

Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

Број 944
08-07-2022 20 год.
БЕОГРАД

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **мр Дарка Врачара**, магистра електротехничких наука за област енергетски претварачи и погони, за израду докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа (ННВ) Електротехничког факултета (ЕТФ) у Београду, бр. 5036/20-1 од 23.6.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата мр Дарка Врачара за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Претварач са активним одсијецањем вршног напона прекидача као помоћно напајање примарне стране система за бежично индуктивно пуњење батерија електричних аутомобила“ (ен. “Active-clamped converter as an auxiliary primary side power supply of a system for wireless inductive battery charging of electric vehicles”).

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1 Биографски подаци

Дарко Ћ. Врачар је рођен 1975. године у Кључу, СР БиХ, СФРЈ. Студије на Електротехничком факултету у Београду започео је новембра 1995. године. Дипломирао је у септембру 2000. 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, ментор проф. З. Стојиљковић. Исте године је започео постдипломске студије на истом факултету. Магистрирао је децембра 2007. године на смеру „Енергетски претварачи и погони“ са просечном оценом 10,00. Магистарски рад: „Пројектовање дигиталног погонског контролера за управљање трофазним моторима“, ментор проф. С. Вукосавић.

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 (Пупин Телеком, Мобтел и Теленор). 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 предузећа Delta Energy Systems и неколико прекидачких напајања (SMPS) серије CP-C.1 предузећа АВВ. Радио је и у истраживачком центру предузећа Huawei Technologies. У досадашњој

каријери испројектовао је и неколико помоћних напајања и напајања драјвера у поменутим предузећима. 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 TÜV сертификате неопходне за пројектовање и рад са склоповима који се користе у електричним возилима.

Поред радног искуства у индустрији од преко 21 године има и искуство као руководиоца пројеката имплементације, развоја и истраживања у разним областима.

До сада је објавио 10 чланака, од којих су девет из области енергетских претварача и погона. Додатно, поседује и међународни патент (M91: EU, USA, CN) из области енергетских претварача. Одржао је и једно предавање (tutorial) на симпозијуму из енергетске електронике Ee2019. Активан је и као рецензент часописа *Electronics Journal*.

Члан је следећих IEEE друштава: Industry Applications, Industrial Electronics, Power Electronics, и Circuits and Systems, као и организације ECPE (European Centre for Power Electronics). Такође има претплату на часописе *IEEE Trans. on Transportation Electrification*, *IEEE Trans. on Circuits and System I*, *IEEE Trans. on Vehicular Technology* и *IEEE Trans. on Energy Conversion*. Говори енглески, немачки и руски. Редовно прати предавања и семинаре за стручно усавршавање из области енергетских претварача и електричних возила.

1.2 Стечено научно-истраживачко искуство

Кандидат је уписао докторске академске студије школске 2020/21 године на модулу Енергетски претварачи и погони, ЕТФ, Универзитет у Београду. Од тренутка уписа до подношења захтева за одобрење докторске дисертације кандидат је обавио све обавезе на првој и другој години студија осим „Припремног рада за пријаву докторске тезе“. Списак истих је дат у табели 1 испод. По предлогу катедре за Енергетске претвараче и погоне, бр. 664 од 29.04.2021. године, Комисија за студије трећег степена је признала све испите које је кандидат положио на магистарским студијама. Због тога у табели испод нема ЕСПБ за те испите.

Табела 1. Одрађене обавезе кандидата

Р. бр.	Назив испита/обавезе	Оцена	ЕСПБ
1.	Микропроцесорско управљање енергетским претварачима	10	-
2.	Одабрана поглавља из специјалних електричних инсталација	10	-
3.	Управљање енергетским претварачима	10	-
4.	Енергетска електроника	10	-
5.	Дигитални системи управљања	10	-
6.	Дигитална обрада сигнала	10	-
7.	Руски језик	положио	-
8.	Научно-стручни рад	-	3
9.	Студијски истраживачки рад у вези докторске тезе I	-	24
10.	Студијски истраживачки рад у вези докторске тезе II	-	24

Списак објављених радова

Ови радови показују резултате досадашњег рада и склоности кандидата ка научно-истраживачком раду.

