

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Дарка Врачара

Одлуком бр. 1820 од 16.12.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Дарка Врачара под насловом

„Претварач са активним одсијецањем вршног напона прекидача као помоћно напајање примарне стране система за бежично индуктивно пуњење батерија електричних аутомобила”.

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- 26.12.2007. На Електротехничком факултету, Универзитета у Београду, кандидат мр Дарко Врачар одбранио је магистарски рад под називом „Пројектовање дигиталног погонског контролера за управљање трофазним моторима” и тиме стекао академски назив магистра електротехничких наука за област Енергетски претварачи и погони.
- 04.11.2020. Кандидат мр Дарко Врачар уписао је докторске академске студије (ДАС) на Електротехничком факултету, Универзитета у Београду — модул Енергетски претварачи и погони (ЕПП).

- 05.05.2021. На предлог Катедре за ЕПП, број протокола 664. од 29.04.2021. године, Комисија за студије трећег степена је одобрила признавање испита са магистарских студија као дела обавеза на уписаним ДАС у обиму од 60 ЕСПБ. Овим је кандидат одрадио све обавезе у вези полагања испита на уписаним ДАС.
- 05.05.2022. Кандидат мр Дарко Врачар пријавио је тему за израду докторске дисертације под насловом „Претварач са активним одсијецањем вршног напона прекидача као помоћно напајање примарне стране система за бежично индуктивно пуњење батерија електричних аутомобила”. За ментора је предложен др Предраг Пејовић, редовни професор.
- 10.05.2022. Комисија за студије трећег степена разматрала је предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије о оцени подобности теме и кандидата упутила Наставно-научном већу (ННВ) на усвајање.
- 14.06.2022. На 874. седници ННВ је именovalo Комисију о оцени услова и прихватању теме докторске дисертације (одлука бр. 5036/20-1 од 23.06.2022. године) у саставу:
- др Богдан Брковић, доцент, Електротехнички факултет у Београду
 - др Жељко Деспотовић, научни саветник, Институт Михајло Пупин, Београд
 - др Томислав Шекара, редовни професор, Електротехнички факултет у Београду.
- 28.06.2022. Кандидат је на јавној усменој одбрани предложене теме докторске дисертације (докторски испит) добио оцену „задовољно”.
- 13.09.2022. На 876. седници ННВ је усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (одлука бр. 5036/20-2 од 19.09.2022. године).
- 10.10.2022. Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (одлука бр. 61206-4049/2-22 од 10.10.2022. године).
- 24.11.2022. Кандидат мр Дарко Врачар предао је докторску дисертацију на преглед и оцену.
- 29.11.2022. Комисија за студије трећег степена потврдила је испуњеност потребних услова за подношење предлога ННВ Електротехничког факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.
- 06.12.2022. На 880. седници ННВ је именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (одлука бр. 1820 од 16.12.2022. године) у саставу:
- др Томислав Шекара, редовни професор, Електротехнички факултет у Београду.
 - др Богдан Брковић, доцент, Електротехнички факултет у Београду
 - др Жељко Деспотовић, научни саветник, Институт Михајло Пупин, Београд

1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидата мр Дарка Врачара припада научној области Техничке науке — Електротехника, ужа научна област Енергетски претварачи и погони — Енергетска електроника. За ментора дисертације одређен је др Предраг Пејовић, редовни професор

Електротехничког факултета Универзитета у Београду, због истакнутих доприноса у ужој научној области Енергетска електроника.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Дарко Ђ. Врачар је рођен 1975. године у Кључу, СР БиХ, СФРЈ. Основну школу је завршио у Г. Рибнику 1990. године као носилац дипломе „Митар Трифуновић Учо“, а средњу Електротехничку школу је завршио 1994. године као најбољи ђак Средњошколског Центра „Лазар Ђукић“, Кључ. По одслужењу војног рока у Војсци Републике Српске започео је студије на Електротехничком факултету у Београду новембра 1995. године. Дипломирао је у септембру 2000. године на смеру „Енергетски претварачи и погони“ са просечном оценом 8,79 као најбољи студент Енергетског одсека за 2000. годину. Дипломски рад: „Савремени трендови напонских транзисторских PWM инвертора“, оцена 10. Исте године је започео постдипломске студије на Електротехничком факултету у Београду. Магистрирао је децембра 2007. године на смеру Енергетски претварачи и погони са просечном оценом 10. Магистарски рад: „Пројектовање дигиталног погонског контролера за управљање трофазним моторима“.

