

30.05.2013. године
Београд,
04-03-11/100

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Веће научних области техничких наука
Београд
Студентски трг бр 1

У прилогу дописа достављамо извештај комисије о оцени завршене докторске дисертације кандидата мр Јасмине Мандић Лукић, са пратећом документацијом.

Докторска дисертација и извештај комисије о оцени завршене докторске дисертације кандидата мр Јасмине Мандић Лукић стављени су на увид јавности и у предвиђеном року није било примедби на изложену докторску дисертацију.

С поштовањем,

Секретар факултета

Гордана Алексић Славински, дипл. Правник

Факултет организационих наука

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

04-03-11/100
(Број индекса)

Веће научних области техничких наука
(назив стручног већа коме се захтев упућује, сходно чл 75.
Статута Универзитета у Београду и чл.7. ст. 1. овог
Правилника)

30.05.2013. године
(Датум)

Београд
Студентски трг бр.1

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 68. ст. 3. Закона о универзитету («Службени гласник РС» бр. 20/98), дате сагласности на Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Мр Јасмина (Србољуб) Мандић-Лукић (име, име једног родитеља и презиме)

Кандидат мр Јасмина (Србољуб) Мандић-Лукић пријавила је докторску дисертацију под називом:
(име, име једног родитеља и презиме)

PLC КОМУНИКАЦИОНА МРЕЖА КАО ОСНОВА ИНТЕЛИГЕНТНОГ ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНОГ СИСТЕМА

Универзитет је дана 19 12 2008 године својим актом под 612-28/213/08 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила

PLC КОМУНИКАЦИОНА МРЕЖА КАО ОСНОВА ИНТЕЛИГЕНТНОГ ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНОГ СИСТЕМА

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Јасмине Мандић-Лукић (име, име једног родитеља и презиме)

образована је на седници одржаној 06.03.2013. године, одлуком Факултета под 3/32-4 у саставу:

	име и презиме члана комисије	звање	научна област
1.	Др Душан Старчевић	ред. проф. ФОН-а	Информационе технологије
2.	Др Дејан Симић	ред. проф. ФОН-а	Рачунарско инжењерство
3.	Др Зоран Јовановић	ред. проф. ЕТФ-а	Рачунарска трхника и информатика

Наставно-научно веће Факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 17.04.2013. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Прилог:

1. Извештај Комисије са предлогом,
2. Акт Наставно-научног већа Факултета о усвајању Извештаја,
3. Примедбе дате у току стављања Извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било.

Проф. др Милан Мартић

Поводом предлога Већа студијског програма докторских академских студија, а на основу члана 56. Статута Факултета, на седници Наставно-научног већа одржаној 17.4.2013. године, једногласно је донета следећа

ОДЛУКА

Прихвата се Извештај Комисије за оцену завршене докторске дисертације кандидата мр Јасмине Мандић-Лукић, под насловом »PLC КОМУНИКАЦИОНА МРЕЖА КАО ОСНОВА ИНТЕЛИГЕНТНОГ ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНОГ СИСТЕМА« и даје се на увид јавности.

На Наставно-научном Већу 21.01.2009. године одобрена је израда докторске дисертације кандидата мр Јасмине Мандић-Лукић под називом »PLC КОМУНИКАЦИОНА МРЕЖА КАО ОСНОВА ИНТЕЛИГЕНТНОГ ЕЛЕКТРОДИСТРИБУТИВНОГ СИСТЕМА« на основу добијене Одлуке Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације од 19.12.2008. године, број: 612-28/213/08

Кандидат мр Јасмине Мандић-Лукић је објавила следећи рад који је квалификује да може да одбрани докторску дисертацију:

1. J. Mandić-Lukić, V. Pantović, Ž. Vasiljević, "Impact of Stand-by Thermal Losses in Electronic Devices on Smart Network Performance", Thermal Science, Year 2012, Vol. 16, No.4, pp 1339-1350.(IF=1,18), DOI:10.2298/TSCI12041239M

Председник Наставно научног већа

Проф. др Милан Мартић

Доставити:

- Стручном сараднику за ПДС
- Секретару органа управљања и стручних органа
- Архиви

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
FAKULTETA ORGANIZACIONIH NAUKA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidatkinje Jasmine Mandić-Lukić

Odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta organizacionih nauka br. 3/32-4 od 06.03.2013., imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidatkinje Jasmine Mandić-Lukić pod naslovom:

„PLC komunikaciona mreža kao osnova inteligentnog elektrodistributivnog sistema“.

