



1. Др Владимир Катић, редовни професор

Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука

Ужа научна област: Енергетска електроника, машине и погони

2. Др Бранко Докић, редовни професор

Универзитет у Бањој Луци, Електротехнички факултет

Ужа научна област: Електроника и електронски системи

3. Др Бранко Блануша, ванредни професор

Универзитет у Бањој Луци, Електротехнички факултет

Ужа научна област: Електроника и електронски системи

Наставно-научном вијећу Електротехничког факултета Универзитета у Бањој Луци

Предмет: Извјештај о подобности теме и кандидата мр Драгане Петровић за израду докторске дисертације под називом "**Нови приступ повећању енергетске ефикасности система напајања**".

Одлуком број 20/3.968-986/16, донесеној на 37. сједници Наставно-научног вијећа Електротехничког факултета у Бањој Луци одржаној дана 03.10.2016. , именовани смо за чланове Комисије за писање извјештаја за оцјену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације.

Након прегледа поднијете пријаве, анализе теме и увида у радове кандидата, Комисија подноси слиједећи

ИЗВЈЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ, НАУЧНА И СТРУЧНА ДЈЕЛАТНОСТ КАНДИДАТА

Мр Драгана Петровић рођена је 05.01.1977. године у Новом Саду. Основну школу и Гимназију Светозар Маровић (општи смјер) завршила је у Новом Саду.

Након завршетка средње школе 1995. уписала је Факултет техничких наука у Новом Саду, одсјек електротехнике 2003. год. и дипломирала на смјеру за енергетику, електронику и телекомуникације, усмјерење телекомуникације. Дипломски рад са темом „Мерење средње, средње квадратне и ефективне вредности унiformних случајних сигнала помоћу стохастичког адиционог A/D конвертора“ одбранила је са оцјеном 10 (десет).

Магистарски рад са темом „DC UPS са коректором фактора снаге као оптимално решење за непрекидно напајање уређаја ИТ“ радила је код ментора проф. др Горана

Стојановића и коментора др Мирослава Лазића. Магистрирала је на Факултету техничких наука у Новом Саду 08.07.2011. године.

По завршетку студија запослила се као приправник у предузећу Digital Telecom д.о.о. у Новом Саду на радно место тест инжењера.

У компанији ИРИТЕЛ а.д. Београд засновала је радни однос 2004. године, где је у радном односу као сарадник на пословима:

- Усаглашавању софтвера са захтјевима корисника;
- Тестирање и испитивање система за напајање и система за надзор;
- Дијагностика и поправка појединачних склопова система за напајање.

Године 2014. добија радно мјесто старијег сарадника у сектору енергетске електронике у одјељењу производње, где обавља послове:

- Праћења производње у одјељењу, у складу са стандардима ISO9001, ISO14001, и OHSAS18001;
- Усаглашавање одјељења развоја и одјељења производње у сектору енергетске електронике;
- Праћење послова одјељења развоја у сектору енергетске електронике и усаглашавање са потребама купца;
- Учествовање у развоју и тестирању хардвера и софтвера уређаја енергетске електронике;
- Учествовање у развоју и тестирању хардвера и софтвера система за даљински надзор и управљање.

Кандидат је до сада објавио 42 рада, од чега је 1 рад у часопису националног значаја, 17 радова у зборницима међународних научних/стручних скупова и 24 рада у зборницима националних научних/стручних скупова. Такође, Кандидат је учествовао у изради 15 техничких и развојних рјешења и 3 пројекта националног карактера.

1.1 **Листа објављених радова Кандидата**

1.1.1 Радови објављени у часопису националног значаја

1. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, The remote control of power supplies – experiences of exploitation, Serbian journal of electrical engineering, Volume 9, No. 1, February 2012, 95-105, ISSN 1451-4869, UDK:621.311.68-52, DOI:10.2298/SJEE1201095P

1.1.2 Радови објављени у зборницима међународног научног/стручног скупа

1. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Милош Живанов, Ласло Нађ: Reliability of uninterrupted power supply device DC UPS 400, 15th Proc. Of the 15th Conf. Power electronics, ISBN 86-7892-208-4, T1-2.10, Novi Sad, okt.26-30, 2009, pp.1-4
2. Драган Стјанић, **Драгана Петровић**, Драган Јекић: Савремено решење помоћног напајања за трафостанице у електродистрибуцији Београд, ISBN 978-99938-624-6-8, Infoteh Jahorina 2011, Vol. 10, Ref. D-9, p. 317-320, 16-18.03. 2011.
3. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Драган Јекић: Примена система СДНУ у електродистрибуцији, Infoteh Jahorina 2011, Vol. 10, Ref. D-19, p. 362-366, 16-18.03. 2011.
4. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Драган Стјанић: The remote control of power supplies SDNU application for tracking of environment quality, 16th Proc. Of the 16th