Категорија М22 (од 11.7.22 на Кобсон-у ће бити доступни нови подаци за 2021. годину)

D. Vračar and P. Pejović, "Active-clamped flyback as auxiliary power-supply of an 800 V inductive charging-system for electric vehicles," in *IEEE Access*, vol. 10, pp. 38254–38271, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3165059. (IF 2021 3.476)

Категорија М31 (хронолошки поређано)

1. **D. Vračar** and S. Vukosavić, "Resonant DC Link Inverter: Mathematical Modeling and Computer Simulations," *EUROCON 2005* (IEEE Region 8 Conference), pp. 1679–1682, Serbia and Montenegro, Belgrade, November 22–24, 2005. doi: 10.1109/EURCON.2005.1630295.
2. **D. Vračar**, "Design of dsPIC Based *Digital Drive Controller for AC Motors*," *14th International Symposium on Power Electronics – Ee 2007*, pp. 1–5, Republic of Serbia, Novi Sad, November 7–9, 2007.
3. **D. Vračar**, "Simple Switcher Implementation in +5 V Auxiliary Power Supply," *14th International Symposium on Power Electronics – Ee 2007*, pp. 1–4, Republic of Serbia, Novi Sad, November 7–9, 2007.
4. **D. Vračar**, "Implementation of IIR Digital Filters with Variable Characteristics in GNU Octave," *6th International conference on electrical, electronic, and computing engineering (IcETRAN 2019)*, pp. 371–376, Republic of Serbia, Srebrno Jezero, June 3–5, 2019. ISBN: ISBN 978-86-7466-785-9.
5. **D. Vračar**, "PLECS™ vs. VisSim™: Simulations of Fluxes in an Induction Motor," *2019 20th International Symposium on Power Electronics (Ee)*, Novi Sad, Serbia, 2019, pp. 1–6, doi: 10.1109/PEE.2019.8923463.
6. **D. Vračar**, "A Half-Bridge LLC Converter: Design Notes and Simulation Challenges in PLECS," *2020 International Symposium on Industrial Electronics (INDEL)*, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2020, pp. 1–6, doi: 10.1109/INDEL50386.2020.9266133.
7. **D. Vračar**, "A Short Overview of Active-Clamped Resonant DC Link Inverter," *2020 International Symposium on Industrial Electronics (INDEL)*, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, 2020, pp. 1–6, doi: 10.1109/INDEL50386.2020.9266172.
8. **D. Vračar** and M. Pavlovsky, "Implementation of Active-Clamped Flyback DC-DC Converter in an 800 V System," *PCIM Europe digital days 2021; International Exhibition and Conference for Power Electronics, Intelligent Motion, Renewable Energy and Energy Management, 2021*, pp. 1163–1170. ISBN 978-3-8007-5515-8.
9. **D. Vračar**, M. Pavlovsky, and P. Pejović, "Active-Clamped Flyback DC-DC Converter in Three-Phase Application," *21st International Symposium on Power Electronics – Ee 2021*, pp. 1–6, Republic of Serbia, Novi Sad, October 27–30, 2021. doi: 10.1109/Ee53374.2021.9628263.

Дана 28.6.2022. године у 18ч на ЕТФ у Београду одржана је јавна усмена одбрана предлога теме докторске дисертације (докторски испит) пред Комисијом у саставу: др Богдан Брковић (доцент на ЕТФ), др Томислав Шекара (редовни професор на ЕТФ) и др Жељко Деспотовић (научни саветник на Институту Михајло Пупин). Оцена Комисије је да је кандидат мр Дарко Врачар задовољио све критеријуме и одбранио предложену тему докторске дисертације.

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Приликом писања овог извештаја Комисија је размотрила све претходно наведене чињенице и резултате у досадашњем раду мр Дарка Врачара. Са посебном пажњом су размотрена искуства у научно-истраживачком раду и, узимајући у обзир све наведено, Комисија је стекла увид у његову способност за научно-истраживачки рад и рад на предложеној теми докторске дисертације. Иста је препозната и вреднована и од стране научне заједнице.