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa kandidatkinjom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

Doktorsku disertaciju Jasmina Mandić-Lukić je prijavila 14.07.2008. Komisija za ocenu naučne zasnovanosti prijavljene doktorske disertacije formirana je 15.08.2008. Odluka o usvajanju izveštaja Komisije o naučnoj zasnovanosti prijavljene doktorske disertacije doneta je 22.09.2008. br. 3/118. Odlukom Univerziteta u Beogradu od 19.12.2008. br 612-28/213/08 data je saglasnost na predlog teme doktorske disertacije Jasmine Mandić-Lukić pod nazivom „PLC komunikaciona mreža kao osnova inteligentnog elektrodistributivnog sistema“. Odlukom Nastavno-naučnog veća Fakulteta organizacionih nauka od 21.01.2009. br 3/3-9 odobrena je izrada doktorske disertacije, a za mentora je imenovan dr Dušan Starčević, redovni profesor FON-a. Mentor je 20.02.2013. izvestio Nastavno-naučno veće Fakulteta organizacionih nauka da je Jasmina Mandić-Lukić završila izradu doktorske disertacije. Nastavno-naučno veće Fakulteta organizacionih nauka je imenovalo Komisiju za ocenu završene doktorske disertacije 06.03.2013.

1.2. Naučna oblast disertacije

Predmet disertacije je aktuelna komunikaciona tehnika poznata pod nazivom PLC (*Power Line Communication*), odnosno prenos signala putem elektroenergetske mreže na svim naponskim nivoima. Ova tehnika omogućava postojećoj i razgranatoj infrastrukturi energetske mreže da postane i snažan telekomunikacioni sistem. Prednosti proučavane tehnike su višestruke, pre svega u širokoj rasprostranjenosti elektroenergetskih sistema, primena PLC tehnike je brza i jednostavna, troškovi održavanja novog komunikacionog sistema mali, a transportni kapacitet mreže je u rangu sa konkurentskih sistema.

Trend uvođenja novih komunikacionih servisa, kao i zadovoljavanje postojećih (standardni Internet servisi, e-bankarstvo, e-vlada, e-kupovina, multimedijalne komunikacije, obrazovanje na daljinu, zabava, sistemi zaštite i bezbednosti, sistemi daljinskog pristupa, automatizacija funkcija u kući ili stanu), postavljaju telekomunikacionim sistemima velike zahteve u pogledu protoka podataka. Posebno je interesantna primena PLC tehnike u realizaciji inteligentnih elektroenergetskih mreža, odnosno inteligentnih zgrada. Neophodan uslov za evoluciju energetske mreže prema inteligentnim mrežama je stvaranje adekvatne komunikacione infrastrukture, a PLC tehnika ima svojstvo da je primenljiva u svakoj tački gde je prisutna i elektroenergetska instalacija.

Prema predmetu istraživanja i korišćenju metodologiji doktorska disertacija pripada tehničkim naukama, i može da se svrsta u oblasti: optimizacija mreža za prenos signala – podataka, kao i inteligentnim mrežama i zgradama. Naučne podoblasti kojima se disertacija bavi su: infrastruktura za inteligentne mreže, komunikacione tehnike, merenja i uporedna analiza rezultata PLC kanala, teorijski i simulacioni modeli, optimizacija mernih metoda, optimizacija lokalnih mreža.

Mentor disertacije je dr Dušan Starčević, dipl. ing. elektrotehnike, redovni profesor Fakulteta organizacionih nauka. Drži nastavu iz predmeta Računarske mreže i telekomunikacije i Multimedijalne komunikacije. Dr Dušan Starčević je doktorirao iz oblasti primene GIS-a u upravljanju radiofrekvencijskim spektrom. Autor je RadioCAD softverskog sistema za automatizovano projektovanje radiotelekomunikacionih mreža korišćenog prilikom projektovanja velikih nacionalnih telekomunikacionih sistema. Prema WoS-u kao izvoru, dr Starčević je od 1999. objavio 32 naučna rada u oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija.

1.3. Biografski podaci o kandidatkinji

Jasmina Mandić-Lukić je rođena 23.12.1953. u Beogradu. Osnovnu školu „Svetozar Miletić“ je završila u Zemunu, a matematičku gimnaziju „Mihailo Petrović Alas“ u Beogradu, sa odličnim uspehom. Nosilac je i istoimene nagrade iz fizike. Diplomom diplomiranog inženjera je stekla 1977., sa prosečnom ocenom 8,88, a diplomu magistra 1983., sa ocenom 10, na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, na odseku za Upravljanje sistemima, pod mentorstvom akademika dr Miomira Vukobratovića.