Паралелно са магистарским студијама започео је рад у привреди новембра 2000. године. Од јануара 2001. године до јануара 2009. године радио је на пословима монтаже и одржавања система напајања телекомуникационих уређаја и уређаја за обраду података у Пупин Телекому, Мобтелу и Теленору. Поседује лиценце 350 и 450 за пројектовање и изградњу електричних инсталација ниског и средњег напона.

Од фебруара 2009. године ради у Немачкој на пословима развоја склопова енергетске електронике. Учествовао је у развоју неколико соларних инвертора серије *Solivia* компаније *Delta Energy Systems* и неколико прекидачких напајања серије CP-C.1 компаније АВВ. Опсег снага уређаја, на којима је радио, а који се налазе у примени широм света су од 120 W до 11 kVA. Радио је и у истраживачком центру предузећа *Huawei Technologies* на напајању 5G радио базних станица. У досадашњој каријери испројектовао је и неколико помоћних напајања и напајања драјвера у поменутиим предузећима што се уклапа са темом дисертације. Тренутно је запослен у предузећу *Brusa Elektronik* на позицији *Senior Staff* инжењер. Члан је тима који развија систем за бежично индуктивно напајање батерија електричних аутомобила. Поседује 2Е, 3Е и TÜV сертификате неопходне за пројектовање и рад са склоповима који се користе у електричним возилима. Током 22 године радног искуства у индустрији стекао је и искуство као руководиоца пројеката имплементације, развоја и истраживања.

Аутор је 12 научних радова, од којих су 11 из области енергетских претварача и погона, а један из дигиталне обраде сигнала. Списак је дат у библиографији и на свима је или први или једини аутор. Додатно, поседује и међународни патент (M91) из енергетских претварача. Одржао је једно предавање по позиву (*keynote speech*) и предавање (*tutorial*) на симпозијумима из енергетске електронике. Активан је и као рецензент часописа *Electronics*.

Члан је следећих IEEE друштава: *Industry Applications*, *Industrial Electronics* и *Power Electronics*, као и организације ЕСРЕ (*European Centre for Power Electronics*). Говори енглески, немачки и руски језик.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација написана је на српском језику, ијекавским изговором и ћириличким писмом. Има 107 страна које се броје (укупно 130), 182 референце, 90 слика, 19 табела и 19 једначина.

Дисертација садржи насловне стране на српском и енглеском језику, страницу са подацима о ментору и члановима Комисије, захвалнице на српском и енглеском језику, сажетке на српском и енглеском језику, садржај, спискове слика и табела, листу акронима, пет основних поглавља, списак референци, биографију и библиографију аутора, необавезне изјаве (на енглеском језику) и обавезне изјаве у прилогу. Основна поглавља су: 1. Увод, 2. *Active-clamped flyback dc-dc* претварач, 3. Симулације на рачунару, 4. Експериментални резултати и дискусија, и 5. Закључак.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу прво је дат шири преглед литературе у вези бежичног индуктивног пуњења (*inductive charging systems* – ICS) батерија електричних возила (ЕВ) и уочене су главне области истраживања. Затим је анализирано стање на тржишту ЕВ и бежичних индуктивних пуњача. Пошто је утврђено да се нико није бавио помоћним напајањима таквих система то је била и идеја за истраживачки рад у овој дисертацији. Даље су детаљно представљени предмет, циљ и значај истраживања као и зашто је претварач са активним одсецањем вршног напона прекидача (*active-clamped flyback dc-dc converter* – АСФ) одабран за топологију помоћног напајања примарне стране бежичног индуктивног пуњача батерија ЕВ. Затим су дати анализа литературе и полазне хипотезе истраживања у вези одабраног претварача са графичким приказима броја и типа објављених чланака. Додатно, наведени су тренутни фокус истраживача као и главне необрађене теме у вези АСФ претварача. Даље је дат преглед метода истраживања и кратка структура дисертације. Поглавље је закључено табеларним приказом објављених научних радова директно проистеклих приликом рада на дисертацији и одговарајућа статистика (број цитата и прегледа истих).

