

**ИЗВЕШТАЈ О НАУЧНОЈ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**

**ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

Презиме, име једног родитеља и име	Лале (Саво) Срђан
Датум и место рођења	03.02.1987., Сарајево, Босна и Херцеговина

**Основне студије**

Универзитет	Универзитет у Источном Сарајеву
Факултет	Електротехнички факултет
Студијски програм	Аутоматика и електроника
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике – аутоматика и електроника
Година уписа	2006
Година завршетка	2010
Просечна оцена	9.83

**Магистар студије, магистарске студије**

Универзитет	Универзитет у Источном Сарајеву
Факултет	Електротехнички факултет
Студијски програм	Аутоматика и електроника
Звање	Магистар електротехнике – аутоматика и електроника
Година уписа	2010
Година завршетка	2013
Просечна оцена	10.00
Научна област	Аутоматика и роботика и Електроника и електронски системи
Наслов завршног рада	Реализација и оцјена МРРТ алгоритама у фотонапонском систему напајања

**Докторске студије**

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет у Нишу
Студијски програм	Електроника
Година уписа	2013
Остварен број ЕСПБ бодова	544
Просечна оцена	10.00

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p><b>S. Lale, M. Šoja, S. Lubura, D. Mančić:</b> „Application of <math>P</math> technique on dual current mode control of power electronics converters“, Electrical Engineering, 2017, DOI: 10.1007/s00202-017-0653-9.</p> <p>У овом раду предложена је нова примена <math>P</math> концепта на конвенционалну <i>dual current mode control</i> (DCMC) методу. Представљена је детаљна анализа рада предложене <math>P</math> DCMC методе на примеру двоквадрантног (2Q) спуштача напона, која се може проширити и за било који тип претварача енергетске електронике. Добијени симулациони и експериментални резултати потврђују изведену анализу и показују одличне особине предложеног <math>P</math> DCMC управљања.</p>	M23
	<p>Рад припада научној области докторске дисертације</p> <p style="text-align: center;">ДА      НЕ      ДЕЛИМИЧНО</p>	
2	<p><b>S. Lale, M. Šoja, S. Lubura:</b> „A modified dual current mode control method with an adaptive current bandwidth“, International Journal of Circuit Theory and Applications, 2015, Vol. 44, No. 8, pp. 1494-1513, DOI: 10.1002/cta.2174.</p> <p>У овом раду представљена је нова <i>adaptive dual current mode control</i> (ADCMC) метода, која је настала модификацијом конвенционалне <i>dual current mode control</i> (DCMC) методе увођењем адаптивне ширине између струјних граница. Ново ADCMC управљање има неколико битних предности у односу на DCMC управљање: елиминисана грешка између референтне и средње струје пригушнице, боља динамика унутрашње струјне петље и побољшана робусност на промене улазног напона претварача. Детаљна анализа предложене ADCMC методе извршена је за основне типове DC/DC претварача: спуштач, подизач и неинвертујући спуштач-подизач. Перформансе ADCMC методе тестиране су у симулацијама и експериментима. Добијени резултати потврђују све анализе и валидност ADCMC методе.</p>	M22
	<p>Рад припада научној области докторске дисертације</p> <p style="text-align: center;">ДА      НЕ      ДЕЛИМИЧНО</p>	

