

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: einfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН
26.05.2017.

ОБАВЕШТЕЊЕ
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата дипл. инж. **Александре Голубовић** под насловом «Примена техника комбиновања код бежичних телекомуникационих система у присуству сметње» и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације налазе се у Библиотеци Електронског факултета у Нишу и могу се погледати до **10.06.2017. године**.

Примедбе на наведени Извештај достављају се декану Факултета у напред наведеном року.

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ
Декан

Проф. др. Драган Јанковић



NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU ELEKTRONSKOG FAKULTETA U NIŠU

Predmet: Izveštaj Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata dipl. inž. Aleksandre Golubović.

Na sednici Nastavno-naučnog veća Elektronskog fakulteta u Nišu, održanoj 06.04.2017. godine, na predlog Veća Katedre za telekomunikacije, odlukom broj 07/03-022/17-003, imenovana je Komisija za ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata dipl. inž. Aleksandre Golubović pod naslovom "Primena tehnika kombinovanja kod bežičnih telekomunikacionih sistema u prisustvu smetnje" u sastavu:

1. dr Dejan Milić, redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
2. dr Zoran Perić, redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
3. dr Daniela Milović, redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
4. dr Goran T. Đorđević, redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
5. dr Mile Petrović, redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ

Примљено 25.05.2017
Број
07/03-022/17-004

Nakon detaljnog pregleda doktorske disertacije, Komisija podnosi Naučno-nastavnom veću Elektronskog fakulteta u Nišu sledeći

IZVEŠTAJ

Doktorska disertacija dipl. inž. Aleksandre Golubović pod naslovom: Primena tehnika kombinovanja kod bežičnih telekomunikacionih sistema u prisustvu smetnje, izložena je na (xv + 138) stranica formata A4. Disertacija sadrži 72 slike i 4 tabele. Pisana je latinicom.

Doktorska disertacija je podeljena na devet logički povezanih poglavlja: 1. Uvod, 2. Teorijska osnova koncepta bežičnog telekomunikacionog kanala, 3. Diverziti prijemnik sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala koji koristi algoritam maksimalnog odnosa signal-interferencija, 4. Diverziti prijemnik sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala koji koristi algoritam maksimalnog korisnog signala, 5. Diverziti prijemnik sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala koji koristi algoritam maksimalnog ukupnog signala, 6. Diverziti prijemnik sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala koji koristi algoritam minimalne interferencije, 7. Poređenje rezultata dobijenih primenom različitih algoritama pri odabiru signala, 8. Zaključak i 9. Literatura.

Na početku disertacije pored naslovne strane na srpskom i engleskom jeziku i sadržaja, dat je sažetak disertacije na srpskom i engleskom jeziku, spisak naziva slika i spisak naslova tabela. Na kraju disertacije priloženi su biografija i spisak naučnih radova kandidata, kao i odgovarajuće izjave sa potpisom kandidata.

U doktorskoj disertaciji razmatran je prostorni diverziti prijemnik sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala u kanalu sa Vejbulovim fedingom gde je nivo sopstvenog šuma prijemnika zanemarljiv u odnosu na nivo kanalne interferencije, pa je kanalna interferencija dominantna smetnja. Razmatrani su slučajevi kada se na mestu prijema signala koriste četiri različita algoritma za odabir korisnog signala pri čemu su korisni signal i interferencija modelovani Vejbulovim fedingom. Poređenjem rezultata dobijenih primenom sva četiri algoritama izvršena je analiza i izvedeni su zaključci o prednostima i manama svakog od korišćenih algoritama

Na početku svake glave dat je pregled literature i rezultata dosadašnjih istraživanja u oblasti koja se razmatra u toj glavi.

U prvoj glavi, odnosno Uvodu, predstavljena je organizacija doktorske disertacije po glavama i iznesen značaj istraživanja sa ciljevima i očekivanim rezultatima po poglavljima.

U drugoj glavi doktorske disertacije dat je pregled osnovnih smetnji koje se javljaju u bežičnom telekomunikacionom kanalu. Predstavljene su osnovni parametri kanala u prisustvu fedinga i predstavljene su osnovni modeli kojima se opisuje feding. Opisane su statističke karakteristike prvog i drugog reda koje su u okviru ove disertacije korišćene kako bi se procenio kvalitet signala na prijemu. Dat je prikaz diverziti tehnika za poboljšanje karakteristika bežičnih telekomunikacionih sistema u kanalu sa fedingom i dat pregled tehnika kombinovanja signala koje su do sada predstavljene u literaturi.