Od 1978.-1988. je radila u Vazuhoplovnotehničkom institutu u Žarkovu, kao istraživač, u oblasti upravljanja (autopilot) borbenim avionima. Od 1988. radi u Energoprojekt - Entelu kao vodeći projektant-konsultant, a od 2001. je šef biroa za informaciono-komunikacione tehnologije. Tokom rada učestvovala je na realizaciji velikih projekata na Bliskom istoku, kao i u oblasti komunikacionih tehnologija za potrebe Elektroprivrede Srbije. Kandidatkinja se više godina bavi naučno-istraživačkim radom u oblastima koje su bile vezane za telekomunikacije, informacione sisteme i upravljanje sistemima u oblasti energetske mreže, pa i tema ove disertacije objedinjuje energetiku, upravljanje i komunikacije.

Kandidatkinja je učestvovala u realizaciji više projekata koje je finansiralo Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Srbije, vezanih za energetske efikasnost i inteligentne elektroenergetske mreže. Potrebna istraživanja i dobijeni rezultati su upravo proistekli iz rada na ovim projektima.

Poseduje istraživačko zvanje „istraživač saradnik“ dodeljeno od strane naučnog veća Instituta Mihajlo Pupin 1996. godine.

Mr Jasmina Mandić-Lukić se više puta stručno usavršavala, i to:

- Specijalizacija u oblasti Automatic Control na Cranfield University, Cranfield, Velika Britanija, 1979.

- Specijalizacija u oblasti Microprocesseurs na L'Ecole Nationale Supérieure de L'Aeronautique et de L'Espace, Paris, Francuska, 1986.
- Seminar «Daljinski nadzor i upravljanje u složenim energetske, komunalnim i drugim sistemima», Elektrotehničko Društvo, Zagreb, 1990.
- Course on UTILITY COMMUNICATION SYSTEMS, ABB University Switzerland, Baden, 2005.
- Kurs TEHNOLOGIJA VoIP SISTEMA, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2007.
- Utility Communication – IP/Ethernet and VoIP Networks and Applications, Communication in Distribution Networks, Wireless Solutions for Distribution Networks, IEC61850 in Light of Utility Communication, ABB University Switzerland, October 2007.
- Fidik uslovi i savremena ugovorna praksa, CPM – Centar za upravljanje projektima, Beograd, april 2008.

Govori engleski, francuski, grčki, a razume i čita nemački.

Udata je i ima troje dece.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija sadrži 165 strana, 72 slike, 3 tabele i 90 literaturnih navoda. Sastoji se iz sledećih poglavlja i potpoglavlja:

1. UVOD
 - 1.1. Predmet istraživanja
 - 1.2. Cilj istraživanja
 - 1.3. Pregled dosadašnjih rezultata istraživanja u domenu na koji se disertacija odnosi
 - 1.4. Osnovne hipoteze od kojih se polazi u istraživanju
 - 1.5. Metode koje su primenjene u istraživanju
 - 1.6. Struktura rada
2. INTELIGENTNA MREŽA – INTELIGENTNA ZGRADA
 - 2.1. Uvod
 - 2.2. Inteligentna energetska mreža – SMART GRID
 - 2.3. Primer realizacije inteligentne mreže
 - 2.4. Inteligentna zgrada - Smart Home
3. ELEKTRONSKE KOMUNIKACIONE MREŽE POSLOVNIH I STAMBENIH ZGRADA
 - 3.1. Uvod
 - 3.2. Princip realizacije elektronskih komunikacionih mreža
 - 3.3. Struktura i podsystemi EKM
 - 3.4. Realizacija EKM u postojećim objektima
4. PLC TEHNIKA
 - 4.1. Uvod
 - 4.2. Svojstva PLC kanala kao transmisionog medijuma
 - 4.3. Model PLC kanala
 - 4.4. Metode prenosa signala u PLC kanalu
 - 4.5. Zaključak
5. ANALIZA ELEKTRIČNIH INSTALACIJA KAO KOMUNIKACIONOG MEDIJUMA
 - 5.1. Uvod
 - 5.2. Tipične topologije mreža
 - 5.3. Elektroenergetski instalacioni vodovi
 - 5.4. Uticaj topologije električnih instalacija
 - 5.5. Funkcije prenosa signala kroz instalacije