Conf. Power electronics, ISBN 86-7892-208-4, T4-2.9, Novi Sad, okt.26-28, 2011, pp.1-4

5. Мирољуб Лазић, Борис Шашић, **Драгана Петровић**, Драган Стјанић: Pspice Analysis of Parallel Operation of Two IGBT Inverters, ISBN 978-86-6125-059-0. Proceedings of the Small Systems Simulation Symposium 12-14.02.2012, 33-36.
6. Бојана Јовановић, **Драгана Петровић**, Драган Јекић, Светлана Међо, Поступање са батеријама и акумулаторима на крају животног циклуса, ISBN 978-99938-624-2-8, ELS-2, Vol. 11, p. 5-10 Infoteh Jahorina 21-23.03.2012.
7. Мирољуб Лазић, **Драгана Петровић**, Драган Стјанић, Драган Јекић, Интеграција СДНУ у систем за надзор и управљање Електродистрибуције Београд, ISBN 978-99938-624-2-8, ENS 1-10, Vol. 11, p. 112-115 Infoteh Jahorina 21-23.03.2012.
8. Мирољуб Лазић, **Драгана Петровић**, Бојана Јовановић, Жељко Ковачевић, Бранко Спремо, Централизација система за даљински надзор и управљање СДНУ, ISBN 978-99938-624-2-8, KST 2-4, Vol. 11, p. 286-290 Infoteh Jahorina 21-23.03.2012.
9. Бојана Јовановић, **Драгана Петровић**, Мирољуб Лазић, Наташа Станић, One energy-efficient solution in lighting and basis its implementation, IX International symposium industrial electronics INDEL, Republika Srpska, Banja Luka, november 1-3 2012., Proceedings, ISBN 978-99955-46-14-4, str. 251-255
10. **Драгана Петровић**, Мирољуб Лазић, Зоран Цвејић, Драган Јекић, Обликовање SNMP поруке у систему за даљински надзор СДНУ, ISBN 978-99938-624-2-8, ENS 4-8, Vol. 12, p. 297-301 Infoteh Jahorina 20-22.03.2013.
11. **Драгана Петровић**, Мирољуб Лазић, Бојана Јовановић, Горан Радовановић, Мирко Луковић, Систем помоћног напајања са даљинским надзором за примену у Електродистрибуцијама, ISBN 978-99938-624-2-8, ENS 4-8, Vol. 12, p. 302-306 Infoteh Jahorina 20-22.03.2013.
12. Бојана Јовановић, Зоран Цвејић, Мирољуб Лазић, **Драгана Петровић**, Иван Лазић, СЕ знак за уређаје енергетске електронике, ISBN 978-99938-624-2-8, ELS 10, Vol. 13, p. 44-48 Infoteh Jahorina 19. mart - 21. mart 2014.
13. **Драгана Петровић**, Мирољуб Лазић, Зоран Цвејић, Бојана Јовановић, Драган Јекић, Организација непрекидног напајања мобилних телекомуникационих објеката, ISBN 978-99938-624-2-8, ENS 1-12, Vol. 13, p. 118-121 Infoteh Jahorina 19. mart - 21. mart 2014.
14. Мирољуб Лазић, **Драгана Петровић**, Зоран Цвејић, Бојана Јовановић, Једно решење примене одрживих извора енергије за напајање телекомуникационих уређаја, ISBN 978-99938-624-2-8, ENS 4-13, Vol. 13, p. 287-292 Infoteh Jahorina 19. mart - 21. mart 2014.
15. Мирољуб Лазић, **Драгана Петровић**, Зоран Цвејић, Бојана Јовановић, Optimizing use of the alternative energy sources - DC distribution, ISBN 978-86-80509-70-9, 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2014, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2 – 5, 2014. Invited paper. pp. ELI1.1-6
16. Мирољуб Лазић, **Драгана Петровић**, Миодраг Скендер, Сандра Совиљ Никић, The use of microcontrollers in modern solutions of power electronics, Indel 2014, 6-8. November 2014, Banja Luka, Republika Srpska, Invited paper pp.52-60.
17. М. Лазић, **Д. Петровић**, З. Цвејић, М. Пајнић, Hybrid switch mode DC/DC converter, 2nd International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2015, Silver Lake, Serbia, June 8-11, 2015, ISBN 978-86-80509-71-6, pp. ELI2.3.1-4