3	<p>S. Lubura, M. Šoja, S. Lale, M. Ikić: „Single-phase phase locked loop with DC offset and noise rejection for photovoltaic inverters“, IET Power Electronics, 2014, Vol. 7, No. 9, pp. 2288 - 2299, DOI: 10.1049/iet-pel.2013.0413.</p> <p>У овом раду предложена је унапређена фазно-закључана петља, која се користи за процену параметара мреже. Предложена фазно-закључана петља има способност елиминисања једносмерне компоненте и шума који се могу појавити у измереном напону мреже. Присуство једносмерне компоненте и шума деградира рад фазно-закључаних петљи, тј. онемогућава процену мрежних параметара, што отежава управљање мрежно повезаних претварача. Кључни део предложене фазно-закључане петље је двофазни генератор са уграђеном управљачком структуром за елиминисање једносмерне компоненте и шума. Валидност фазно-закључане петље и њене одличне динамичке особине, које су изражене при скоковитим променама параметара мреже, верификовани су симулационим и експерименталним резултатима.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M22
4	<p>S. Lale, M. Šoja, S. Lubura, D. Mančić, M. Radmanović: „A non-inverting buck-boost converter with an adaptive dual current mode control“, Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics, 2017, Vol. 30, No. 1, pp. 67-80, DOI: 10.2298/FUEE1701067L.</p> <p>У овом раду представљена је имплементација <i>adaptive dual current mode control</i> (ADCMC) методе управљања неинвертујућим спуштачем-подизачем напона. Верификација рада претварача са ADCMC управљањем обављена је у стационарном стању и приликом деловања поремећаја улазног напона и оптерећења претварача. Дати симулациони и експериментални резултати потврђују ефикасност предложене управљачке структуре.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M24
5	<p>O. Bjelica, S. Lale: „A cost effective solution for development environment for data acquisition, monitoring and simulation of PLC controlled applications“, TELFOR Journal, 2014, Vol. 6, No. 1, pp. 75-79.</p> <p>У овом раду предложено је једноставно и јефтино развојно окружење за аквизицију, надгледање и симулацију различитих апликација са програмабилним логичким контролерима. Намена предложеног развојног окружења је симулација у реалном времену процеса, којима управљају програмабилни логички контролери. Перформансе развојног окружења тестиране су на примеру симулатора веш машине и машине за прање посуђа.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M53
6	<p>S. Lale, M. Šoja, S. Lubura: „Unipolar switched bidirectional bridgeless power factor correction boost rectifier with adaptive dual current mode control“, 19<sup>th</sup> International Symposium on Power Electronics - Ee 2017, 2017, No. T4.1-5, pp. 1-6.</p> <p>У овом раду предложена је примена <i>adaptive dual current mode control</i> (ADCMC) методе управљања бидирекционим исправљачем са поправком фактора снаге, са униполарним прекидањем. Дати симулациони резултати показују предности предложене управљачке структуре, пре свега у погледу прецизног одржавања синусног таласног облика средње струје пригушнице исправљача.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
7	<p>S. Lubura, S. Lale, M. Šoja, Č. Milosavljević: „Poređenje performansi jednofaznih SRF-PLL struktura sa DC-SOGI i VS-OSG dvofaznim generatorom za generisanje kvadraturenih signala“, XVI međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, 2017, Vol. 16, pp. 307-312.</p> <p>У овом раду дата је упоредна анализа две различите SRF-PLL (<i>synchronous reference frame - phase locked loop</i>) структуре, једне са DC-SOGI (<i>direct current - second order generalized integrators</i>), а друге са VS-OSG (<i>variable structure - orthogonal signal generator</i>) двофазним генератором. Приказани су симулациони резултати понашања SRF-PLL структуре у усталеним и прелазним режимима. VS-OSG као нелинеарна структура за генерисање четвртстих сигнала показала се као супериорнија, што је и очекивано с обзиром да су SRF-PLL инхерентно нелинеарне структуре.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
8	<p>M. Ristović Krstić, S. Lubura, S. Lale, M. Šoja, M. Ikić, D. Milovanović: „Analysis of discretization methods applied on DC-SOGI block as part of SRF-PLL structure“, XI International Symposium on Industrial Electronics INDEL, 2016, pp. 1-5, DOI: 10.1109/INDEL.2016.7797771.</p> <p>У овом раду представљена је анализа метода дискретизације DC-SOGI (<i>direct current - second order generalized integrators</i>) двофазног генератора, као дела једнофазне SRF-PLL (<i>synchronous reference frame - phase locked loop</i>) структуре, који има способност елиминације једносмерне компоненте и шума уколико се појаве у измереном мрежном напону. Утицај изабраних метода и периода дискретизације на рад добијеног дискретизованог двофазног генератора испитан је у симулацијама.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
9	<p>S. Lale, M. Šoja, M. Ikić, D. Milovanović: „Uпоредна analiza metoda diskretizacije dvofaznog generatora kao dijela jednofazne fazno-zaključane petlje“, XV međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, 2016, Vol. 15, No. ELS-9, pp. 45-50.</p> <p>У овом раду описана је дискретизација конвенционалног двофазног генератора, који представља кључну компоненту једнофазних SRF-PLL (<i>synchronous reference frame - phase locked loop</i>) структура. У аналогној реализацији двофазни генератор се састоји од два аналогна филтра другог реда. С обзиром на огромну употребу дигиталних платформи, потребно је извршити дискретизацију SRF-PLL структуре. У овом раду у први план је истакнута дискретизација двофазног генератора. Анализиран је утицај различитих метода дискретизације и величине периода одабирања. Показано је да се у зависности од изабране методе и периода дискретизације могу појавити грешке у раду двофазног генератора, што има негативне последице на рад остатка SRF-PLL структуре.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
10	<p>M. Lalović, S. Lale, I. Krčmar: „Realizacija upravljačkog okruženja za MPS PA stanicu u Matlab RTWT okruženju“, XV međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, 2016, Vol. 15, No. SUP-1-13, pp. 811-815.</p> <p>У овом раду представљена је реализација развојног окружења за синтезу и верификацију различитих управљачких алгоритама примењених на типичне индустријске процесе. Извршено је повезивање MPS PA (<i>modular process station - process automation</i>) станице и Matlab RTWT (<i>real time windows target</i>) окружења помоћу мултифункционалне улазно-излазне MF 624 картице. Након повезивања, калибрације сензора и актуатора извршена је идентификација MPS PA станице с циљем добијања функције преноса као полазне претпоставке за пројектовање различитих алгоритама управљања који се користе у индустријским системима.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33