2. Предмет, циљ и значај истраживања

Active-clamped flyback (ACF) dc-dc претварач је познат већ око 30-ак година [1], [2]. Међутим, постао је популаран тек последњих неколико година и то углавном као пуњач преносних рачунара, телефона и сличних уређаја потрошачке електронике [3]–[5]. У том сегменту тржишта истраживања су била усмерена на претвараче снаге до 60 W и излазног напона до 19,5 V, што мањих димензија. Томе је погодовала и употреба GaN транзистора који могу да раде на врло високим прекидачким учестаностима (нпр. 1 MHz). У поменутом сегменту тржишта ACF претварачи се напајају монофазно из дистрибутивне мреже универзалног опсега напона 90–264 V. Главна предност ACF претварача је могућност рециклирања енергије из расипне индуктивности и, самим тим, повећање степена корисног дејства на преко 95%. Друга предност је одсецање вршног напона доњег прекидача и, као резултат, мање електромагнетске сметње. Мане су му повећана сложеност (нпр. додатни прекидач и драјвер), цена и заузети простор на штампаној плочи.

Предмет овог истраживања је ACF претварач у нетипичној примени као помоћно напајање примарне стране бежичног индуктивног пуњача батерија електричних аутомобила. У даљем тексту, ради лакоће, користиће се изрази пуњач или систем, равноправно. Поменути примарни део пуњача може да се налази на поду (гараже) или на отвореном (нпр. на паркинзима). Улаз ACF претварача је повезан на једносмерно међуколо поменутог система које има променљиви напон у опсегу 620–880 V. Додатно, ACF претварач треба да ради и у режиму приправности (*stand-by*), тј. када се не пуне батерије аута, али тада је опсег улазног напона од 460 V то 640 V једносмерно. Ово је резултат пасивног исправљања трофазног мрежног напона помоћу замајних диода активног коректора фактора снаге. Додатни проблем је што, у том случају, поједини секундарни намотаји неће бити коришћени па њихови напони могу да достигну високе вредности.

Циљ ове докторске дисертације је да сумира искуство, изазове при пројектовању и раду, као и да представи нова знања која ће бити креирана током симулација на рачунару и експериментима у лабораторији. Биће дати одговори на до сада необрађене теме које су универзално применљиве за било који ACF претварач па чак и код конвенционалног *flyback* или квази-резонантног *flyback dc-dc* претварача.

Значај је у томе што се овим даје могућност произвођачима компоненти да побољшају постојеће или направе нове. Додатно, предложени будући правци истраживања би могли да стимулишу остале истраживаче да се више позабаве ACF претварачем.

Практични аспекти ће олакшати пројектовање ових претварача. Тиме би се отворила могућност за масовнију примену АСФ претварача у овом новом сегменту тржишта.

Најважнији резултати досадашњих истраживања кандидата у вези предложене теме су објављени у следећим научним публикацијама (хронолошки поређаним):

- [Реф1] D. Vračar and M. Pavlovský, "Implementation of active-clamped Flyback dc-dc converter in an 800 V system," in *PCIM Europe digital days*, 2021, pp. 1163–1170, ISBN 978-3-8007-5515-8. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9472384>. **M33**
- [Реф2] D. Vračar, M. Pavlovský, and P. Pejović, "Active-clamped Flyback dc-dc converter in three-phase application," in *2021 21st International Symposium on Power Electronics (Ee)*, Novi Sad, Serbia, Oct. 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/Ee53374.2021.9628263. **M33**
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9628263>
- [Реф3] D. Vračar and P. Pejović, "Active-clamp flyback as auxiliary power-supply of an 800 V inductive charging-system for electric vehicles," in *IEEE Access*, vol. 10, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3165059. **M22 (IF 2021 3.476)**
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9749268>

Део научне литературе која ће бити коришћена приликом рада на докторској дисертацији је наведен испод. Пошто је предвиђен практичан рад у лабораторији за израду дисертације ће се користити и документација произвођача електронских компоненти и мерних уређаја, патенти, стандарди, итд, који овде нису наведени.

