. Rad je podeljen u 6 poglavlja. U radu je priložen spisak korišćene literature.

Poglavljje 1 predstavlja obrazloženje teze.

U poglavljju 2 se najpre govori o istoriji razvoja širokopojasnih komunikacionih tehnika i LTE-a, da bi se potom prešlo na analizu OFDM i SC-FDMA modulacionih tehnika, a potom analizirala struktura signala na *up-link-u* LTE-a.

U poglavljje 3 na početku daje pregled načina upotrebe više antena u okviru komunikacionih sistema i opisuje njihovu upotrebu kod LTE sistema. Potom daje pregled i pojedinačnu analizu *pre-FFT* adaptivnih antenskih nizova poznatih u literaturi, da bi se na kraju izneo predlog jednog novog rešenja *pre-FFT* adaptivnog antenskog niza primenljivog na *up-link* LTE-a.

U poglavljju 4 se najpre definišu komunikacioni scenario simulacije i pojedinačni parametri sistema i simulacije. Sledi analiza i prikaz rezultata i tokova simulacije komunikacionog sistema sa predloženim adaptivnim antenskim nizom implementiranim na *up-link-u* i prisutnom međučelijskom interferencijom. Prvi deo analize i simulacija se bazira na pretpostaljenom standardnom kružnom antenskom nizu od 10 elemenata, dok je drugi u skladu sa LTE standardom, tj. koristi 4 elementa antenskog niza.

U poglavljju 5 su sumirani osnovni zaključci do kojih se došlo u tezi i predložen je pravac daljeg istraživanja.

Poglavljje 6 sadrži spisak korišćene literature.

Predloženo je novo rešenje adaptivnog antenskog na osnovu ideje da se formira banka adaptivnih prostornih filtara kod kojih se pretpostavljena vrednost *Doppler-ovog* pomaka uključujući u refereni signal i na osnovu izlaza proceni *Doppler-ov* pomak koji omogućava algoritmu da na osnovu dobijenih

rezultata, analiziranih kroz vreme i frekvenciju, adaptivno proceni vrednost *Doppler*-ovog pomaka i efektivno je iskoristi za kompenzaciju *Doppler*-ovog pomaka. Dodatno, u okviru algoritma primenjeno je inovativno rešenje iterativnog preračunavanja optimizacionog koraka da bi se obezbedila brza konvergencija uz dobru stabilnost algoritma kako u slučaju formiranja adaptivnog prostornog filtra tako i u slučaju adaptivne procene *Doppler*-ovog pomaka.

#### 4. Zaključak i predlog

Komisija konstatuje, da shodno članu 26 Pravilnika o osnovnim i master studijama Elektrotehničkog fakulteta:

- Master rad kandidata rezultat je samostalnog rada kojim se sistematizuju i primenjuju naučna i stručna saznanja u cilju rešavanja konkretnih problema iz oblasti telekomunikacija,
- Kroz izradu master rada kandidat je dokazao sposobnost rešavanja konkretnog problema, originalnost u pristupu, sposobnost da izvede odgovarajuće zaključke,
- Master rad kandidata sadrži nesumnjivi autorski doprinos koji se sastoji od predloga, simulacije i analize jednog novog rešenja adaptivnog antenskog niza na up-link-u LTE-a koje omogućava adaptivno prostorno filtriranje signala u kojem postoji proizvoljan *Doppler*-ov pomak u realnim situacijama u kojim je potrebno odrediti pravac dolaska signala kao i potiskivanje međucelijske interferencije sa kojim se prevazilaze ograničenja poznatih algoritama (*Pilot-Zeros LMS*, *Pilot-Zeros LMS* и *Pilot-Zeros-Expon LMS*) vezana za konvergenciju i stabilnost rada,

U skladu s tim, komisija predlaže Nastavno-naučnom veću fakulteta da odobri usmenu odbranu master rada.

Beograd, 30.09.2013. godine

Komisija:



doc. dr Miljko Erić



red. prof. dr Miroslav Dukić