	Рад припада научној области докторске дисертације	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	
11	<p><b>S. Lale, M. Šoja, S. Lubura, D. Mančić:</b> „Comparative analysis of different current mode control methods applied on the boost converter“, 18<sup>th</sup> International Symposium on Power Electronics - Ee 2015, 2015, No. T4.1-2, pp. 1-5.</p> <p>У овом раду представљена је упоредна анализа различитих метода струјног управљања примењених на подизачу напона. Тестиране су четири методе струјног управљања: управљање максимумом струје (<i>peak current mode control</i> – PCMC), управљање са пројектованом пресечном тачком (<i>projected cross point control</i> – PCPC), <i>dual current mode control</i> (DCMC) и адаптивно <i>dual current mode control</i> (ADCMC) управљање. Добијени симулациони резултати показују предности и недостатке појединих метода.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
12	<p><b>S. Lale, M. Šoja, S. Lubura:</b> „Performance evaluation of new adaptive dual current mode control of buck converter“, XIV међународни научно-стручни симпозијум Infotech-Jahorina, 2015, Vol. 14, No. ELS-10, pp. 49-54.</p> <p>У овом раду описана је експериментална верификација нове методе струјног управљања, назване <i>adaptive dual current mode control</i> (ADCMC), на примеру спуштача напона. Даги експериментални резултати доказују валидност ADCMC управљања и показују предности у односу на конвенционалну <i>dual current mode control</i> (DCMC) методу, као што су: једнакост између средње и референтне струје пригушнице, побољшана динамика струјне петље и робусност на промене улазног напона претварача.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
13	<p><b>S. Lubura, M. Šoja, S. Lale, M. Ristović, M. Ikić, D. Milovanović:</b> „ADB filterska banka za selektivno eliminisanje viših harmonika u SRF-PLL strukturama“, XIV међународни научно-стручни симпозијум Infotech-Jahorina, 2015, Vol. 14, No. ELS-13, pp. 65-70.</p> <p>У овом раду предложено је коришћење тзв. ADB (<i>adaptive delay bank</i>) филтарске банке која је у основи CDSC (<i>cascaded delayed signal cancellation</i>) структура за селективно елиминисање виших хармоника мреже у SRF-PLL (<i>synchronous reference frame - phase locked loop</i>) структурама. ADB филтарска банка уметнута је у SRF-PLL структуру, што јој даје адаптивност по фреквенцији и пружа предност у односу на једноставне CDSC филтре који су коришћени у PLL структурама као префилтри без особине адаптивности. Математичка анализа и приказане симулације потврдиле су оправданост предложене методе за селективно елиминисање виших хармоника у SRF-PLL структурама.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
14	<p><b>S. Lale, M. Šoja, S. Lubura, M. Radmanović:</b> „Modeling and analysis of new adaptive dual current mode control“, X International Symposium on Industrial Electronics INDEL, 2014, Vol. 10, No. T-02, pp. 73-76.</p> <p>У овом раду предложена је нова <i>adaptive dual current mode control</i> (ADCMC) метода, која представља модификацију конвенционалне <i>dual current mode control</i> (DCMC) методе. Осим описа принципа рада предложене ADCMC методе, у овом раду представљено је извођење „<i>small-signal</i>“ модела и функција преноса спуштача напона са ADCMC управљањем. Спроведене теоријске анализе су верификоване приказаним симулационим резултатима.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
15	<p><b>S. Lale, S. Lubura, M. Šoja, M. Ikić:</b> „A digital design of novel two-phase generator as part of SRF-PLL structure for PV inverters“, XIII међународни научно-стручни симпозијум Infotech-Jahorina, 2014, Vol. 13, No. ELS-6, pp. 24-28.</p> <p>У овом раду описана је једна варијанта дигиталне реализације новог двофазног генератора, као дела једнофазне SRF-PLL (<i>synchronous reference frame - phase locked loop</i>) структуре фотонапонских инвертора. Описана је процедура за извођење функција преноса новог двофазног генератора у дискретном z-домену. Изведене су анализе стабилности и одзива дискретизованог двофазног генератора, које су поткрепљене одговарајућим симулационим резултатима.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
16	<p><b>M. Ikić, M. Šoja, S. Lubura, S. Lale, M. Radmanović:</b> „Novi koncept napajanja sistema javne rasvjete“, XIII међународни научно-стручни симпозијум Infotech-Jahorina, 2014, Vol. 13, No. ENS-2-6, pp. 160-163.</p> <p>У овом раду дат је предлог новог концепта система јавне расвете заснованог на уградњи појединачних обновљивих извора са прихватљивом ценом (конкретно фотонапонског система), способних да на годишњем нивоу произведу и испоруче у мрежу количину енергије еквивалентну датом потрошњи.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
17	<p><b>S. Lale, S. Lubura, M. Šoja:</b> „Comparison of P&amp;O and GSS MPPT algorithms for PV application“, 17<sup>th</sup> International Symposium on Power Electronics - Ee 2013, 2013, No. T.7.1, pp. 1-5.</p> <p>У овом раду представљена је упоредна анализа два алгоритма за праћење тачке максимума снаге (<i>maximum power point tracking</i> - MPPT) фотонапонских модула: стандардни <i>perturb and observe</i> (P&amp;O) алгоритам и нови алгоритам заснован на примени методе „златног пресека“ (<i>golden section search</i> - GSS). Перформансе оба алгоритма су испитане у симулацијама и експериментима.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
18	<p><b>O. Bjelica, S. Lale:</b> „Development environment for monitoring, data acquisition and simulation of PLC controlled applications“, 21<sup>st</sup> Telecommunications Forum TELFOR, 2013, pp. 912-915, DOI: 10.1109/TELFOR.2013.6716379.</p> <p>У овом раду предложено је једноставно и јефтино развојно окружење за аквизицију, надгледање и симулацију различитих апликација са програмабилним логичким контролерима. Предложено развојно окружење је намењено за симулацију у реалном времену различитих процеса, којима управљају програмабилни логички контролери. Предложени систем се састоји од два дела: микроконтролерске плоче за интерфејс између програмабилног логичког контролера и рачунара, и софтверског симулатора (<i>Visual Basic .NET</i> апликација). Перформансе развојног окружења тестиране су експериментално на примеру симулатора веш машине и машине за прање посуђа.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
19	<p><b>S. Lale, S. Lubura, M. Šoja, M. Radmanović:</b> „Realizacija i ocjena MPPT algoritama u fotonaponskom sistemu napajanja“, XII међународни научно-стручни симпозијум Infotech-Jahorina, 2013, Vol. 12, No. ENS-3-4, pp. 225-230.</p> <p>У овом раду развијена су два MPPT (<i>maximum power point tracking</i>) алгоритма: конвенционални P&amp;O (<i>perturb and observe</i>) и алгоритам заснован на примени методе „златног пресека“, који представља нови MPPT алгоритам. Карактеристике оба MPPT алгоритма су испитане и међусобно упоређене кроз симулације и експерименте.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33