- [1] K. Yoshida, T. Ishii, and N. Nagagata, "Zero voltage switching approach for Flyback converter," in *[Proceedings] Fourteenth International Telecommunications Energy Conference - INTELEC '92*, Washington, DC, USA, 1992, pp. 324–329. doi: 10.1109/INTLEC.1992.268424.
- [2] R. Watson, F. C. Lee, and G. C. Hua, "Utilization of an active-clamp circuit to achieve soft switching in Flyback converters," *IEEE Trans. on Power Electronics*, vol. 11, no. 1, Art. no. 1, 1996, doi: 10.1109/63.484429.
- [3] X. Huang, J. Feng, W. Du, F. C. Lee, and Q. Li, "Design consideration of MHz active clamp Flyback converter with GaN devices for low power adapter application," in *2016 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Long Beach, CA, USA, Mar. 2016, pp. 2334–2341. doi: 10.1109/APEC.2016.7468191.
- [4] L. Xue and J. Zhang, "Highly Efficient Secondary-Resonant Active Clamp Flyback Converter," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 65, no. 2, pp. 1235–1243, Feb. 2018, doi: 10.1109/TIE.2017.2733451.
- [5] A. Zaman and A. Radić, "How to design and implement an adapter power supply with active clamp Flyback: An all silicon design methodology," *IEEE Power Electronics Magazine*, vol. 7, no. 4, pp. 36–43, Dec. 2020, doi: 10.1109/MPEL.2020.3033608.
- [6] B.-R. Lin, H.-K. Chiang, K.-C. Chen, and D. Wang, "Analysis, design and implementation of an active clamp Flyback converter," in *2005 International Conference on Power Electronics and Drives Systems*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2005, vol. 1, pp. 424–429. doi: 10.1109/PEDS.2005.1619724.
- [7] J. Zhang, X. Huang, X. Wu, and Z. Qian, "A high efficiency Flyback converter with new active clamp technique," *IEEE Trans. on Power Electronics*, vol. 25, no. 7, Art. no. 7, Jul. 2010, doi: 10.1109/TPEL.2010.2042302.
- [8] P.-H. Liu, "Design consideration of active clamp Flyback converter with highly nonlinear junction capacitance," in *2018 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, San Antonio, TX, USA, Mar. 2018, pp. 783–790. doi: 10.1109/APEC.2018.8341101.
- [9] P. Alou, O. Garcia, J. A. Cobos, J. Uceda, and M. Rascon, "Flyback with active clamp: A suitable topology for low power and very wide input voltage range applications," in *APEC. Seventeenth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (Cat. No.02CH37335)*, Dallas, TX, USA, 2002, pp. 242–248. doi: 10.1109/APEC.2002.989254.