1.1.3 Радови објављени у зборницима националног научног/стручног скупа

1. Драган Митић, **Драгана Тителац**, Микропроцесорски контролер за управљање, надзор и комуникацију непрекидног напајања, PEL 7.20, XIII Telekomunikacioni forum TELFOR 2005, Beograd, Sava Centar, 22.-24.11.2005.g.
2. Мирослав Лазић, **Драгана Тителац**, Једно решење даљинског надзора уређаја енергетске електронике телекомуникационих система, ISBN 978-99938-624-6-8, Infoteh Jahorina 2006. Vol. 5, Ref. E-IV-1, p. 440-443
3. Драган Митић, Драган Стјић, **Драгана Тителац**, Систем напајања SN12-улога софтвера у функционисању исправљачког постројења, ISBN 978-99938-624-2-8, Infoteh Jahorina 2006. Vol. 5, Ref. E-IV-2, p. 444-448
4. Мирослав Лазић, Драган Стјић, **Драгана Тителац**, Примена микроконтролера за подешавање излазних величина исправљачког постројења, ISBN 978-99938-624-2-8, Infoteh Jahorina 2006. Vol. 5, Ref. E-IV-4, p. 453-457
5. Мирослав Лазић, **Драгана Тителац**, Електромагнетна компатибилност исправљачких постројења, ISBN 978-99938-624-2-8, Infoteh Jahorina 2007. Vol. 6, Ref. E-VI-14, p. 602-606
6. Мирослав Лазић, **Драгана Тителац**, Саша Мартиновић, Милован Станковић, Даљински надзор и управљање уређајима енергетске електронике у телекомуникационом објекту вишег ранга, ISBN 978-99938-624-6-8, Infoteh Jahorina 2007. Vol. 6, Ref. E-VI-15, pp. 607-610
7. Бојан Плавшић, **Драгана Петровић**, Једно решење за пренос података по УДП протоколу у систему за даљински надзор и управљање (СДНУ), 7. Симпозијум Индустриска електроника - Индел 2008, Бања Лука ТО-07, стр. 196-201
8. Бојан Плавшић, **Драгана Петровић**, Жељко Ковачевић, Избор преносних путева у СДНУ, 7. Симпозијум Индустриска електроника - Индел, Бања Лука 2008, Зборник радова: ISBN 978-99955-46-01-4, стр.192-195
9. Мирослав Лазић, **Драгана Петровић**, Примена система СДНУ у Телекому Српске, ISBN 978-99938-624-2-8, Infoteh Jahorina 2009. Vol. 8, Ref. E-I-24, pp. 456-460
10. Мирослав Лазић, **Драгана Петровић**, Једно решење непрекидног напајања уређаја IT, ISBN 978-99938-624-2-8, Infoteh Jahorina 2009. Vol. 8, Ref. E-I-25, pp. 461-465
11. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Љиљана Живанов, Утицај А/Д конвертора на тачност мерења аналогних величина у СДНУ, ISBN 978-86-80509-65-5 EL2.6-1-4 Etran, Доњи Милановац 2010.
12. Мирослав Лазић, **Драгана Петровић**, Горан Стојановић, Упоредна анализа различитих решења уређаја за непрекидно напајање, 8. Симпозијум Индустриска електроника - Индел 2010, ISBN 978-99955-46-03-8. стр. 68-73.
13. Мирослав Лазић, **Драгана Петровић**, SNMP у систему за даљински надзор и управљање - СДНУ, PEL 7.13 827-830, ISBN 978-86-7466-392-9, 23-25.11.2010. XVIII Телекомуникациони форум Телфор Београд.
14. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић: Систем за даљински надзор и управљање уређајима енергетске електронике (СДНУ) - искуства из експлоатације, ISBN 978-86-80509-65-5, EL2.2-1-4 ETRAN 06-09. jun 2011, Бања Врућица. Награђени рад младог истраживача.
15. **Драгана Петровић**, Мирко Луковић, Горан Радовановић: Даљински надзор и управљање помоћног напајања у објектима Електродистрибуције, ISBN 978-86-82317-69-2, R B4 02 CIGRE Србија Златибор 29.05-03.06.2011.
16. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Бојана Јовановић, Предлог решења организовања даљинског надзора уређаја енергетске електронике на нивоу предузећа, Етран, Златибор, 11-14. јун 2012., ISBN 978-86-80509-67-9, Ref. EL3.5