Друго поглавље детаљно представља АСФ претварач. Прво је дат преглед управљачких интегрисаних кола за њега и разлози за избор NCP1568 контролера. Затим је анализирана архитектура напајања, дата спецификација претварача и објашњен принцип рада. Даље су обрађени пројектовање и спецификација високофреквентног трансформатора, тј. спрегнутих пригушница, а посебна пажња је посвећена мерењима индуктивности магнетнећа и расипне индуктивности. Треба истаћи да су испројектована три различита АСФ претварача (два по 57 W и један 13 W) и неколико различитих трансформатора за 57 W. Специфичност пројектовања претварача за ICS систем огледа се у томе што претварач има различита оптерећења на излазима и различите опсеге улазног напона зависно од тога да ли систем ради у преносу енергије (тј. пуњење батерије ЕВ) или је у режиму приправности. Затим су објашњени избор кључних компоненти и изазови у вези истих, и дат је предлог спецификације будућих управљачких кола подесних за ICS примену. Потом је детаљно обрађено активно одсецање вршног напона прекидача као и прекидање при нултом напону. Поглавље се завршава детаљима пројектовања регулатора.

Треће поглавље представља резултате симулација у програму SIMPLIS. У временском домену анализирана су два претварача 57 W са трансформаторима индуктивности магнетнећа 400 μH и 600 μH , и дато је поређење истих. Даље је представљено и анализирано понашање претварача при динамичкој промени оптерећења на излазу. Поглавље је завршено анализом у фреквентном домену, тј. приказани су Бодеови дијаграми.

У четвртном поглављу дати су детаљни експериментални резултати. Извршена је критичка анализа истих и упоређени су са резултатима симулација. Прво су дате карактеристике штампане плоче и фотографије направљених претварача. Такође, дат је и детаљан списак коришћене мерне опреме и уређаја као и списак комерцијалних програма коришћених током развоја. Резултати укључују следеће ставке: таласне облике напона и струја на примарној страни; степене корисног дејства у зависности од оптерећења, индуктивности магнетнећа и улазног напона; промена прекидачке учестаности и вршног

напона прекидача; губитке услед циркулишуће енергије; мерења температура; понашање при кратким спојевима; управљачке аспекте (Бодеве дијаграме са променама истих у пуном опсегу оптерећења, унакрсну регулацију, динамичко оптерећење); поређења са конвенционалним *flyback* и квази-резонантним *flyback* претварачима (простор, цена, степен корисног дејства и Бодеве дијаграме); мерења електромагнетских емисија.

Пето поглавље сумира шта је све обрађено у дисертацији. Прво је дат преглед научних доприноса. Затим су објашњени практична примена и ограничења студије. На крају су дати могући правци будућих истраживања.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата мр Дарка Врачара припада области прекидачких напајања, тј. једносмерно-једносмерних претварача (*dc-dc converters*). АСФ претварач је познат већ 30 година, али је интересовање у научно-истраживачким круговима нагло порасло тек у последњих шест година о чему сведочи податак о објављених 70-ак радова у том периоду. АСФ претварач је постао популаран углавном као пуњач преносних рачунара, таблета и сличних уређаја потрошачке електронике. У том сегменту тржишта истраживања су била усмерена на претвараче снаге до 65 W и излазног напона до 20 V — што мањих димензија. Додатно, у том сегменту АСФ претварачи се напајају монофазно из дистрибутивне мреже универзалног опсега напона 90—264 V — што не представља никакав посебан пројектантски изазов.