20	<p>M. Ikić, M. Šoja, S. Lubura, <b>S. Lale</b>, N. Jovančić: „Principi uštede električne energije sistema javne rasvjete“, XII međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, 2013, Vol. 12, No. ENS-4-3, pp. 271-276.</p> <p>У овом раду дат је преглед принципа на којима се заснива уштеда електричне енергије и повећање ефикасности система јавне расвете базираних како на употреби нових технологија расветних тела, тако и уређаја енергетске електронике и обновљивих извора електричне енергије.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
21	<p>D. Jokić, S. Lubura, <b>S. Lale</b>, D. Lukač: „Encoder signal processing on FPGA platform realized in Matlab/DSP Builder“, 20<sup>th</sup> Telecommunications Forum TELFOR, 2012, pp. 1044 - 1047, DOI: 10.1109/TELFOR.2012.6419389.</p> <p>У овом раду описана је реализација дигиталног склопа за процесирање излазног сигнала инкременталног енкодера на FPGA (<i>field-programmable gate array</i>) платформи. Употребљена је <i>Altera</i> DE2 развојна плоча програмирана помоћу <i>Matlab/DSP Builder</i>-а. Описани су принципи рада инкременталног енкодера, прихватање и процесирање импулса на његовом излазу, с циљем естимације позиције и брзине обртања мотора. Функционалност развијеног склопа верификована је симулационим и експерименталним резултатима.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
22	<p>S. Lubura, M. Šoja, <b>S. Lale</b>, M. Ikić: „Experimental verification of single-phase PLL with novel two-phase generator for grid-connected converters“, EPE-PEMC 2012 ECCE Europe – 15<sup>th</sup> International Power Electronics and Motion Control Conference and Exposition, 2012, pp. DS3f.1-1 – DS3f.1-5, DOI: 10.1109/EPEPEMC.2012.6397367.</p> <p>У овом раду представљена је експериментална верификација једнофазне фазно-закључане петље са новим двофазним генератором, који осим генерисања два четвртаста сигнала неопходна за рад SRF (<i>synchronous reference frame</i>) блока, има важну способност елиминисања једносмерне компоненте и шума, који се често јављају у измереном напону мреже и онемогућавају процес естимације амплитуде, фазе и фреквенције мреже код конвенционалних SRF фазно-закључаних петљи.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
23	<p>M. Ikić, <b>S. Lale</b>, M. Šoja, S. Lubura, M. Radmanović: „Realizacija i primjena višenamjenskog DC/XC pretvarača“, XI međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, 2012, Vol. 11, No. ELS-6, pp. 25-29.</p> <p>Тема овог рада је примена и практична реализација вишенамјenskог DC/XC претварача који може да оствари основне DC/DC и DC/AC претварачке функције. Предложена је уопштена електрична шема DC/XC претварача, као и шеме претварача које произилазе из опште, а реализују одређене претварачке функције.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
24	<p><b>S. Lale</b>, S. Lubura, M. Šoja, M. Ikić: „Analysis of single-phase PLL with novel two-phase generator for grid-connected converters“, 19<sup>th</sup> Telecommunications Forum TELFOR, 2011, pp. 715-718, DOI: 10.1109/TELFOR.2011.6143645.</p> <p>У овом раду изведена је анализа стабилности и одзива у временском и фреквентном домену, новог двофазног генератора, који се користи у једнофазним SRF-PLL (<i>synchronous reference frame - phase locked loop</i>) структурама. За исправан рад и синхронизацију мрежно повезаних претварача неопходно је извршити естимацију основних параметара: амплитуде, фазе и фреквенције мрежног напона. Најчешће се за естимацију ових параметара користе SRF-PLL структуре. У процесу мерења мрежног напона могу се појавити једносмерна компонента и шум на улазу SRF-PLL структуре, који деградирају њен рад. Предложени двофазни генератор има уграђену управљачку петљу за елиминисање једносмерне компоненте и шума, без додавања икаквих екстерних филтара.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
25	<p>M. Šoja, S. Lubura, M. Ikić, <b>S. Lale</b>: „Neke metode za povećanje efikasnosti mikroinvertora“, X međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, 2011, Vol. 10, No. E-VI-7, pp. 874-878.</p> <p>У овом раду приказане су две методе за повећање ефикасности микроинвертора, који се користе у фотонапонским системима напајања. Прва се своди на израду микроинвертора од два паралелно везана претварача са одговарајућом стратегијом укључивања/искључивања, а друга на режим рада са изостављањем импулса при малим снагама. Свака од појединачних метода, а нарочито обједињене, доводе до значајног повећања ефикасности.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
26	<p>M. Šoja, S. Lubura, <b>S. Lale</b>: „MPPT metode za solarne panele“, IX međunarodni naučno-stručni simpozijum Infoteh-Jahorina, 2010, Vol. 9, No. E-V-20, pp. 787-791.</p> <p>У овом раду описане су две методе које се могу користити за праћење максималне снаге фотонапонских модула. Једна од њих је познати и једноставни „<i>perturb and observe</i>“ алгоритам, који се заснива на аутоматском подешавању фактора испуне прекидачких импулса DC/DC претварача, чиме се радна тачка доводи у положај максималне снаге фотонапонског модула. Друга метода се заснива на примени континуалног клизног режима. Перформансе поменутих алгоритама, модели фотонапонских модула и DC/DC претварача тестирани су симулацијама у <i>Matlab/Simulink</i> окружењу. Из добијених симулационих резултата уочавају се битне разлике између метода, као и предности и недостаци сваке од њих.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
27	<p><b>S. Lale</b>, M. Šoja, S. Ajkalo, O. Bjelica, D. Jokić: „Primjena kliznog režima sa konstantnom prekidačkom učestanošću u praćenju maksimalne snage solarnih panela“, VIII Simpozijum industrijska elektronika INDEL, 2010, Vol. 8, No. TO-8, pp. 312-316.</p> <p>У овом раду описан је поступак праћења максималне снаге (<i>maximum power point tracking</i> - MPPT) фотонапонских модула заснован на употреби клизног режима са константном прекидачком учестаношћу. Посматра се MPPT систем кога чине три дела: фотонапонски модул, подизач напона са отпорним потрошачем и MPPT клизни контролер. Недостатак класичног управљања претварачима енергетске електронике помоћу клизног режима, који се огледа у променљивој прекидачкој учестаности, може се отклонити описаним управљачким алгоритмом. Перформансе представљеног MPPT алгоритма у различитим условима рада верификоване су кроз симулације у <i>Matlab/Simulink</i>-y.</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33
28	<p>O. Bjelica, <b>S. Lale</b>, M. Lalović: „RFID kontrola pristupa“, 15<sup>th</sup> International Symposium on Power Electronics – Ee 2009, 2009, No. EE4-1.3, pp. 1-4.</p> <p>У овом раду дат је опис једног реализованог RFID (<i>radio frequency identification</i>) система, који се користи за контролу улаза особа у просторију. Главни део реализованог система је електронски склоп са микроконтролером PIC18F4550, који је повезан са RFID читачем и који на основу испитивања валидности кода очитане картице одлучује о</p>	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО	M33