- [10] S. Xu *et al.*, "Sampled-data modeling for PCM and ZVS controlled critical conduction mode (CrCM) active clamp Flyback (ACF) converter at variable switching frequency," *IEEE Trans. Circuits Syst. I*, pp. 1–13, 2020, doi: 10.1109/TCSI.2020.2993256.
- [11] R. Perrin, N. Quentin, B. Allard, C. Martin, and M. Ali, "High-temperature GaN active-clamp Flyback converter with resonant operation mode," *IEEE J. Emerg. Sel. Topics Power Electron.*, vol. 4, no. 3, pp. 1077–1085, Sep. 2016, doi: 10.1109/JESTPE.2016.2544346.
- [12] Q. Zhao, F. Tao, Y. Hu, and F. C. Lee, "Active-clamp DC/DC converters using magnetic switches," in *APEC 2001. Sixteenth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (Cat. No.01CH37181)*, Anaheim, CA, USA, 2001, vol. 2, pp. 946–952. doi: 10.1109/APEC.2001.912481.
- [13] C. T. Choi, C. K. Li, and S. K. Kok, "Control of an active clamp discontinuous conduction mode Flyback converter," in *Proceedings of the IEEE 1999 International Conference on Power Electronics and Drive Systems. PEDS'99 (Cat. No.99TH8475)*, Hong Kong, 1999, pp. 1120–1123 vol.2. doi: 10.1109/PEDS.1999.792865.
- [14] X. Huang, J. Feng, F. C. Lee, Q. Li, and Y. Yang, "Conducted EMI analysis and filter design for MHz active clamp flyback front-end converter," in *2016 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Long Beach, CA, USA, Mar. 2016, pp. 1534–1540. doi: 10.1109/APEC.2016.7468071.
- [15] K.-S. Kim, S.-H. Lee, W.-J. Cha, J.-M. Kwon, and B.-H. Kwon, "Bidirectional single power-conversion DC–AC converter with noncomplementary active-clamp circuits," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 63, no. 8, pp. 4860–4867, Aug. 2016, doi: 10.1109/TIE.2016.2550021.
- [16] L. Huber, M. M. Jovanovic, H. Song, D. Xu, A. Zhang, and C.-C. Chang, "Flyback converter with hybrid clamp," in *2018 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, San Antonio, TX, USA, Mar. 2018, pp. 2098–2103. doi: 10.1109/APEC.2018.8341306.
- [17] Y. T. Yau, W. Z. Jiang, and K. I. Hwu, "Light-load efficiency improvement for Flyback converter based on hybrid clamp circuit," in *2016 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT)*, Taipei, Taiwan, Mar. 2016, pp. 329–333. doi: 10.1109/ICIT.2016.7474773.
- [18] J.-H. Jung and S. Ahmed, "Low standby power consumption and high cross regulation of active clamp flyback converter with SSPR," in *IECON 2010 - 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, Glendale, AZ, USA, Nov. 2010, pp. 544–549. doi: 10.1109/IECON.2010.5675224.
- [19] S. Tang, J. Xi, and L. He, "A GaN-based MHz active clamp flyback converter with adaptive dual edge dead time modulation for AC-DC adapters," in *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Beijing, Oct. 2017, pp. 546–553. doi: 10.1109/IECON.2017.8216096.
- [20] T. LaBella, B. York, C. Hutchens, and J.-S. Lai, "Dead time optimization through loss analysis of an active-clamp Flyback converter utilizing GaN devices," in *2012 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*, Raleigh, NC, USA, Sep. 2012, pp. 3882–3889. doi: 10.1109/ECCE.2012.6342304.
- [21] P.-H. Liu, "Small signal analysis of active clamp Flyback converters in transition mode and burst mode," in *2019 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Anaheim, CA, USA, Mar. 2019, pp. 241–248. doi: 10.1109/APEC.2019.8722081.
- [22] S. Xu, Q. Qian, B. Ren, and Q. Liu, "An Accurate Small Signal Modeling and Control Loop Design of Active Clamp Flyback Converter," in *2019 10th International Conference on Power Electronics and ECCE Asia (ICPE 2019 - ECCE Asia)*, Busan, Korea (South), May 2019, pp. 3259–3264. doi: 10.23919/ICPE2019-ECCEAsia42246.2019.8797022.
- [23] S. Xu, Q. Qian, T. Tao, S. Lu, and W. Sun, "Small Signal Modeling and Control Loop Design of Critical Conduction Mode Active Clamp Flyback Converter," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 36, no. 6, pp. 7250–7263, Jun. 2021, doi: 10.1109/TPEL.2020.3040451.

Напомене:

1. Ово примењено истраживање је део комерцијалног пројекта тако да сви технички детаљи целине система не могу бити доступни јавности, тј. неће моћи бити укључени у дисертацију

2. Уместо правилнијег израза „спрегнуте пригушнице“ код *flyback* претварача у тексту ће бити коришћен у пракси уобичајени израз „трансформатор“. Ово је донекле и прихватљиво за АСФ код којег струја магнетног прелази у негативну страну—што је случај код ове дисертације.

