

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za drugi stepen studija Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu imenovala nas je za članove Komisije za pregled i ocenu master rada kandidata **Stevana Brakuze** pod naslovom „**Eksperimentalna analiza parametara antenskog sistema baznih stanica druge i treće generacije**“. Nakon pregleda rada podnosimo Nastavno-naučnom veću sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci

Stevan Brakuza je rođen 19.07.1988. godine u Kruševcu. Završio je kruševačku Gimnaziju 2007. godine. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2007. godine, na odseku za Telekomunikacije i informacione tehnologije, smer Radio komunikacije. Osnovne studije je završio sa prosečnom ocenom 8,09, na diplomskom radu 10. Master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu upisao je 2012. godine, na odseku za Sistemsko inženjerstvo i radio komunikacije. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 9,00.

2. Predmet master rada

Poboljšanje i kontrola kvaliteta rada savremenih baznih stanica podrazumeva uvođenje modernih mernih uređaja. Merenje, utvrđivanje i analiza parametara antenskog sistema RAN (*Radio Access Network*) dela mreže pomaže u optimizaciji postojećeg stanja mreže i olakšava proces prelaska na tehnologiju nove generacije.

Precizno merenje ulaznih parametara antenskog sistema baznih stanica druge i treće generacije uključuje analizu usmerenosti sektorskih antena, proračun azimuta i nagiba (*tilt-a*) antena, odstupanje antene od idealne vertikalnosti (engl. *Roll- zakrivljenost*), kao i tačnu visinu antene AGL (*Above Ground Level*). Korišćenjem mernog uređaja *3Z RF Alignera* koji radi po principu GPS pozicioniranja izvršena su merenja i provera antenskog sistema bazne stanice *Vip* mobilnog operatora.

Ispitivanje trase antenskih kablova i elemenata u tom lancu, podrazumeva merenje VSWR-a (*Voltage Standing Wave Ratio*) i RL-a (*Return loss*) od GSM i UMTS bazne stanice do same antene. Na ovaj način se ispituje prilagođenje impedanse elemenata antenskog sistema. Uz pomoć uređaja *Site Master* se prati promena vrednosti parametara u frekvencijskom domenu i omogućava lociranje i dijagnostifikovanje kvara upotrebom *DTF* (*Distance to Fault*) funkcije. Posebno je interesantno posmatrati efekte koje se javljaju uključivanjem pojačava snage TMA (*Tower Mounted Amplifier*) u antenski sistem.

Veoma bitan korak u implemetaciji antenskog sistema je merenje PIM (*Passive Inter-Modulation*) efekta, koji podrazumeva da dva ili više RF signala formiraju novi signal koji prouzrokuje interferenciju u prijemnom *Rx* frekvencijskom opsegu. Predajni signali na različitim frekvencijama formiraju intermodulacione smetnje, od kojih su najopasnije intermodulacione smetnje 3. reda (*IM3*). Kada u okviru predajnog lanca postoji „nelinearnost“ spojeva, generišu se signali na novoj frekvenciji. PIM master uređaj efikasno meri i testira opremu (kablove, antene, dupleksere i kombajnere) i pronalazi PIM frekvenciju smetnji. Na ovaj način *uplink* operatora uspeva da izbegne ispuštanje poziva, probleme priključenja korisnika na mrežu i usporan prenos podataka.

3. Osnovni podaci o master radu

Master rad kandidata Stevana Brakuze „**Eksperimentalna analiza parametara antenskog sistema baznih stanica druge i treće generacije**“, obuhvata 68 strana štampanog teksta sa 61 slikom i 4 tabele. Rad je organizovan tako da sadrži uvod, tri poglavlja, zaključak i spisak literature.

4. Sadržaj i analiza rada

Prvo poglavlje predstavlja uvod u rad u kome je dat kratak opis teme kojom se bavi master rad i ukratko opisani osnovni pojmovi i problemi.

U drugom poglavlju je opisana i izvedena uporedna analiza zadatih i izmerenih ulaznih parametara antenskog sistema.

U trećem poglavlju dat je pregled osnovnih veličina koje ocenjuju impedansne performanse antenskog sistema bazne stanice. Opisan je način merenja i analizirane kritične vrednosti $VSWR$ -a i RL -a u antenskom sistemu sa i bez TMA uređaja.

Četvrto poglavlje opisuje efekte u antenskom sistemu kada predajni dvo-tonski signal naiđe na nelinearnosti sistema. Vrednosti nivoa pasivne intermodulacije i intermodulacionih produkata ispitani su i upoređeni sa propisanim vrednostima. Takođe, analizirana je i degradacija PIM performansi kada se u antenski sistem uključi pojačavač snage.

U zaključku je dat osvrt na celokupan rad, spomenute su ključne vrednosti i analizirani su rezultati merenja. Istaknuta je važnost praćenja performansi postojećeg antenskog sistema i data ideja o mogućim nedostacima pri prelasku na sledeću generaciju mobilnih sistema.

5. Zaključak i predlog

Master rad Stevana Brakuze se bavi eksperimentalnom analizom impedansnih parametara i PIM performansi antenskog sistema pristupnog dela javnih mobilnih sistema. Glavni doprinosi master rada su sledeći:

- Dat je pregled ulaznih parametara antenskog sistema i način njihove verifikacije.
- Dat je pregled elemenata i veličina koje opisuju performanse lanca antenskog sistema po pitanju impedansi i predlog procedura kojim bi se prevazišli i locirali eventualni kvarovi, odnosno neprilagođenja.
- Opisan je način merenja pasivne interferencije, razloga zbog kojih dolazi do degradacije performansi sistema, i pregled mogućih slabosti antenskog sistema pri prelasku na 4G tehnologiju.
- Dat je pregled i eksperimentalna analiza efekata koje unosi TMA u antenski sistem baznih stanica.

Na osnovu izloženog, članovi Komisije predlažu Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad Stevana Brakuze, pod naslovom „**Eksperimentalna analiza parametara antenskog sistema baznih stanica druge i treće generacije**“, prihvati kao master tezu i da kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 21.09.2015.

Članovi komisije:



Prof. dr Nataša Nešković



Prof. dr Aleksandar Nešković