	откључавању електричне браве на улазу просторије.			
	Рад припада научној области докторске дисертације	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО
29	S. Lubura, S. Lale, B. Novaković, M. Ristović Krstić, M. Šoja, M. Ikić: „Eksperimentalna verifikacija uticaja metoda diskretizacije na rad dvofaznog generatora kod SRF-PLL struktura“, 60. Konferencija za elektroniku, telekomunikacije, računarstvo, automatiku i nuklearnu tehniku ETRAN, 2016, pp. EL1.4.1-6. У овом раду дата је експериментална верификација утицаја изабраних метода дискретизације и периода одабирања на перформансе двофазног генератора код једнофазних SRF-PLL ( <i>synchronous reference frame - phase locked loop</i> ) структура.			M63
	Рад припада научној области докторске дисертације	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО
30	M. Ikić, S. Lubura, M. Šoja, S. Lale, S. Vasković: „Hibridni sistem napajanja“, 2. međunarodna naučna konferencija COMETA, 2014, pp. 219-226. У овом раду дата је анализа рада и исплативости једног хибридног система напајања моделованог у софтверском пакету HOMER. Хибридни системи напајања налазе све већу примену у свакодневном животу, првенствено из разлога што се човечанство окреће експлоатисању обновљивих извора енергије, као и због смањења резерви фосилних горива на којима се већина произведене електричне енергије заснива. Хибридни систем напајања у најопштијем облику обухвата следеће компоненте: фотонапонски систем, ветрогенератор, дизел агрегат, систем за складиштење енергије (акумулаторске батерије), мрежни прикључак, као и претвараче преко којих се врши претварање електричне енергије и напајање потрошача.			M63
	Рад припада научној области докторске дисертације	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО
31	M. Šilj, S. Lubura, M. Šoja, S. Lale: „Procjena iskoristivosti solarne i energije vjetrova“, Naučno-stručni simpozijum Energetska efikasnost – ENEF, 2013, pp. A1 (18-23). У овом раду су анализирани и обрађени мерени подаци о два типична обновљива извора енергије: соларне и енергије ветра. Експериментални подаци добијени су уз помоћ мерно-аквизиционог система постављеног на крову Електротехничког факултета у Источном Сарајеву. Израђено је и графичко корисничко окружење у програмском пакету Matlab за анализу и презентацију информација везаних за поједине метеоролошке појаве од интереса.			M63
	Рад припада научној области докторске дисертације	ДА	НЕ	ДЕЛИМИЧНО