- 5.6. Analiza transportnih potencijala PLC mreža
6. EKSPERIMENTALNA MERENJA KARAKTERISTIKA INSTALACIJE
 - 6.1. Analiza i izbor metoda merenja
 - 6.2. Merenja karakteristika instalacija
 - 6.3. Preslušavanje u višeprovodnim vodovima
 - 6.4. Analiza šumova i smetnji
7. OPTIMIZACIJA LOKALNIH PLC MREŽA
 - 7.1. Ciljevi optimizacije
 - 7.2. Optimalno lociranje centralne jedinice
 - 7.3. Prilagođenje impedansi u čvorištima instalacija
 - 7.4. Kondicioniranje instalacija za prenos signala
8. IMPLEMENTACIJA PLC U PROCESIMA MODERNIZACIJE KOMUNIKACIONIH INFRASTRUKTURA POSTOJEĆIH POSLOVNIH I STAMBENIH ZGRADA
9. ZAKLJUČAK
10. SKRAĆENICE
11. LITERATURA

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U Uvodu su definisani predmet i ciljevi istraživanja, postavljene su polazne hipoteze i prikazane metode istraživanja.

U drugom poglavlju se osnovna pažnja posvetila predstavljanju pojma inteligentnih mreža i inteligentnih zgrada. Pored toga, istaknut je značaj komunikacione infrastrukture, kao ključnog faktora, za njihovu realizaciju. Prezentovane su prednosti primene inteligentnih mreža u odnosu na tradicionalne mreže.

U trećem poglavlju su izložene komunikacione mreže u poslovnim i stambenim zgradama, neophodan deo sistema za funkcionisanje inteligentnih zgrada koji treba da obezbedi efikasnu i pouzdanu razmenu poruka unutar objekta i van njega. Dati su savremeni principi realizacije elektronskih komunikacionih mreža, njihova struktura i podsistemi. Prilikom rekonstrukcija i dogradnji objekata, poštujući odgovarajuće standarde, elektroenergetske instalacije se pojavljuju kao važan mogući medijum za prenos električnih signala.

U četvrtom poglavlju rad se detaljno bavi tehničkim aspektima PLC-a. Razmatrana su svojstva PLC kanala kao transmissionog medijuma. Analizirano je frekvencijski zavisno slabljenje signala uzrokovano gubicima u vodovima, prostiranje po više putanja, različiti tipovi šuma u PLC kanalu, vremenska zavisnost karakteristika kanala, kao i funkcija prenosa kanala. Posebna pažnja je data modelu PLC kanala, gde je diskutovan teorijski model funkcije prenosa kanala i simulacioni model. S obzirom da je PLC kanal veoma složena sredina za prenos signala, posebno su diskutovane metode prenosa, i to: FEC – korekcija greške unapred, OFDM i tehnika proširenog spektra.

U poglavlju 5 je data detaljna analiza električnih instalacija kao podrazumevanog komunikacionog medijuma. Karakteristike PLC kanala, kao komunikacionog medijuma, zavise od različitih parametara, na primer, lokacije na mreži, topologije, od vrste vodova, opterećenja mreže, i sve su one posebno razmatrane. Konstatovan je značaj razvodne table, gde se sustiće veliki broj strujnih kola. U istraživanju se posebna pažnja posvetila analizi transportnog potencijala PLC mreže, važnog kvantitativnog pokazatelja mogućnosti mreže da ostvari maksimalni protok digitalnih signala pri dozvoljenom stepenu degradacije.

Poglavlje 6 je posvećeno prikazu eksperimentalnih rezultata dobijenih prilikom merenja određenih karakteristika električnih instalacija. Definisana je merna metoda. Rezultati svih merenja prikazani su u vidu dijagrama zavisnosti merene veličine od frekvencije, u definisanom frekvencijskom opsegu. Izvršena su sledeća merenja: slabljenje signala na trasi, odnos signal-šum na ulazu prijemnog uređaja, nivo snage šuma i smetnji na ulazu prijemnog uređaja, raspodela binarnih

protoka između signala nosilaca po podopsezima, vrednost ukupnog binarnog protoka u vezi. Merenja su vršena u zgradi Energoprojekta i Elektrotehničkog fakulteta.

U poglavlju 7 je obrađen problem optimizacije lokalnih PLC mreža. Cilj optimizacije je minimiziranje slabljenja na deonicama veza unutar lokalnih mreža. Sagledane su mere neophodne za minimizaciju slabljenja. Istaknut je značaj čvorišnih tačaka, razvodne table i razvodnih ormara. Izloženo je generalisano rešenje problema optimizacije dekompozicijom komunikacione trase na više nezavisnih sekcija.

U poglavlju 8 su definisani principi realizacije elektronskih komunikacionih mreža pri izgradnji novih i rekonstrukcijama postojećih poslovnih i stambenih zgrada. Zadatak ovog dela rada je bio da pokaže kako PLC tehnika može da efektivno i efikasno podrži elektronske komunikacione mreže.

U Zaključku je dat pregled sadržaja i doprinosa disertacije.