Предмет истраживања дисертације је АСФ претварач, у нетипичној и врло захтевној примени, као помоћно напајање примарне стране бежичног индуктивног пуњача батерија ЕВ (ICS) — што је сегмент тржишта у настајању. Анализом литературе о ICS утврђено је да тој проблематици нико није посветио пажњу сем аутора дисертације. Пројектовање АСФ претварача за улазни напон до 880 V и великим преносним односом једносмерног напона (нпр. 850 V на 5,5 V), два улазна опсега напона са различитим нивоима оптерећености излаза и пет секундарних намотаја је јединствена и оригинална примена која је генерисала ново знање по питању пројектовања, избора компоненти, анализе рада и управљања. АСФ претварач у овој дисертацији морао је да користи SiC прекидаче 1700 V, што је јединствен случај. Додатно, дати су увиди и одговори на неколико необрађених тема које су универзално применљиве за било које АСФ претвараче чиме је дат допринос бољем разумевању истих. Много експерименталних резултата је представљено по први пут у научној литератури за неки АСФ претварач.

Овом дисертацијом отвара се нови сегмент могуће примене АСФ претварача. Значај дисертације се протеже на неколико нивоа. Прво, резултатима дисертације дата је могућност произвођачима компоненти да побољшају постојеће или направе нове које би биле одговарајуће за ову примену. Друго, обрађени практични аспекти ће олакшати пројектовање ових претварача и уштедети време и труд развојним инжењерима. Треће, предложени будући правци истраживања отварају нове могућности научно-истраживачког рада.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације кандидат је извршио детаљан преглед литературе и осталих библиографских извора из предметне области и коректно навео 182 референце које су од значаја за тему дисертације. Референце обухватају широк опсег и садрже: чланке из међународних часописа и међународних конференција, књиге на енглеском и српском језику, документацију произвођача електронских компоненти, материјала и уређаја као и *application notes*, дисертације и једну тезу, интернет странице, међународне патенте и ИЕС стандарде.

Временски опсег референци обухвата све оно што је било битно за тему, а објављено је у последње 44 године. Ипак, већина референци су новијег датума. Додатно, у списку референци се налази и пет радова, на којима је кандидат први аутор, који садрже оригиналне резултате произашле из рада на дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације састојала се у следећим активностима:

- Проучавање научне и стручне литературе, патената, дисертација, стандарда, документације произвођача електронских компоненти и мерних уређаја. Идентификација отворених питања и тема које до сада нису обрађене у научној литератури о АСФ претварачима.
- Формирање полазних хипотеза и праваца истраживања.
- Теоријска разматрања кључних аспеката претварача и критичка анализа решења из литературе. Објашњење специфичности и комплексности пројектовања АСФ претварача и припадајућих трансформатора за нетипичну примену у ICS системима. Увођење нових или исправка постојећих математичких формула и израза.
- Моделовање претварача и рачунарске симулације у програму SIMPLIS — који је идеалан за рад са прекидачким напајањима. Анализа резултата симулација, поређење са резултатима из литературе и документовање истих.
- Експерименти у лабораторији над више различитих прототипова (демо-плоча) као и у комплетном систему (ICS). Анализа тих резултата, поређење са резултатима симулација, потврда резултата симулација и документовање свега урађеног.

Примењена методологија у потпуности одговара стандардима научно-истраживачког рада и у сагласности је са постављеним циљевима дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Идеја за докторску дисертација је настала током рада на комерцијалном пројекту предузећа *Brusa Elektronik (München) GmbH* из Минхена за једног немачког произвођача ЕВ. Другим речима, резултати приказани у овој дисертацији се већ увелико користе у неколико система бежичног индуктивног пуњења батерија ЕВ. Додатно, већина резултата и закључака дисертације су применљиви за развој било којег АСФ претварача укључујући и његову типичну примену као пуњача преносних рачунара и сличних уређаја потрошачке електронике.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу прегледане дисертације и комуникације са кандидатом, Комисија процењује да је кандидат мр Дарко Врачар показао способност за самостални научно-истраживачки рад, почевши од систематичног прегледа доступне литературе, уочавања отворених тема и питања, разумевања и примене теоријских и практичних концепата, дефинисања проблема, развоја нових приступа за решавање истих, реализације истраживања као и анализе добијених резултата. Треба истаћи и самостални рад кандидата на дефинисању и практичној реализацији експерименталне поставке за развој и испитивање *dc-dc* претварача у лабораторији матичног предузећа. Начин на који је дисертација написана и доприноси који су у њој представљени указују на зрелост кандидата за самостални научно-истраживачки рад. У прилог наведеном иде и чињеница да су резултати истраживања у оквиру дисертације објављени у пет радова (два у истакнутом међународном часопису, један у међународном часопису, а два су саопштена на међународним скуповима). На свим радовима кандидат је или први или једини аутор.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни доприноси ове дисертације су сумирани испод, а постигнуто је и више него што је првобитно било планирано.