**НАПОМЕНА:** уколико је кандидат објавио више од 5 радова, додати нове редове у овај део документа

### ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА КАНДИДАТА ЗА ПОДНОШЕЊЕ ЗАХТЕВА ЗА ОДОБРАВАЊЕ ТЕМЕ

<b>Кандидат испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета да поднесе захтев за одобравање теме докторске дисертације</b>	ДА	НЕ
На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације, покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације и изборе у звања наставника на Електронском факултету у Нишу, бр. 07/03-039/17-001 од 01.12.2017. год., установљено је да кандидат дипл. инж. Срђан Лале <b>ИСПУЊАВА</b> предвиђене критеријуме за покретање поступка за одобрење теме докторске дисертације. Наиме, на основу завршених студија за стицање VII-1 степена стручне спреме кандидат је остварио 300 ЕСПБ. На основу положених испита на докторским студијама, у складу са чланом 7. Правилника о докторским студијама Факултета, кандидат је остварио 60 ЕСПБ. На основу научноистраживачког рада, у складу са чланом 7. Правилника о докторским студијама Факултета, кандидат је остварио укупно 544 ЕСПБ, од тога 46 као првопотписани аутор. На основу члана 8. Правилника о докторским студијама Факултета, кандидат испуњава услов од 390 ЕСПБ, а од тога 10 као првопотписани аутор, па је Комисија предложила покретање поступка за одобрење теме докторске дисертације.		

### ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА МЕНТОРА

Име и презиме, звање	Драган Манчић, редовни професор
Ужа научна област за коју је изабран у звање	Електроника
Датум избора	27.2.2013.
Установа у којој је запослен	Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу, ул. Александра Медведева 14, 18000 Ниш
Е-пошта	dragan.mancic@elfak.ni.ac.rs

### Најзначајнији радови ментора из научне области којој припада тема докторске дисертације

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	Srdan Lale, Milomir Šoja, Slobodan Lubura, <b>Dragan Mančić</b> : „Application of P technique on dual current mode control of power electronics converters“, Electrical Engineering, 2017, DOI: 10.1007/s00202-017-0653-9.	M23
2	Uglješa Jovanović, <b>Dragan Mančić</b> , Igor Jovanović, Zoran Petrušić: „Temperature measurement of photovoltaic modules using non-contact infrared system“, Journal of Electrical Engineering & Technology, 2017, vol. 12, no. 2, pp. 904-910.	M23
3	Marjan Blagojević, Uglješa Jovanović, Igor Jovanović, <b>Dragan Mančić</b> : „Folded bus bar current transducer based on Hall effect sensor“, Electrical Engineering, 2017, DOI: 10.1007/s00202-017-0579-2.	M23
4	Aneta Prijić, Zoran Prijić, Biljana Pešić, Dragan Pantić, Stojan Ristić, <b>Dragan Mančić</b> , Zoran Petrušić: „Design and optimization of s-type thermal cutoffs“, IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies; IEEE Components, 2008, vol. 31, no. 4, pp. 904-912.	M21
5	Marjan Blagojević, Uglješa Jovanović, Igor Jovanović, <b>Dragan Mančić</b> , Radivoje S. Popović: „Realization and optimization of the bus bar current transducers based on Hall effect sensors“, Measurement Science and Technology, June 2016, vol. 27, no. 6, paper no. 065102 (11pp).	M21

<b>Ментор испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета</b>	ДА	НЕ
Сагласно стандардима за акредитацију докторских студија на Електронском факултету у Нишу и Правилника о докторским студијама Универзитета у Нишу, ментор испуњава све услове.		

### ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ

Предлог наслова теме докторске дисертације	Нове методе струјног управљања претварачима енергетске електронике
Научно поље	Техничко-технолошке науке

Научна област	Електротехничко и рачунарско инжењерство
Ужа научна област	Електроника
Научна дисциплина	

## 1. Предмет научног истраживања (до 800 речи)

Предмет научног истраживања ове докторске дисертације је реализација и примена нових метода струјног управљања претварачима енергетске електронике, са побољшаним перформансама у односу на постојеће методе.

Познат је велики број различитих метода управљања претварачима енергетске електронике (претварачима), које се грубо могу поделити у две групе: напонско и струјно управљање. Струјно управљање претварачима је у последње време постало веома популарно због бројних предности у односу на напонско управљање, као што су: побољшана динамичка својства услед смањења реда функција преноса претварача (пригушница практично елиминисана из функција преноса), инхерентно уграђена прекострујна заштита, повећана робусност на поремећаје улазног напона, једноставније паралелно повезивање претварача, итд.

За разлику од напонског управљања, код кога постоји једна управљачка петља, струјно управљање садржи две управљачке петље: спољашња напонска петља, којом се регулише излазни напон претварача; унутрашња струјна петља, која на основу мерења струје пригушнице претварача формира напонски контролисани струјни извор, односно обезбеђује праћење референтне струје која се добија на излазу напонске петље.

Примарни захтев код струјног управљања је да средња вредност струје пригушнице претварача на сваком прекидачком периоду буде једнака референтној струји – идеално струјно управљање. Постоје конвенционалне методе, као што су управљање средњом струјом (*average current mode control*) и хистерезно струјно управљање (*hysteresis current mode control*), које остварују једнакост средње и референтне струје, али уз деградацију неких других важних особина. Управљање средњом струјом то не постиже на сваком прекидачком периоду и има лоше динамичке особине, док хистерезно струјно управљање ради са променљивом прекидачком фреквенцијом.

Постојање грешке између средње и референтне струје нарушава једну од најбитнијих предности струјног управљања, а то је побољшана динамика као резултат смањења реда функција преноса претварача. Осим тога, овај недостатак се може негативно одразити нарочито на рад претварача код којих је веома значајно остварити прецизно праћење референтне струје, као што су исправљачи са поправком фактора снаге (*power factor correction –PFC*) и инвертори.