17. Наташа Станић, Драгана Петровић, Бојана Јовановић, Једно решење примене соларне енергије за осветљење, Етран, Златибор, 11-14. јун 2012., ISBN 978-86-80509-67-9, Ref. EL4.6
18. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Иван Камчијаш, Душко Чарапић, Предраг Урошевић, Детекција проблема у електровучној подстаници ЈП Железнице Србије, 8. Саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије CIRED 2012, ISBN 978-86-83171-17-0, Врњачка Бања 23.-28.09.2012, R-4.24.
19. Мирослав Лазић, **Драгана Петровић**, Мирко Луковић, Драган Јекић, Решење помоћног напајања за трафостаницу TS 35/10 KV/KV "Нови Београд 1", 8. Саветовање о електродистрибутивним мрежама Србије CIRED 2012, ISBN 978-86-83171-17-0, Врњачка Бања 23-28.09.2012, I-1.08.
20. Бојана Јовановић, **Драгана Петровић**, Драган Јекић, Светлана Међо, Еколошко разрешење отпадних батерија и акумулатора- примери Електродистрибуције Београд и Ирител а.д. Београд, ISBN 978-86-82317-69-2, R C3 02, CIGRE Србија, Златибор 26-30.05. 2013.
21. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Бојана Јовановић, Горан Радовановић, Предлог организовања даљинског надзора и управљања помоћног напајања у електродистрибуцијама, ISBN 978-86-82317-69-2, R B4 05, CIGRE Србија, Златибор 26-30.05.2013.
22. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Бојана Јовановић, Зоран Цвејић, Организација преноса података у систему за даљински надзор СДНУ, 57. конференције ETRAN, ISBN 978-86-80509-67-9, Златибор, 3-6. јуна 2013., EL3.6.1-5
23. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Бојана Јовановић, Зоран Цвејић, Подешавање излазних величина исправљачког система, 58. конференција ETRAN, Врњачка бања, 2-5. јун 2014., ISBN 978-86-80509-67-9, EL1.5.1-5,
24. **Драгана Петровић**, Мирослав Лазић, Зоран Цвејић, Милан Јевтић, Марко Тодоровић Програмабилна дистрибуција наизменичног напона, 59. конференција ЕТРАН, Сребрно језеро, 8-11. јун 2015, ISBN 978-86-80509-71-6, EL2.1.1.-5

1.2 Учешће Кандидата на пројектима националног карактера

1. “Корекција фактора снаге као метод повећања ефикасности коришћења електричне енергије” (ознака пројекта 251003). Руководилац пројекта Др Мирослав Лазић, Ирител а.д. Београд. Пројекат финансирали од стране Министарства науке и заштите животне средине Републике Србије у оквиру Националног програма енергетске ефикасности.
2. “Преојектовање и израда електронских и магнетних компоненета, добијених инерционим бризгањем прахова” (ознака пројекта 11014). Руководилац пројекта Др Лазар Лукић, Ирител а.д. Београд. Пројекат финансирали од стране Министарства науке Републике Србије у оквиру Технолошког развоја.
3. Технолошки развој: “Нове конфигурације феритних трансформатора и ЕМИ потискивача за DC/DC конверторе и телекомуникационе модуле” (ознака пројекта TR11023). Руководилац пројекта Др Љиљана Живанов, ФТН Нови Сад. Пројекат финансиран од стране Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије у оквиру Технолошког развоја.

2. ЗНАЧАЈ И ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

2.1 Значај и преглед истраживања

У посљедњих десетак година, веома велику пажњу, како академије (истраживача) тако и индустрије (произвођачи електричне енергије), привлачи кориштење енергије вјетра и сунца. Многе земље свијета усвојиле су стратегије које их обавезују на задати проценат произведене електричне енергије из обновљивих извора у односу на укупно произведену електричну енергију. Данас је примјена енергије вјетра и сунца поготово рас прострањена у руралним и неприступачним подручјима са слабо развијеном електродистрибутивном мрежом, или где она уопште не постоји. С друге стране, савремени телекомуникациони уређаји захтијевају поуздано и континуално истосмјерно напајање и у подручјима без електродистрибутивне мреже. У овом случају, батеријско напајање није довољно, због њиховог вијека трајања и ограниченог капацитета.

Ријешење је у комбинованој примјени обновљивих извора и електрохемијских извора (акумулаторске батерије). Наиме, обновљиви извори, као што су вјетрогенератори и соларни системи нису временски стабилни, и производња електричне енергије из ових извора зависи, не само од годишњих доба, већ и дневних временских услова. Зато се за поуздано напајање користе хибридни енергетски системи, који подразумијевају примјену неког од обновљивих извора у комбинацији са батеријама, или примјени два, или више обновљивих извора.