- Извршена је анализа и поређење управљачких интегрисаних кола за АСФ претвараче која су расположива на тржишту. Дат је предлог нових карактеристика за управљачка кола чиме би се олакшала масовнија употреба АСФ у системима са улазним једносмерним напонима од 240 V до 950 V.
- Представљен је поступак пројектовања *flyback* претварача са више секундарних намотаја који имају два улазна опсега напона као и два опсега оптерећења са различитим нивоима оптерећености излаза — зависно од режима рада система. Ово је јединствен случај до сада обрађен у литератури. Додатно, неколико математичких формула је уведено или исправљено у складу са посебностима АСФ претварача са променљивом прекидачком учестаношћу и применом у 800 V систему.
- Показано је да максималне вредности напона на кондензатору за одсецање вршног напона не зависе од улазног напона, већ само од параметара резонантног кола. Додатно, објашњено је зашто се не може претпоставити да је напон на том кондензатору константан — што је била честа пракса у литератури.
- Одабир кључних компоненти у 800 V системима и идентификација препрека су представљени као и изазови са којима се инжењери могу срести у пракси.
- Објашњене су специфичности пројектовања АСФ трансформатора у 800 V системима као и мерење зависности индуктивности магнећења и расипне индуктивности од струје примарног намотаја. Показано је како, за исту спецификацију, карактеристике трансформатора могу бити значајно различите зависно од тога ко је произвођач. О овоме треба водити рачуна приликом одабира добављача магнетних компоненти.
- Показано је зашто АСФ претварач са *multi-mode* управљачким интегрисаним колима у 800 V системима мора да има хибридную грану за одсецање вршног напона (*hybrid-clamp*) доњег прекидача. Додатно је показано да је *hybrid-clamp* неопходан као допунска мера заштите приликом кратких спојева на секундару.
- По први пут у научној литератури на енглеском језику је представљен и анализиран графикон промене (хипотетички) максималног степена корисног дејства претварача у зависности од индуктивности магнећења трансформатора. Ту смо могли да видимо да постоји само једна комбинација индуктивности магнећења, преносног односа трансформатора и резонантног кола која даје максимум степена корисног дејства.
- Измерени су губици снаге услед циркулишуће енергије, у грани за одсецање, за неколико различитих трансформатора. Графичка зависност тих губитака од улазног напона је графички представљена и анализирана по први пут за неки АСФ.
- Анализа понашања АСФ претварача при кратким спојевима је такође по први пут представљена у научној литератури. Показано је да је употреба хибридне гране за одсецање вршног напона доњег прекидача обавезна као додатна заштита у случају кратког споја.
- Везано за мерење Бодевих дијаграма код АСФ по први пут у научној литератури на енглеском језику су представљени и анализирани графикони промена пропусног опсега, резерве фазе и резерве појачања у односу на улазну снагу. Поменуте величине су биле променљиве зависно од снаге и улазног напона претварача — као што је и било очекивано.