Све методе струјног управљања се могу груписати у методе са константном или променљивом прекидачком фреквенцијом. Потреба за константном прекидачком фреквенцијом је знатно израженија у пракси, из више разлога: једноставније пројектовање улазних ЕМИ (електромагнетска интерференција) и излазних филтара претварача, мањи прекидачки губици, итд. Према томе, у овој докторској дисертацији биће највише посвећено пажње методама струјног управљања са константном прекидачком фреквенцијом.

Постоји неколико основних метода струјног управљања са константном прекидачком фреквенцијом, са великим бројем модификација. Не постоји метода струјног управљања која је по свим критеријумима боља од осталих, све имају и предности и недостатке, па је развој нових метода са побољшаним карактеристикама и даље велики изазов и актуелна истраживачка област. У прилог томе сведоче и бројне значајне научне публикације које се баве овом проблематиком, а које се у континуитету појављују у истакнутим светским научним часописима. Нарочито је изражена тежња ка остварењу идеалног струјног управљања, код кога је елиминисана разлика између средње вредности струје пригушнице и референтне струје.

У оквиру ове докторске дисертације биће предложене нове методе струјног управљања са константном прекидачком фреквенцијом, које представљају екстензије и унапређења конвенционалне *dual current mode control* (DCMC) методе. DCMC природно обједињује две класичне методе струјног управљања са константном прекидачком фреквенцијом: управљање максимумом струје (*peak current mode control* - PCMC), за факторе испуне мање од 0.5, и управљање минимумом струје (*valley current mode control* - VCMC), за факторе испуне веће од 0.5. С обзиром да PCMC и VCMC методе обезбеђују стабилан рад претварача без појаве субхармонијских осцилација за факторе испуне мање од 0.5 и веће од 0.5, респективно, применом DCMC методе омогућава се стабилан рад претварача за цели опсег промене фактора испуне, без употребе компензационе рампе. Ова изузетна особина DCMC методе омогућава њену примену на практично све типове претварача: DC/DC, DC/AC, PFC исправљачи, итд. Истовремено, све одличне особине PCMC и VCMC метода, као што су константна прекидачка фреквенција, добра динамика и једноставна реализација, су очуване.

Недостатак PCMC, VCMC и DCMC метода је одступање између средње вредности струје пригушнице и референтне струје. Разлог одступања код DCMC методе је у чињеници да предефинисана фиксна разлика између горње и доње границе с којим се пореди струја пригушнице мора бити већа или једнака највећој таласности струје пригушнице.

Један од начина за превазилажење наведеног недостатка DCMC методе, који ће бити предложен у овој дисертацији, је увођење адаптивне ширине између струјних граница, приближно једнаке тренутној таласности струје пригушнице, чиме се добија нова метода названа *adaptive dual current mode control* (ADCMC). ADCMC се понаша као адаптивно хистерезно струјно управљање са константном прекидачком фреквенцијом, при чему не постоји проблем одржавања константне фреквенције.

Други предложени начин за унапређење DCMC методе је примена тзв.  $I^2$  концепта, који подразумева увођење додатног унутрашњег струјног компензатора у DCMC структуру. Резултат је нова  $I^2$  DCMC метода, код које би се истовремено остварило прецизно праћење референтне струје и одлична динамика.

У овој дисертацији биће упоређене предложене ADCMC и  $I^2$  DCMC методе са најактуелнијим методама струјног управљања познатим у литератури, по критеријумима које диктирају практична искуства и стандарди, с циљем квалитативног вредновања појединих метода и доказивања предности које ће бити остварене увођењем нових управљачких метода.

## 2. Усклађеност проблематике са коришћеном литературом (до 200 речи)

Литература наведена у захтеву за одобравање теме докторске дисертације је у потпуности усаглашена са проблематиком која ће бити разматрана. Наведен је већи број значајних радова објављених у истакнутим међународним научним часописима који се баве сличним проблемима из области докторске дисертације. Они представљају добру основу за наставак истраживања и остваривање очекиваних резултата.

## 3. Циљеви научног истраживања (до 500 речи)

Примарни циљ научног истраживања ове докторске дисертације јесте проналажење нових метода струјног управљања претварачима енергетске електронике, са константном прекидачком фреквенцијом и са побољшаним карактеристикама у односу на постојеће методе познате у пракси. Нове предложене методе требају да задовоље следеће важне захтеве:

- константна прекидачка фреквенција,
- универзалност, тј. применљивост на све типове претварача,
- стабилан рад претварача за цели опсег фактора испуне (без појаве субхармонијских осцилација),
- једнакост средње струје пригушнице претварача и референтне струје на сваком прекидачком периоду,
- одлично понашање унутрашње струјне петље у прелазним режимима, тј. одлична динамичка својства,
- прецизно праћење таласних облика референтне струје,
- робусност на различите поремећаје, као што су промене улазног напона, оптерећења, итд.

Развој нових метода струјног управљања треба да допринесе побољшању и оптимизацији карактеристика претварача у различитим

применама и радним режимима. Изградња квалитетних струјних извора је од изузетног значаја у многим актуелним применама претварача, као што су обновљиви извори електричне енергије, напајање LED сијалица, електрична возила, побољшање квалитета електричне енергије, итд.