Један од примарних захтијева сваког хибридног систем напајања јесте што већа енергетска ефикасност (што мањи енергетски губици). Повећање ефикасности коришћења електричне енергије могуће је остварити на два начина:

- повећањем ефикасности у производњи и дистрибуцији електричне енергије и/или,
- повећањем степена корисног дејства у уређајима који користе електричну енергију.

Широко коришћен термин хибридни енергетски систем (HES) описује самостални енергетски систем који комбинује обновљиве и конвенционалне изворе енергије са акумулаторима за складиштење енергије, опремом за напајање и управљачким системом.

Разни хибридни енергетски системи су инсталисани у многим земљама током последње десетици, што је резултовало развоју система који може замијенити конвенционалне изворе енергије за удаљене области у многим примјенама. Истраживања су фокусирана на анализу учинка демонстрационих система и развоју ефикасних енергетских претварача као што су бидирекциони инвертори, јединице за управљање пуњењем батерија као и претварачи на бази MPPT-а (*Maximum power point trackers*) код соларних система напајања. На располагању су разни програми за симулацију, који омогућују оптимално димензионисање хибридних енергетских система.

Технолошки развој хибридних енергетских система је резултат активности у бројним истраживачким областима:

- Напредак у конверзији напона кроз доступност нових, снажних, полупроводничких компоненти, довели су до веће ефикасности, квалитета и поузданости система;
- Развој симулационог софтвера хибридног енергетског система обезбеђује напредак у процесу производње и побољшава ефикасност фотонапонских модула;
- Развој специфичних електронских контролера, који побољшавају рад хибридних енергетских система и смањују трошкове одржавања;
- Развој оловних акумулатора за обновљиве енергетске системе са специфичним циклусима пуњења и пражњења;

- Доступност ефикаснијих и поузданијих конвертора наизмјеничног и једносмјерног напона/струје и
- Развој контролера за хибридне енергетске системе са контролом интеракције различитих компоненти система и контролом протока енергије у систему како би се обезбиједио стабилан и поуздан извор електричне енергије.

Истраживачи често користе метеоролошке податке за студије оправданости и пројектовање хибридног енергетског система. Комбинација соларних панела и вјетрогенератора у хибридном енергетском систему смањује захтјеве у погледу кориштења батерија и дизел агрегата. Изводљивост хибридног енергетског система соларно/вјетро енергије зависи од расположивих података о интензитету сунчевог зрачења и енергије вјетра. Разне студије изводљивости и студије ефективности су дале пројјену о могућности реализације хибридних соларно/вјетро енергетских система. Процјена изводљивости таквог енергетског система може се извести користећи синтетички генерисане временске податке.

У литератури постоје различити модели хибридног система напајања. *Hybrid Solar-Wind System Optimization Sizing* (HSWSO) модел омогућава оптимизацију параметара различитих компоненти хибридног система који се користи за пуњење батерија напајања. HSWSO модел састоји се од три дијела:

- модел хибридног система,
- модел вјероватноће губитака у напајању (*LPSP-Loss of Power Supply Probability*) и
- модел нивоа коштања енергије (*LCE-Levelised Cost of Energy*).

Коришћењем HSWSO модела, може се постићи техничка и економска оптимизација хибридног система обновљивих извора напајања који задовољава дефинисане захтијеве у погледу поузданости система. Студија случаја показује значај HSWSO модела за димензионисање капацитета вјетроелектрана, PV панела и батерије хибридног система.

За различите регионе и локације, разликују се климатски услови, укључујући интензитет соларног зрачења, брзину вјетра, температуру итд. Дакле, постоји нестабилност у производњи електричне енергије из фотонапонских (PV) модула и вјетрогенератора. Да би се ефикасно и економично искористили постојећи ресурси обновљивих избора енергије (вјетра и соларне енергије) и батерија, неопходно је димензионисање хибридног система. Значајно је да се хибридни системи укључе у широк спектар примјена и да се обезбиједе енергетска рјешења са побољшањем енергетске стабилности, повећањем енергетске одрживости, смањењем броја конверзија напона и самим тим побољшањем ефикасности система.

Постоји често више конверзија напона електричног извора, све до напона напајања управљачког система и других уређаја за обраду података. Свака од ових конверзија уводи и мултиплективну неефикасност, те се као посљедица јавља и загријавање уређаја који се користе за напонску конверзију. Многи телекомуникациони објекти користе напајање једносмјерним напоном/струјом и постоји простор за побољшање ефикасности напајања, повећање капацитета резервног напајања и примјену филтара за побољшање квалитета електричне енергије.