U radu je dat i spisak skraćenica koje se pojavljuju u tekstu disertacije. Spisak literature sadrži relevantne reference za oblast disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Predmet disertacije je značajan i veoma aktuelan. Integriše znanja iz više naučnih domena, informaciono-komunikacionih tehnologija, upravljanja i energetike, iako je utilateralno prvenstveno okrenut energetsom sektoru i energetske efikasnosti. Poslednjih nekoliko godina inteligentne mreže i inteligentne zgrade su u svetu u vrhu interesovanja. U osnovi, radi se o uvođenju najnovijih informaciono-telekomunikacionih tehnologija u već postojeće energetske sisteme. Na taj način se postiže potpuno praćenje u realnom vremenu bilo kog energetskog objekta posmatranjem vrednosti svih njegovih dostupnih i merljivih parametara, kao i povratno eksterno upravljanje stanjem takvog objekta promenom pojedinih kontrolabilnih parametara.

Prilikom razvoja odgovarajućih telekomunikacionih sistema treba voditi računa o pouzdanosti, transportnom kapacitetu, ceni koštanja, mogućnosti postavljanja, standardizaciji, interferenciji i drugim faktorima. Mogućnost primene PLC tehnike u našim uslovima je upravo razmatrana kroz navedene osobine, sa velikim brojem izvedenih merenja na mreži. Prikupljeni podaci su od velikog značaja za formulisanje kvalitetne procedure uvođenja PLC mreža na nacionalnom nivou. Upravo na osnovu analize prikupljenih podataka predložen je odgovarajući postupak optimizacije PLC mreže. Sprovedena istraživanja su pokazala da se PLC pokazala kao veoma pogodna tehnika i da, u poređenju sa karakteristikama ostalih širokopojasnih servisa, postoji mogućnost njene ravnopravne upotrebe.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Poslednjih godina tema inteligentnih mreža postaje veoma izazovna i sve veći broj istraživača se bavi različitim aspektima i problemima u ovoj oblasti. Evidentno je da se dolazi do sve više značajnih rezultata u ovoj oblasti. Primene PLC tehnike dobijaju na aktuelnosti sa implemenatcijom inteligentnih mreža. Kao osnov u prvim godinama rada na ovoj temi je poslužio evropski projekat OPERA 1&2, koji je trajao 4 godine, i koji je generisao veoma mnogo važnih saznanja. Međunarodna godišnja konferencija koja tretira PLC tehniku, je bila izvesno vreme bila skoro jedini izvor literatura u ovoj oblasti. Upravo zbog svog značaja za naučnu zajednicu, konferencija je dobila status IEEE konferencije. U poslednje vreme je sve više rezultata i radova, što je maksimalno iskorišćeno kao podloga za rad na disertaciji. U doktorskoj disertaciji ima oko 100 literaturnih

navoda, s tim što su deo navoda i Zbornici radova sa pomenutih PLC konferencija, pa se može reći da pojedinačnih literaturnih navoda ima znatno više.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

U izradi disertacije korišćene su sledeće naučne metode:

- U prvom delu disertacije (poglavlja 1,2,3,4) korišćene su metode prikupljanja i analize postojećih dostupnih naučnih rezultata i dostignuća;
- U petom poglavlju su korišćene metode analize rezultata simulacije i rezultata iz literature;
- Šesto poglavlje prezentuje eksperimentalne rezultate. Reč je o velikom broju različitih slučajeva, koji su sistematizovani i koji su poslužili za dobijanje konkretnih rezultata. Takođe je data originalna metoda merenja transportnog potencijala na elektroenergetskoj instalaciji;
- U sedmom poglavlju je urađena optimizacija lokalnih mreža. Predložene su mere koje rešavaju različite probleme slabljenja.

Rezultati istraživanja su prezentovani tekstualno, deskriptivno, tabelama, slikama i dijagrama sa rezultatima merenja. Istraživanje je multidisciplinarno, jer uključuje: energetske efikasnost, komunikacije, prenos signala – podataka, informatiku, eksperimentalna merenja, metode optimizacije, analitičke metode. Na osnovu analize doktorske disertacije, može da se zaključi da primenjene naučne metode i tehnike odgovaraju, po svom značaju i strukturi, temi disertacije i sprovedenom istraživanju.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

U Srbiji do sada nisu značajnije korišćene, niti razvijane inteligentne energetske mreže i inteligentne zgrade, uprkos činjenici da je elektroenergetski sektor strateški nacionalni interes. Izvedena istraživanja ne samo što rezultuju odgovarajućim naučnim i stručnim doprinosima, već će na nacionalnom nivou doprineti razvoju svesti i saznanja o potrebi racionalnijeg korišćenja naše niskonaponske mreže, kao dragocenog resursa, za prenos različitih signala podataka. Teorijski i praktični rezultati ove doktorske disertacije mogu da potaknu masovniju primenu PLC-a u implementaciji sistema inteligentnih energetskih mreža i inteligentnih zgrada. Takođe, navedena rešenja moguće je iskoristiti i za potrebe ostalih komunalnih sistema, koji trebaju da budu takođe inteligentni i koji zahtevaju postojanje komunikacione infrastrukture.