U trećoj glavi doktorske disertacije razmatran je diverziti prijemnik sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala koji koristi algoritam maksimalnog odnosa signal-interferencija pri odabiru signala u prenosnom kanalu kada su korisni signal i interferencija korelisani i modelovani Vejbulovim fedingom. Predstavljen je novi matematički pristup za izvođenje analitičkog izraza za funkciju gustine verovatnoće trenutne vrednosti odnosa signal-interferencija na izlazu iz selektivnog prijemnika sa dve grane na osnovu koga su dobijeni numerički rezultati za statističke karakteristike prvog reda. Zatim je na osnovu

dobijenog izraza, izveden analitički izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutnog odnosa signal-interferencija i njenog izvoda, koji je korišćen za izračunavanje i analizu statističkih karakteristika drugog reda. Pokazano je da rezultati dobijeni primenom pomenutog matematičkog pristupa konvergiraju brže u odnosu na postojeće rezultate u literaturi, što ovaj postupak čini pogodnijim za korišćenje u analizi uticaja različitih parametara kanala na performanse sistema.

U četvrtoj glavi predstavljena je analiza performansi prostornih diverziti sistema sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala koji koristi algoritam zasnovan na maksimalnom korisnom signalu. U okviru ove glave analiziran je i uticaj broja grana diverziti sistema na karakteristike signala na prijemu. Izvedeni su analitički izrazi za združenu funkciju gustine verovatnoće odnosa signal-interferencija za sistem u Weibulovom fading okruženju sa dve i tri korelisane prijemne grane i prikazani su numerički rezultati koji opisuju performanse sistema korišćenjem statističkih karakteristika prvog reda. Takođe, izveden je i izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutnog odnosa signal-interferencija i njenog izvoda za sistem sa dve nekorelisane grane koji je korišćen za numeričko izračunavanje statističkih karakteristika drugog reda na osnovu kojih je izvršena analiza sistema za različite oštrine fadinga i nivoe korelacije.

Peta glava doktorske disertacije posvećena je analizi diverziti sistema sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala koji koristi algoritam maksimalnog ukupnog signala pri odlučivanju. Za pomenuti algoritam je izveden analitički izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutne vrednosti odnosa signal-interferencija na osnovu kog su numerički sračunati i predstavljeni rezultati za statističke karakteristike prvog reda.

U šestoj glavi izvršena je analiza sistema sa dve korelisane diverziti grane, koji koristi algoritam minimalne interferencije pri odlučivanju. Razmatran je slučaj kada su i korisni signal i interferencija korelisani i modelovani Weibulovim fadingom. Izveden je analitički izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutne vrednosti odnosa signal-interferencija na izlazu iz prijemnika. Koristeći dobijeni izraz izvršena su numerička izračunavanja statističkih karakteristika prvog reda. Numerički rezultati za statističke karakteristike drugog reda, dobijeni su na osnovu analitičkog izraza za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutnog odnosa signal-interferencija i njenog izvoda na izlazu prijemnika kada korisni signal i interferencija nisu korelisani.

U sedmoj glavi doktorske disertacije izvršeno je poređenje rezultata dobijenih primenom četiri različita algoritma za odabir signala, koji su detaljno obrađeni u prethodne četiri glave. Pri identičnim uslovima u telekomunikacionom kanalu poređeni su rezultati za statističke karakteristike prvog reda dobijeni primenom sva četiri algoritma odlučivanja, dok su za statističke karakteristike drugog reda poređeni rezultati kod sistema koji koriste algoritam maksimalnog odnosa signal-interferencija i algoritam minimalne interferencije. Izvršena je analiza i izvedeni su zaključci o prednostima i nedostacima svakog od korišćenih algoritama u odnosu na ostale algoritme obrađene u disertaciji.

U osmoj glavi doktorske disertacije dat je pregled najvažnijih rezultata i zaključaka do kojih se došlo u toku rada na ovoj doktorskoj disertaciji.

Na kraju doktorske disertacije dat je pregled korišćene literature.

Komisija ističe sledeće naučne doprinose ove doktorske disertacije:

- Predstavljen je novi matematički pristup za izvođenje analitičkog izraza za funkciju gustine verovatnoće trenutne vrednosti odnosa signal-interferencija na izlazu iz selektivnog prijemnika koji koristi algoritam zasnovan na maksimalnom odnosu signal-interferencija pri odabiru signala. Razmatran je sistem od dve korelisane diverziti grane kod koga su i korisni signal i interferencija izloženi Vejbulovom fedingu. Dobijeni izraz je dalje korišćen za proračun statističkih karakteristika prvog reda.
- Izveden je analitički izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutnog odnosa signal-interferencija i njenog izvoda na izlazu selektivnog prijemnika koji koristi algoritam zasnovan na maksimalnom odnosu signal-interferencija pri odabiru signala sa dve nekorelisane diverziti grane u Vejbulovom feding okruženju. Dobijeni izraz brže konvergira u odnosu na izraze pronađene u literaturi i na osnovu njega su dobijene statističke karakteristike drugog reda.
- Izvedeni su analitički izrazi za združenu funkciju gustine verovatnoće odnosa signal-interferencija na izlazu diverziti prijemnika sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala sa dve i tri korelisane grane u Vejbulovom feding okruženju za slučaj kada se pri odabiru signala koristi algoritam maksimalnog korisnog signala i određene su statističke karakteristike prvog reda.