Да би се омогућило комбиновано коришћење соларне енергије, енергије вјетра и агрегата као резервног извора напајања, потребно је имати одговарајућу регулацију. Уколико је расположива соларна енергија довољна, а системска батерија је напуњена, нема потребе користити остале изворе енергије. Уколико то није случај (струја којом се празне системске батерије је већа од струје којом се пуне од стране соларних панела) у паралелан рад треба додати други расположиви обновљиви извор енергије.

Дакле, уколико је енергија потребна за рад прикључених потрошача већа од расположиве енергије обновљивих извора, тада се пуштају у паралелан рад резервни

извори енергије (агрегат) и енергија из дистрибутивне мреже, уколико је доступна.

Да би се оствариле све горе наведене функције неопходно је управљати хибридним системом напајања. Управљање је омогућено преко електронских модула за повезивање обновљивих извора и резервног извора енергије. Овакав паралелен рад је могућ примјеном одговарајућих микрорачунара који се налазе у сваком модулу.

Описани систем треба да ради аутоматски, поуздано и са што већом енергетском ефикасности.

2.2 Радна хипотеза са циљем истраживања

Електронски уређај који треба да омогући поуздано повезивање једног или више потрошача са електричним извором, унапријед дефинисаних карактеристика, назива се електрично напајање. Извори енергије могу бити електране које су повезане са крајњим потрошачима преко дистрибутивних система, али и обновљиви извори, електрохемијски извори, итд. Основне карактеристике електричног напајања су стабилност излазне величине и ефикасност. Ефикасност појединачних извора генерално се повећава на два начина:

- Примјеном нових компоненти са мањим губицима као што су: нови феритни материјали, нови материјали у производњи полупроводника, кондензатори са мањом импедансом и сл.
- Развојем нових топологија система напајања које омогућавају већу ефикасност, смањујући губитке при преносу енергије од извора до потрошача.

У принципу, систем електричног напајања састоји се од више извора напајања који су везани редно, паралелно и/или мјешовито. Сваки систем напајања треба да има тачно дефинисане електричне карактеристике и прецизно дефинисану аутономију рада. Основна улога му је да обезбиједи поуздано и ефикасно напајање потрошача.

Кандидат ће своје истраживање усмjerити у неколико праваца:

1. Димензионисање система напајања тако да се максимално искористи расположива енергија из обновљивих извора, без коришћења енергије из електродистрибутивне мреже;
2. Минимизација мултиплекативне неефикасности, што подразумијева организацију система напајања са што мањим бројем конверзија и
3. Приједлог система напајања телекомуникационе опреме из обновљивог примарног извора са оптимизованом енергетском ефикасношћу.

Као резултат истраживања, у докторској дисертацији биће предложен нови концепт система напајања телекомуникационе опреме са минималним губицима и стабилним напајањем на објектима где не постоји електродистрибутивна мрежа.

2.3 Материјал и метод рада

У истраживању ће бити примјењене експерименталне и теоријске методе.

Експериментално ће бити мјерене карактеристике различитих обновљивих извора напајања у паралелном раду. Осим тога мјериће се генерисане кондуктивне сметње у тако формираном енергетском подсиситему. На основу тога ће се дефинисати различити RSO филтри. Такође, биће тестирано предложено рјешење организације напајања телекомуникационог центра са аспекта стабилности енергетског подсистема.

Теоријске методе, које ће бити коришћене, су различити модели и алати развијени у теорији система напајања и теорији филтара.

3. План рада (за експериментална и емпириска истраживања)

Истраживање ће бити организовано у шест фаза.

1. Преглед литературе у којој се налази анализа и практична примјена обновљивих извора напајања, као и примјена хибридних рјешења која користе различите изворе енергије (прва фаза).
2. Анализа квалитета електричне енергије електродистрибутивне мреже и сметњи које утичу на рад потрошача прикључених на електродистрибутивну мрежу. Развој модела RSO филтра за смањење утицаја сметњи из електродистрибутивне мреже на потрошаче (друга фаза).
3. Анализа различитих рјешења организације напајања телекомуникационог центра (трећа фаза).
4. Тестирање примјене предложеног рјешења организације напајања телекомуникационог центра (четврта фаза).
5. Публиковање научних радова у међународним часописима са СЦИ листе, чиме се потврђује остварење научног доприноса и оцењује квалитет остварених истраживачких резултата (пета фаза).
6. Израда и одбрана докторске дисертације у којој ће бити укључени: преглед актуелних истраживања у предметној области, резултати експерименталних и теоријских истраживања и научни доприноси, као и приједлози за нове истраживачке правце у будућности (шеста фаза).