Za rešavanje komunikacione infrastrukture u postojećim objektima PLC tehnika je sigurno najperspektivnija, dok je za nove objekte to primena optičkih kablova.

Dosadašnja korišćenja PLC tehnike u elektroprivredama, a posebno u njenim distributivnim delovima, sa komunikacionog stanovišta, nisu imala stroge i velike zahteve po pitanju kapaciteta i kvaliteta prenosa. Za potrebe inteligentnog pristupa značajno se povećao spektar funkcija koje treba da budu zadovoljene, uz značajnu brigu o pouzdanosti i kvalitetu prenosa signala. Savremeni komunikacioni sistemi moraju da ispunjavaju široki spektar transmisionih funkcija, kao što su dvostruka komunikacija sa brojlama bilo koje vrste, zatim namena koju poseduje krajnji potrošač, upravljanje i trenutno kontrolisanje potrošnje medijuma koji se meri; uvođenje fleksibilnih višetarifnih naplatnih sistema; ostvarivanje efikasnih mera obezbeđenja protiv požara i protiv provala, a pre svega da omogući brzi pristup Internetu.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidatkinje za samostalni naučni rad

Oblasti naučnog interesovanja kandidatkinje Jasmine Mandić-Lukić su inteligentne energetske mreže i zgrade, sa posebnim akcentnom na obezbeđenju komunikacione infrastrukture pred koju su postavljeni strogi uslovi po pitanju kvaliteta prenosa i kapaciteta. Kandidatkinja raspolaže sa velikim iskustvom u radu na složenim projektima gde se zahteva dublje poznavanje više različitih naučno – tehničkih oblasti.

U toku izrade doktorske disertacije kandidatkinja je pokazala sposobnost za pronalaženje, upoznavanje i razumevanje problema na osnovu dostupne literature iz oblasti PLC tehnike. Takođe, pokazala je potrebnu analitičnost i praktičnu osposobljenost za izvođenje brojnih eksperimentalnih merenja. Dubinu poznavanja relevantne problematike i sposobnost sinteze u nova saznanja pokazala je na primeru optimizacije mreža, kao i kondicioniranja instalacija za prenos signala.

U toku izrade doktorske disertacije kandidatkinja Jasmina Mandić-Lukić je objavila 15 radova u naučnim časopisima nacionalnog međunarodnog značaja, kao i u zbornicima radova sa naučnih skupova. Svi ovi radovi prikazuju rezultate višegodišnjeg uspešnog istraživanja na problematici obrađenoj u ovoj disertaciji.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Najznačajniji doprinos doktorske disertacije se ogleda u postupku optimizacije mreže za prenos signala podataka. Dato je generalisano rešenje, nezavisno od primene mreže ili od uređaja koji su priključeni na elektroenergetsku mrežu. Kondicioniranjem mreže, tj. minimizacijom slabljenja signala, mreža elektroenergetskih instalacija u postojećim stambeno-poslovnim objektima može da se koristi kao komunikacioni medijum i primenjuje pri različitim učestanostima i transportnim kapacitetima. Takođe, analizirajući na osnovu dostupne literature postojeće modele PLC kanala, poređenjem rezultata iz simulacionih modela i velikog broja sopstvenih merenja, u radu je izložena kompletna analiza transportnog potencijala PLC mreže.

Ključni naučni doprinosi pojedinačno su:

- U poglavlju 4, gde je detaljno razmatrana PLC tehnika, tabela 4.1 daje pronađenu zavisnost binarnog protoka od odnosa signal/šum.
- U poglavlju 5, u delu gde se rad bavio analizom transportnog potencijala PLC mreža, što predstavlja kvantitativni pokazatelj mogućnosti mreže za postizanje maksimalnog protoka digitalnog signala pri dozvoljenom stepenu degradacije, prezentovana je detaljna analiza transportnog potencijala.
- U poglavlju 6, koje je posvećeno eksperimentalnim merenjima karakteristika instalacija, na osnovu prethodno stečenih znanja, kao i kroz rezultate različitih merenja, došlo se do zaključaka o bitnim osobinama niskonaponskih mreža i instalacija kada se javljaju u ulozi komunikacionog medijuma. Definisanje optimalne merne metode predstavlja takođe originalan naučni doprinos.
- Celo poglavlje 7, sa idejom o optimizaciji, kondicioniranju mreže, prilagođenju i lociranju centralne jedinice (mastera) predstavlja značajan naučni doprinos.