3. Полазне хипотезе

Област бежичног индуктивног преноса енергије је веома актуелна посљедњих 10-ак година. Анализом прегледних чланака констатовано је да нико није обраћао пажњу на помоћна напајања оваквих система већих снага који се напајају са трофазне мреже.

Полазне хипотезе ове дисертације су:

- АСФ претварач је, у новије време, популаран код пуњача уређаја потрошачке електронике, али до сада није применљиван као помоћно напајање система бежичног индуктивног преноса енергије. Иначе, *flyback* претварач, у разним варијантама, је генерално веома популаран као помоћно напајање индустријских уређаја, инвертора, прекидачких напајања и сл.
- До сада је објављено преко 70 чланака у часописима и конференцијама који су директно или индиректно повезани са АСФ претварачем. Додатно, постоји и неколико патената и пар дисертација, тј. теза.
- У до сада објављеној литератури АСФ претварач је напајан или са пасивно-исправљеног напона монофазне мреже или директно са батерија или неког другог извора на једносмерном напону. За развојне инжењере ово је лакша ситуација јер постоји много опробаних решења у индустрији као и документација произвођача управљачких интегрисаних кола.
- У већини чланака истицан је много већи степен корисног дејства АСФ претварача као и смањене димензије у односу на конвенционалне или квази-резонантне *flyback* претвараче. За ово истраживање биће интересантно проверити да ли то важи и за АСФ претварач у 800 V систему.
- Пројектовање АСФ претварача за улазни напон до 880 V и великим преносним односом једносмерног напона (*dc-voltage-conversion-ratio*) ће бити изазов који ће генерисати ново знање по питању избора компоненти и његовог рада.
- До сада необрађене теме типа: алтернативни графикони степена корисног дејства; губици услед циркулишуће енергије; промене пропусног опсега, резерве фазе и резерве појачања; као и понашање при кратком-споју ће бити обрађени и допринеће бољем разумевању АСФ претварача за било коју примену.

4. Методе истраживања

Анализа научне и стручне литературе, патената, као и документације произвођача електронских компоненти и мерних уређаја. Идентификација отворених питања и тема које до сада нису обрађене у научној литератури о АСФ претварачима.

Један део резултата ће бити заснован на рачунарским симулацијама, анализи и документовању истих.

Други део резултата ће бити заснован на експериментима у лабораторији над више различитих прототипова (демо-плоча) као и комплетном систему. Ти резултати ће бити документовани и анализирани.

5. Очекивани научни доприноси

Очекивани научни доприноси ове дисертације су следећи:

- Извршиће се анализа и поређење аналогних управљачких интегрисаних кола АСФ претварача који су расположиви на тржишту. Биће дат предлог нових карактеристика за исте чиме би се олакшала масовнија употреба АСФ у системима са улазним једносмерним напонима од 250 V до 950 V.
- Биће представљен поступак пројектовања *flyback* претварача са више секундарних намотаја који имају два улазна опсега напона као и два опсега оптерећења са различитим нивоима оптерећености излаза. Ово је јединствен случај до сада у литератури. Неколико математичких формула ће бити побољшано у складу са специфичностима АСФ претварача са променљивом прекидачком учестаношћу и применом у 800 V систему.
- Одабир кључних компоненти у 800 V системима и идентификација „уских грла“ ће бити представљени као и изазови са којима се развојни инжењери могу срести у пракси.
- Биће објашњене специфичности пројектовања АСФ трансформатора у 800 V системима као и мерење зависности индуктивности магнетног од струје примарног намотаја.
- Биће показано зашто АСФ претварач са *multi-mode* управљачким интегрисаним колима у 800 V системима мора да има хибридну грану за одсецање вршног напона (*hybrid-clamp*) доњег прекидача. Додатно, биће показано да је *hybrid-clamp* неопходан као допунска мера заштите приликом кратких спојева на секундару.
- По први пут у научној литератури ће бити представљен и анализиран графикон промене степена корисног дејства претварача у зависности од индуктивности магнетног трансформатора.
- Биће измерени губици снаге услед циркулишуће енергије у грани за одсецање за неколико различитих трансформатора. Графичка зависност тих губитака од улазног напона ће бити графички представљена и анализирана. Ово ће такође бити први пут урађено за неки АСФ.
- Везано за мерење Бодеових дијаграма код АСФ по први пут ће бити представљени и анализирани графикони промена пропусног опсега, резерве фазе и резерве појачања у односу на улазну снагу.
- Анализа понашања АСФ при кратким спојевима ће такође по први пут бити представљена у научној литератури.
- Разлике у степену корисног дејства, цијени и заузећу површине на штампаној плочи ће бити анализирани за АСФ, конвенционални *flyback* и квази-резонантним *flyback* претварач у 800 V систему.
- Биће дата анализа даљих праваца истраживања у вези АСФ претварача.