4. Примјена и значај резултата истраживања

Резултат овог рада може имати широку примјену у стационарним и мобилним телекомуникационим центрима. Специјални корисници, као што су војска и полиција, имају велики број објекта за које је веома тешко обезбиједити напајање због неприступачне и удаљене локације. Значај очекиваних резултат истраживања могао би да буде у сљедећем:

1. Смањење енергетских губитака у системима напајања са хибридним изворима који укључују обновљиве изворе енергије;
2. Квалитетно и поздано напајање специјализованих потрошача, што подразумијева и смањење електромагнетних сметњи из дистрибутивне мреже на потрошаче.

5. Преглед литературе

Питање енергетске ефикасности је стратешко питање и за академска и за развојна истраживања. Свјетска литература која обрађује ову проблематику је веома обимна. Кандидат је у својој пријави навео многе референце. Овдје издвајамо, осим неколико радова где је кандидат аутор/коаутор, а који су у вези са предложеном темом, радове свјетских аутора већином из области хибридних система напајања. Дати преглед литературе показује да је предложена тема повећања енергетске ефикасности система напајања свјетски актуелна.

[1] Драгана Петровић, DC UPS са коректором фактора снаге као оптимално решење за непрекидно напајање уређаја IT, Магистарска теза, ФТН Нови Сад, 2011.

[2] R. Schaumann and M. E. Van Valkenburg, *Design of analog filters*. Oxford: Oxford University Press.

[3] Драгана Петровић, Мирослав Лазић, Зоран Цвејић, Бојана Јовановић, Драган Јекић, Организација непрекидног напајања мобилних телекомуникационих објеката, ISBN 978-99938-624-2-8, ENS 1-12, Vol. 13, p. 118-121 Инфотех Јахорина, 2014.

[4] Miroslav Lazić, Dragana Petrović, Zoran Cvejić, Bojana Jovanović, Optimizing use of the alternative energy sources - DC distribution, ISBN 978-86-80509-70-9, 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2014, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2 – 5, 2014. Invited paper. P.p. ELI1.1.1-6

[5] Мирослав Лазић, Драгана Петровић, Зоран Цвејић, Бојана Јовановић, Једно решење примене одрживих извора енергије за напајање телекомуникационих уређаја, ISBN 978-99938-624-2-8, ENS 4-13, Vol. 13, p. 287-292, Инфотех Јахорина, 2014.

[6] Miroslav Lazić, Bojana Jovanović, Nataša Stanić, Boris Aćimović, Application of sustainable energy sources in telecommunication facilities - experiences from exploitation of m:tel Republika Srpska, IX International symposium Industrial electronics - INDEL, Republika Srpska, Banja Luka, 2012, Proceedings, ISBN 978-99955-46-14-4, pp. 184-188

[7] M. Lazić, D. Petrović, M. Skender, S. Sovilj Nikić, The use of microcontrollers in modern solutions of power electronics, X International symposium Industrial electronics - INDEL, Republika Srpska, Banja Luka, 2014, Proceedings, ISBN 978-99955-46-22-9, pp. 52-60

[8] Bansal RC. Automatic reactive power control of wind–diesel hybrid power systems. IEEE Transaction on Industrial Electronics 2006;53(4): 1116–26.

[9] Lund H. Renewable energy strategies for sustainable development. Energy 2007;32:912–9.

[10] Ahmed NA, Miyatake M. A stand-alone hybrid generation system combining solar photovoltaic and wind turbine with simple maximum power point tracking control. IPEMC-IEEE; 2006. p 123–34.

[11] Pragya Nemaa,* , R.K. Nemab, Saroj Rangnekar, A current and future state of art development of hybrid energy system using wind and PV-solar: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 2096–2103.

[12] Hongxing Yang *, Lin Lu, Wei Zhou, A novel optimization sizing model for hybrid solar-wind power generation system, Solar Energy 81 (2007) 76–84.

[13] S. Mekhilef, R. Saidur, A. Safari, A review on solar energy use in industries, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011) 1777–1790

[14] Mills E, Shamshoian G, Blazek M, Naughton P. The business case for energy management in high-tech industries. Energy Effic 2008;1 (1)

[15] DC for data centers: charging up the energy debate. Zero down time magazine; 23 November/December 2007. <<http://www.validusdc.com/> smartsection.item.5/validus-short-subject-movie-on-dc-power.html>.