Sumarno, to su novi rezultati, kao i nove metode merenja, kao i novi pristup u rešavanju minimizacije slabljenja.

Glava 8 sadrži važne stručne doprinose koji se odnose na principe realizacije savremenih elektronskih komunikacionih mreža, ako se kao osnova koristi PLC.

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Kandidatkinja je u doktorskoj disertaciji istraživao mogućnosti primene komunikacione infrastrukture u funkciji inteligentnih mreža i inteligentnih zgrada, a glavni doprinos rada je na sagledavanju optimizacije postojeće elektroenergetske instalacije, kao komunikacionog medijuma u cilju racionalne i masovne implementacije.

Pored procedure optimizacije mreže, koja sadrži generalno rešenje postavljenog problema, posebno treba istaći veliki broj eksperimentalnih merenja na konkretnim elektroenergetskim instalacijama. Kao reprezenti naše postojeće situacije u pogledu pogodnosti primene PLC tehnika u energetskim instalacijama, odabrani su jedna stara zgrada i jedna novija. Sistematizacija svih merenja i zaključci su proizašli na osnovu ovih reprezenata. Do sada nije poznato da su takva merenja vršena u Srbiji.

Istraživačkim radom na disertaciji se došlo do značajnog pomaka u sagledavanju primene PLC tehnike u funkciji inteligentnih mreža i zgrada, što je i u svetskim okvirima oblast koja se intenzivno istražuje i svakodnevno dopunjuje.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kategorija M22:

1. **J. Mandić-Lukić**, V. Pantović, Ž. Vasiljević, "Impact of Stand-by Thermal Losses in Electronic Devices on Smart Network Performance", Thermal Science, Year 2012, Vol. 16, No.4, pp 1339-1350.(IF=1,18) (DOI:10.2298/TSCI12041239M)

Kategorija M33:

1. V.M.Golubović, Z.R.Petrović, **J.Mandić-Lukić**:"Modeling of Impulsive Noise in PLC Systems using Middleton Class a Noise Model", XXXIX International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST, Bitola, Macedonia, June 16-19, 2004

2.**J. Mandić-Lukić**, D. Pokorni, I. Stevanović, Prof. N. Simić: "Merenje karakteristika sistema za prenos podataka putem PLC mreže", XV TELFOR, Beograd, 20-22/11/2007., rad 2.26, str.157-160.

3. **J. Mandić-Lukić**, D. Pokorni, Prof. N. Simić:"Characteristics of Low-Voltage Installations as Transport Medium in Office Building", XLIII International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST, Niš, Serbia, June 25-27, 2008.

4. **J. Mandić-Lukić**, Prof. N. Simić, B. Milinković:"Presentation of the Results of Measuring Characteristics of Power Line Installations in the Signals Transmission", XLIV International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, ICEST 2009, Veliko Turnovo, Bulgaria, June 25-27, 2009.

5. **J. Mandić-Lukić**, N. Hadžiefendić, Prof. N. Simić:"Elektroenergetske instalacije kao telekomunikacioni transmisioni medijum", XVII TELFOR, Beograd, 24-26/11/2009., rad.4.5, str.443-446.

6. **J. Mandić-Lukić**, Prof. N. Simić, N. Hadžiefendić:"Rezultati ispitivanja niskonaponskih mreža u funkciji prenosa širokopojasnih signala", XVIII TELFOR, Beograd, 23-25/11/2010., rad.4.13, str.529-532.

7. **J. Mandić-Lukić**, Prof. N. Simić, B. Stojanović, B. Milinković, „Analiza uticaja čvorišta elektroenergetskih instalacija na uslove prenosa digitalnih signala”, XIX TELFOR, Beograd, 22-24/11/2011., rad.4.12, str.562-564.

Kategorija M51:

1.**J. Mandić-Lukić**, Prof. N. Simić:” PLC komunikaciona mreža kao osnova inteligentnog elektrodistributivnog sistema”, UDC:621.316.1:621.317.38, ENERGETIKA 2011, Zlatibor, 23-25/03/2011., List Saveza energetičara, broj 2, god. XII, Mart 2011, UDC 620.9

2.**J. Mandić-Lukić**, Prof. N. Simić, B. Milinković, „Communication Performance of Broadband PLC Technologies for Smart Grid”, ENERGETIKA 2012, Zlatibor, 27.03.-30.03.2012., List saveza energetičara broj 2, godina XIII, Mart 2012.