- Разлике у степену корисног дејства, цени и заузећу површине на штампаној плочи су анализирани за АСФ, конвенционални *flyback* и квази-резонантни *flyback* претварач у 800 V систему. За примену у ICS системима, последња два претварача имају степен корисног дејства већи од АСФ за оптерећења мања од 50%, заузимају 11% мање простора и јефтинују су 23% у односу на АСФ. Једина предност АСФ претварача у ICS примени би биле смањене електромагнетске сметње (ЕМИ) — што је битно због добијања атеста.
- Такође, анализирана је и разлика пропусног опсега, резерве фазе и резерве појачања за све три претходно поменуте топологије претварача. Закључак је да, за исту спецификацију, конвенционални *flyback* (у DCM режиму), АСФ (у CrCM режиму) или QRF (у VSM режиму) *dc-dc* претварачи могу бити стабилизовани помоћу Туре-2 компензатора (једносмерно појачање, интегратор, пол и нула), тј. не треба им компликованији Туре-3 компензатор. Међутим, ти компензатори морају имати различите параметре, тј. бар позиције нула морају бити другачије.
- Промена прекидачке учестаности и напона дрејна QL у зависности од оптерећења су приказане по први пут за АСФ претварач у 800 V систему. Обе величине су променљиве зависно од оптерећења претварача — што је било очекивано.
- Поређење симулираних и измерених Бодевих дијаграма, при максималном оптерећењу, је показало да, иако постоје значајна одступања, то није било препрека за пројектовање компензатора који омогућава стабилан рад у свим режимима рада. Резултати симулација су помогли да се уочи смер промене карактеристика — што је било довољно за пројектовање компензатора који испуњава пројектне захтеве.
- Анализиран је ефекат унакрсне-регулације АСФ претварача са пет излаза где се само један излаз регулише и то са најмањом снагом (9,62% од укупне). Ово је било у супротности са типичним приступом у индустрији и литератури где се по правилу регулише излаз са највећим оптерећењем. У дисертацији је показано да је и овај приступ могућ.
- Уочено је да прелаз између DCM и АСМ режима рада (и обрнуто) *multi-mode* управљачког кола није једнозначан и без проблема — као што би се могло очекивати читањем документације произвођача. Наиме, потребна је ипак одређена минимална снага на излазима претварача (нпр. око 10 W) да би он сигурно радио у АСМ режиму рада.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем постављених циљева истраживања, полазних претпоставки и остварених резултата Комисија констатује да је кандидат успешно одговорио на сва битна питања и задатке из проблематике којом се бави дисертација. Наведени научни доприноси представљају значајно унапређење у областима анализе и пројектовања АСФ претварача за било коју примену. Додатно, у дисертацији је избалансиран академски и практичан приступ чиме се њена корисност и употребљивост протеже и на инжењере у индустрији.

Развијена је метода за пројектовање *flyback* претварача са више секундарних намотаја који имају два, међусобно различита, улазна опсега напона као и два опсега оптерећења са различитим нивоима оптерећености излаза где поједини излази чак могу бити без оптерећења у зависности од режима рада система у ком се претварач користи као помоћно напајање. Анализе и графикони, коју су у научној литератури по први пут представљени за неки АСФ претварач, допринели су бољем разумевању рада и пројектовања овог претварача. Показано је да, за исту спецификацију претварача, различите варијанте *flyback* претварача (конвенционални, квази-резонантни, АСФ) могу да користе исти тип компензатора, али

морају имати различите параметре. Постављене су основе за даљи научно-истраживачки рад по питању анализе, моделовања и оптимизације пројектовања како енергетског дела са трансформатором тако и управљања АСФ претварачем.

Комисија констатује да су научни доприноси, остварени у дисертацији, објављени у три научна рада у часописима. Од тога **два рада** су објављена у истакнутом међународном часопису категорије **M22** и **један** у међународном часопису категорије **M23**.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси докторске дисертације кандидата мр Дарка Врачара потврђени су у публикацијама, које су испод наведене, а категорисане су према Правилнику Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Додатно, у складу са чланом 42 Правилника о докторским студијама, Електротехничког факултета Универзитета у Београду, кандидат мора да оствари минимално два ефективна бода ЕБМ20. Прегледом публикација категорија M22 и M23 утврђено је да кандидат остварио **13 ефективних бодова ЕБМ20**.