[16] A. Moreno-Munoz, Juan José González de la Rosa, J.M. Flores-Arias, F.J. Bellido-Outerino, A. Gil-de-Castro, Energy efficiency criteria in uninterruptible power supply selection, Applied Energy 88 (2011) 1312–1321.

[17] K. Tüber, M. Zobel, H. Schmidt, C. Hebling, J. Power Sources 122 (2003) 1–8.

- [18] Hongxing Yang *, Lin Lu, Wei Zhou, A novel optimization sizing model for hybrid solar-wind power generation system, *Solar Energy* 81 (2007) 76–84.
- [19] Pradeep K. Katti_, Mohan K. Khedkar, Alternative energy facilities based on site matching and generation unit sizing for remote area power supply, *Renewable Energy* 32 (2007) 1346–1362.
- [20] Mark A.Delucchi a,n, MarkZ.Jacobson, Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs, and policies, *Energy Policy* 39 (2011) 1170–1190
- [21] Manish Kumar Ghodki, Microcontroller and solar power based electrical energy management system for renewable energy applications, *Electrical Power and Energy Systems* 44 (2013) 852–860
- [22] Yuedong Zhana, Youguang Guob, Jianguo Zhub, Hua Wang, Intelligent uninterruptible power supply system with back-up fuel cell/battery hybrid power source, *Journal of Power Sources* 179 (2008) 745–753.
- [23] Hongxing Yang *, Lin Lu, Wei Zhou, A novel optimization sizing model for hybrid solar-wind power generation system, *Solar Energy* 81 (2007) 76–84.
- [24] Chen YM, Cheng CS, Wu HC. In: Proceedings of IEEE APEC. Grid-connected hybrid PV/wind power generation system with improved dc bus voltage regulation strategy 2006; 1089–94.
- [25] Jain S, Agarwal V. An integrated hybrid power supply for distributed generation applications fed by non conventional energy sources. *IEEE Transactions on Energy Conversion* 2008; 13(4):124–30
- [26] Elhadid MA, Shaahid SM. Role of hybrid (wind + diesel) power systems in meeting commercial loads. *Renew Energy* 2004; 29(1):109–18.
- [27] KhanMJ, Iqbal MT. Pre-feasibility study of stand-alone hybrid energy systems for applications in Newfoundland. *Renewable Energy* 2005; 30(6):835–54.
- [28] Maskey RK, et al. Hydro based renewable hybrid power system for rural electrification. *IEEE Transaction* 2002;12:445–54.
- [29] Senju T, Nakaji T, Uezato K, Funabashi T. A hybrid power system using alternative energy facilities in isolated island. *IEEE Transactions on Energy Conversions* 2005; (2, June):406–14.

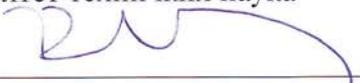
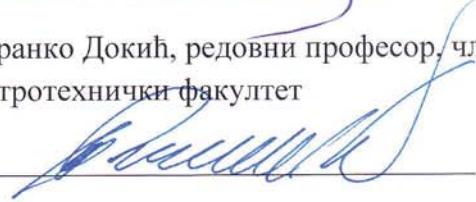
ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

На основу досадашњег научно-истраживачког рада кандидата и постигнутих резултата, Комисија констатује да кандидат mr Драгана Петровић испуњава услове за израду докторске дисертације у складу са Статутом Универзитета и Закона о високом образовању. Тема докторске дисертације је актуелна, представља отворен научни проблем и има практичан значај. Кандидат је већ провео одређена истраживања у области из које је тема докторске дисертације, има значајна практична искуства у овој области, а дио истраживања је публиковао у раду у часопису националног значаја и зборницима међународних научних скупова. Такође, у току рада на докторској дисертацији планирано је и публиковање научних радова у међународним часописима (барем 1 рад у часопису са СЦИ листе), чиме би се потврдио научни допринос рада и квалитет остварених истраживачких резултата.

На основу претходно изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном вијећу Електротехничког факултета Универзитета у Бањој Луци, да се предложена тема "Нови приступ повећању енергетске ефикасности система напајања", прихвати, и да се кандидату mr Драгани Петровић одобри израда докторске дисертације под наведеним насловом.

Новембар 2016. године, Бања Лука, Нови Сад

КОМИСИЈА

1. Др Владимир Катић, редовни професор, предсједник, Универзитет у Новом Саду,
Факултет техничких наука

2. Др Бранко Докић, редовни професор, члан, Универзитет у Бањој Луци,
Електротехнички факултет

3. Др Бранко Блануша, ванредни професор, члан, Универзитет у Бањој Луци,
Електротехнички факултет