3. **J. Mandić-Lukić**, B. Milinković, „Inteligentne zgrade”, časopis TEHNIKA, časopis saveza inženjera i tehničara Srbije, godina LXVIII 2013, broj 1

4.**J. Mandić-Lukić**, Prof. N. Simić, B. Milinković, Ž. Vasiljević, „Inteligentno upravljanje potrošnjom toplotne energije u poslovnim i rezidencijalnim objektima” ENERGETIKA 2013, Zlatibor, 26.03.-29.03.2013., List Saveza energetičara broj 2, god XIV, mart 2013.

Kategorija M63

1. **J. Mandić-Lukić**, D. Pokorni, Prof. N. Simić: “Računarska mreža uspostavljena putem električne instalacije u objektu”, 14. Simpozijum Upravljanje i telekomunikacije u elektroenergetskom sistemu, Tara, 16-18/jun/2008.

2.**J. Mandić-Lukić**, Prof. N. Simić:” Transmisione karakteristike srednjenaponskih kablovskih vodova u opsegu 1-30 MHz”, ISBN: 978-86-82317-69-2, D2 01, 30. Savetovanje JUKO CIGRE , Zlatibor, 29.maj-3.juni 2011.

3. **J. Mandić-Lukić**, N. Simić, “Optimizacija priključenja komunikacionih uređaja na čvorišta lokalnih PLC mreža”, Savetovanje JUKO CIGRE, Zlatibor, 27.maj-1.juni 2013, prihvaćen rad.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Predmet ove doktorske disertacije je sagledavanje mogućnosti masovnog i racionalnog korišćenja postojeće elektroenergetske instalacije, kao komunikacionog medijuma. Opšti okvir ponuđenog rešenja je formulisan predloženom procedurom neophodne optimizacije lokalnih PLC mreža. Krajnji cilj istraživanja je analiza mogućnosti primene PLC komunikacionih mreža u implementaciji inteligentnih mreža i inteligentnih zgrada.

U radu je predstavljena detaljna analiza uslova prostiranja signala kroz realne energetske mreže i instalacije. Na osnovu tako dobijenih rezultata izvršen je uvid u moguće metode modulacije u PLC sistemima. Razmatrana je primena modulacionih tehnika na niskonaponskoj mreži i upoređeni su dobijeni rezultati sa rezultatima merenja poznatim iz literature sa ciljem da se dođe do odgovora da li primenjene metode za suzbijanje problema pri prenosu PLC kanalom u svetu daju iste rezultate i kod nas. Provereno je da li su ova rešenja primenljiva u našim uslovima u smislu funkcionalne efikasnosti, kao i bezbednosti korisnika. Time se otvara put komercijalnoj primeni ovih sistema i kod nas. Izvršena su odgovarajuća merenja u reprezentativnim objektima. Na osnovu rezultata merenja konstatovana je potreba primene specifičnih tehničkih rešenja u cilju prilagođenja tih mreža. Tokom celokupnog istraživanja praćen je trenutni razvoj tehnologije u svetu, odnosno analizirana dostupna oprema i rešenja na svetskom tržištu. Osnovni cilj istraživanja je da se dodatno afirmiše prenos multimedijalnih i upravljačkih podataka putem niskonaponske mreže i elektroenergetskih instalacija.

Rezultati istraživanja iz ove doktorske disertacije su za sada objavljeni u jednom radu u časopisu međunarodnog značaja sa impakt faktorom, kao i u više radova u časopisima nacionalnog značaja i zbornicima naučnih skupova, a prezentovani su i na međunarodnim konferencijama.

S obzirom na postignute rezultate, a uzimajući u obzir složenost, aktuelnost i multidisciplinarnost obrađene teme, ova disertacija zadovoljava postavljene kriterijume i pokazuje sposobnost kandidatkinje Jasmine Mandić-Lukić za naučno istraživački rad.

Na osnovu navedenog, Komisija predlaže nastavno-naučnom veću Fakulteta organizacionih nauka da se doktorska disertacija pod nazivom „PLC komunikaciona mreža kao osnova inteligentnog elektrodistributivnog sistema“, kandidatkinje Jasmine Mandić-Lukić prihvati, izloži na uvid javnosti i uputi na konačno usvajanje Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu.

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Dušan Starčević, red. prof.
Fakultet organizacionih nauka, BU

Dr Dejan Simić, red. prof.
Fakultet organizacionih nauka, BU

Dr Zoran Jovanović, red. prof.
Elektrotehnički fakultet, BU