Категорија M22:

1. **Vračar D.**, Pejović, P.: Active-clamp flyback as auxiliary power-supply of an 800 V inductive-charging system for electric vehicles, - *IEEE Access*, vol. 10, pp. 38254—38271, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3165059. (**IF=3.476**) (Electronic ISSN 2169-3536).
2. **Vračar D.**: Quasi-resonant flyback converter as auxiliary power-supply of an 800 V inductive-charging system for electric vehicles, - *IEEE Access*, vol. 10, pp. 109609—109625, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3214526. (**IF=3.476**) (Electronic ISSN 2169-3536).

Категорија M23:

1. **Vračar D.**, Pejović, P.: Active-Clamped Flyback DC-DC Converter in an 800 V Application: Design Notes and Control Aspects, - *Journal of Electrical Engineering*, vol. 73, no. 4, pp. 237—247, 2022, doi: 10.2478/jee-2022-0032. (**IF=0.840**) (On-line ISSN: 1339-309X).

Категорија M32:

1. **Vračar D.**: *Keynote speech*, Wireless Inductive Charging of Electric Vehicles is Coming, - *XIV International Symposium on Industrial Electronics and Applications - INDEL 2022*, 9—11 November 2022, Banja Luka, RS, Bosnia and Herzegovina. <http://indel.etfbl.net/keynote.html>

Категорија M33:

1. **Vračar D.**, Pavlovský, M.: Implementation of active-clamped Flyback dc-dc converter in an 800 V system, - *PCIM Europe digital days*, 2021, pp. 1163—1170, ISBN 978-3-8007-5515-8.
2. **Vračar D.**, Pavlovský, M., Pejović, P.: Active-clamped Flyback dc-dc converter in three-phase application, - *2021 21st International Symposium on Power Electronics (Ee)*, Novi Sad, Serbia, Oct. 2021, pp. 1—6. doi: 10.1109/Ee53374.2021.9628263.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

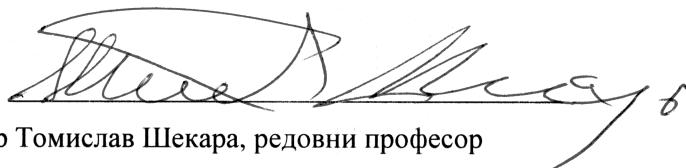
Докторска дисертација кандидата мр Дарка Врачара под насловом „Претварач са активним одсијецањем вршног напона прекидача као помоћно напајање примарне стране система за бежично индуктивно пуњење батерија електричних аутомобила” је написана на српском језику. Дисертација је у складу са образложењем наведеним у пријави теме и садржи све елементе који се захтевају Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду као и упутством Универзитета у Београду.

У дисертацији је представљен нови поступак за пројектовање АСФ претварача са више секундарних намотаја који имају два улазна опсега напона као и два опсега оптерећења са различитим нивоима оптерећености излаза. Анализе и графикони, коју су по први пут представљени за неки АСФ претварач, допринели су бољем разумевању рада и пројектовања овог претварача. Доприноси проистекли из ове дисертације имају и теоријски и практичан значај и примену. Треба истаћи да се резултати дисертације већ користе у пројекту за потребе познатог немачког произвођача аутомобила. Додатно, остварени резултати пружају основу за даљи научно-истраживачки рад и побољшања у областима пројектовања и управљања *flyback* претварачима било ког типа. Током израде докторске дисертације кандидат је показао несумњиву способност за самосталан научно-истраживачки рад.

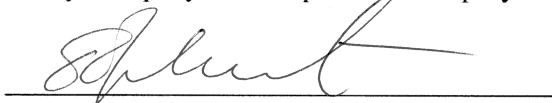
У складу са претходно изложеним, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Претварач са активним одсијецањем вршног напона прекидача као помоћно напајање примарне стране система за бежично индуктивно пуњење батерија електричних аутомобила”, кандидата мр Дарка Врачара, прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, као и да се после њеног усвајања одобри јавна усмена одбрана исте.

У Београду, 30.12.2022 године.


ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Томислав Шекара, редовни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Богдан Брковић, доцент
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



др Жељко Деспотовић, научни саветник
Универзитет у Београду – Институт Михајло Пупин