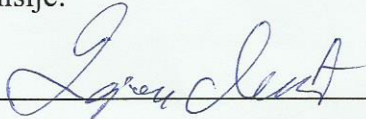
- Izveden je analitički izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutnog odnosa signal-interferencija i njenog izvoda na izlazu prijemnika koji koristi algoritam maksimalnog korisnog signala pri odabiru signala sa dve nekorelisane diverziti grane u prisustvu Vejbulovog fedinga, na osnovu koga su određene statističke karakteristike drugog reda.
- Izveden je analitički izraz za funkciju gustine verovatnoće trenutne vrednosti odnosa signal-interferencija na izlazu iz selektivnog prijemnika koji koristi algoritam maksimalnog ukupnog signala i određene statističke karakteristike prvog reda. Korisni signal i interferencija su i u ovom slučaju korelisani i izloženi Vejbulovom fedingu.
- Izveden je analitički izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće odnosa signal-interferencija na izlazu diverziti prijemnika sa selektivnom tehnikom kombinovanja signala sa dve korelisane grane koji koristi algoritam minimalne interferencije u Vejbulovom okruženju i izvršen proračun statističkih karakteristika prvog reda.
- Izveden je analitički izraz za združenu funkciju gustine verovatnoće trenutnog odnosa signal-interferencija i njenog izvoda u vremenu na izlazu prijemnika koji koristi algoritam minimalne interferencije pri odabiru signala sa dve nekorelisane diverziti grane i izračunate statističke karakteristike drugog reda.
- Izvršeno je poređenje i analiza uticaja različitih parametara sistema i sredine u kojoj se odvija komunikacija na statističke karakteristike prvog reda: verovatnoću otkaza, verovatnoću greške, srednju vrednost odnosa signal-interferencija i kapacitet kanala, za sisteme koji koriste svaki od četiri prethodno analizirana algoritma, pri identičnim uslovima u prenosnom kanalu.
- Izvršeno je poređenje i analiza uticaja različitih parametara sistema i sredine u prenosnom kanalu na statističke karakteristike drugog reda: normalizovanu učestanost preseka nivoa i normalizovanu vrednost srednjeg trajanja fedinga, za sisteme koji pri odabiru signala koriste algoritam maksimalnog odnosa signal-interferencija i algoritam minimalne interferencije, pri identičnim uslovima u prenosnom kanalu.

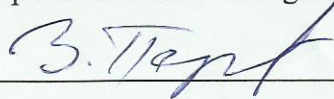
ZAKLJUČAK

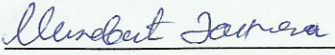
Na osnovu prethodno navedenog, Komisija smatra da urađena doktorska disertacija kandidata dipl. inž. Aleksandre Golubović sadrži značajne naučne doprinose u oblasti proučavanja performansi bežičnih telekomunikacionih sistema. Uzmajući u obzir aktuelnost obrađene teme i postignute rezultate predstavljene u doktorskoj disertaciji, članovi Komisije predlažu Nastavno-naučnom veću Elektronskog fakulteta u Nišu da se doktorska disertacija dipl. inž. Aleksandre Golubović pod naslovom: "Primena tehnika kombinovanja kod bežičnih telekomunikacionih sistema u prisustvu smetnje", prihvati i da se kandidatu odobri usmena odbrana ove disertacije.

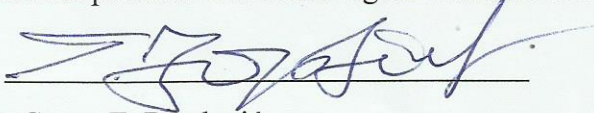
U Nišu, 18. maj 2017. godine

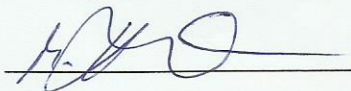
Članovi Komisije:

- 

1. dr Dejan Milić,
redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
- 

2. dr Zoran Perić,
redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
- 

3. dr Daniela Milović,
redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
- 

4. dr Goran T. Đorđević,
redovni profesor Elektronskog fakulteta u Nišu
- 

5. dr Mile Petrović,
redovni profesor Fakulteta tehničkih nauka
u Kosovskoj Mitrovici