Према томе, циљ побољшања квалитета струјног управљања јесте омогућавање ефикаснијег и поузданијег рада различитих уређаја енергетске електронике, без обзира на топологије тих уређаја. Такође, помоћу нових предложених метода струјног управљања могуће је остварити и специфичне примене постојећих, али и будућих топологија претварача.

Секундарни циљ истраживања је изградња прототипа вишенаменског претварача, који може обављати функције различитих типова једно/двоквадрантних DC/DC претварача (спуштач, подизач, спуштач-подизач), али и радити као четвороквадрантни DC/DC, DC/AC и/или AC/DC претварач, са флексибилним дигиталним управљачким хардвером на коме ће бити извршена експериментална верификација предложених метода струјног управљања. Такође, битна одлика управљачког хардвера ће бити модуларност, како би се имплементација предложених управљачких метода могла прилагодити различитим типовима претварача.

#### 4. Очекивани резултати, научна заснованост и допринос истраживања (до 200 речи)

У складу са постављеним циљевима научног истраживања, у току израде ове докторске дисертације очекују се следећи резултати:

- Развој нових метода струјног управљања,
- Развој и генерализација математичких модела предложених управљања примењених на различите типове енергетских претварача,
- Израда и генерализација процедуре за пројектовање спољашње напонске петље,
- Реализација прототипа вишенаменског претварача способног за обављање различитих претварачких функција, на којем ће бити тестирана управљања,
- Реализација дигиталног управљачког хардвера на бази предложених метода струјног управљања, способног да управља великим бројем различитих типова претварача.

Очекује се да ће развијене нове методе имати предности и побољшане перформансе у односу на постојеће методе, што ће бити верификовано тестирањем рада развијених метода струјног управљања и поређењем са другим релевантним струјним управљањима, на различитим типовима претварача.

Добијени резултати истраживања биће публиковани у релевантним научним часописима и на конференцијама.

#### 5. Примењене научне методе (до 300 речи)

Током сваке фазе истраживања биће примењене одговарајуће, примерене, научне методе, и то:

- Прикупљање, систематизација и анализа постојећих знања у датој области,
- Математичка анализа и моделовање постојећих и нових предложених метода струјног управљања различитим типовима претварача у карактеристичним режимима, као и симулација њиховог рада у програмском пакету Matlab/Simulink,
- Утврђивање квантитативно-квалитативних критеријума за непристрасно поређење постојећих и нових метода струјног управљања, на бази одговарајућих техничких стандарда и позитивне праксе,
- Пројектовање и реализација експерименталне платформе (вишенаменски претварач, дигитални управљачки модул, мерно-аквизициони модул),
- Експериментална верификација,
- Валидација добијених практичних резултата поређењем са сличним, актуелним решењима.

Добијени симулациони и експериментални резултати биће међусобно упоређени с циљем валидације спроведених теоријских анализа и моделовања свих компоненти развијеног система управљања. Како би се сагледали различити ограничавајући фактори, као што су кашњења, шумови, брзина процесирања дигиталних сигнала, итд., који у пракси могу утицати на рад уређаја, у симулацијама и експериментима ће бити анализиран и утицај таквих реалних параметара.

Предложена тема се прихвата неизмењена	<b>ДА</b>	<b>НЕ</b>
Конечан наслов теме докторске дисертације	Нове методе струјног управљања претварачима енергетске електронике	

#### ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)



На основу увида у вишегодишњи рад кандидата, приложену документацију и списак објављених радова закључујемо да кандидат дипл. инж. Срђан Лале испуњава све формалне услове за одобрење предложене теме за израду докторске дисертације у складу са Законом о високом образовању, Статутом Електронског факултета и Правилником о докторским студијама.




Предложена тема је актуелна, како са научног становишта, тако и са становишта практичне примене. Комисија сматра да постоје реални услови да кандидат у даљем истраживању може успешно реализовати постављене захтеве и добити нове научне резултате.

На основу поднетог образложења теме, досадашњих резултата и биографије кандидата, а имајући у виду актуелност проблематике, научну заснованост и оригиналност предложене теме докторске дисертације, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да се кандидату дипл. инж. Срђану Лалету **ОДОБРИ** израда докторске дисертације под насловом „Нове методе струјног управљања претварачима енергетске електронике“.

#### ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Број одлуке ННВ о именовану Комисије	НСВ за ТТ науке број 8/20-01-001/18-033 и ННВ ЕФ број 07/03-039/17-002
Датум именовања Комисије	НСВ за ТТ науке 15.01.2018. год. и ННВ ЕФ 21.12.2017. год.

Р. бр.	Име и презиме, звање		Потпис
1.	Др Драган Манчић, редовни професор	председник, ментор	
	Електроника (Научна област)	Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	
2.	Др Бранислав Петровић, редовни професор	члан	
	Електроника (Научна област)	Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	

3.	Др Миломир Шоја, ванредни професор Електроника и електронски системи (Научна област)	Електротехнички факултет у Источном Сарајеву (Установа у којој је запослен)	члан	
4.	Др Слободан Лубура, ванредни професор Аутоматика и роботика (Научна област)	Електротехнички факултет у Источном Сарајеву (Установа у којој је запослен)	члан	
5.	Др Горан Станчић, доцент Електроника (Научна област)	Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	члан	

**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ  
У НИШУ**

Датум и место:

08.02.2018. год. у Нишу

Примљено 08.02.2018.
Број
07/05-013/18-001