6. План истраживања

План истраживања састоји се од следећих корака:

1. Преглед и одабир аналогног управљачког интегрисаног кола АСФ претварача.
2. Преглед научне и стручне литературе, анализа постојећих решења АСФ претварача као и трендова примене истих. Идентификација отворених питања и тема које до сада нису обрађене у научној литератури о АСФ претварачима.
3. Предлог архитектуре и спецификације помоћног напајања 800 V бежичног индуктивног пуњача за батерије електричних аутомобила који је базиран на АСФ претварачу.
4. Пројектовање 2–3 АСФ претварача различитих снага (нпр. 10–60 W) и опсега улазног напона (нпр. 460–640 V, 460–880 V) за одабрано управљачко интегрисано коло. Пројектовање подразумева следеће кораке: прорачуне, симулације на рачунару (програм *SIMPLIS*), спецификација трансформатора, прављење електричне шеме и layout-а у програму *Altium Designer*. Документовање и анализа резултата симулација. Преглед изазова при пројектовању и предлог побољшања карактеристика појединих компоненти.
5. Прављење и тестирање прототипова АСФ у лабораторији. Мерења кључних таласних облика напона и струја као и Бодевих дијаграма. Мерење зависности индуктивности магнетеза од струје примарног намотаја направљених трансформатора. Документовање и анализа добијених резултата.
6. Одабир најбољег решења помоћног напајања. Имплементација и верификација истог у неколико 800 V система за бежично индуктивно пуњење батерија електричних аутомобила.
7. Поређење са конвенционалним *flyback* као и са квази-резонантним *flyback* претварачима у истој апликацији за исту спецификацију.
8. Анализа даљих праваца истраживања у вези АСФ претварача не само у анализираној егзотичној апликацији већ и за остале опште примене.

7. Закључак и предлог

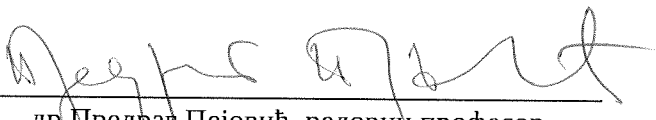
На основу предложене документације као и непосредног увида у досадашњи научни рад мр Дарка Врачара, магистра електротехничких наука, Комисија је закључила да

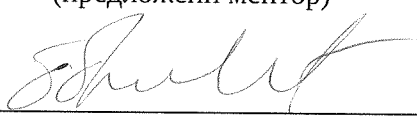
1. Кандидат испуњава све формалне и суштинске услове прописане актима Електротехничког факултета (ЕТФ) Универзитета у Београду за одобрење теме за изразу докторске дисертације;
2. Кандидат је способан за самостални научно-истраживачки рад;
3. Предложена тема **„Претварач са активним одсијецањем вршног напона прекидача као помоћно напајање примарне стране система за бежично индуктивно пуњење батерија електричних аутомобила“** (ен. “*Active-clamped converter as an auxiliary primary side power supply of a system for wireless inductive battery charging of electric vehicles*”) је научно заснована и припада ужој научној области енергетски претварачи и погони—енергетска електроника за коју је матичан Универзитет у Београду—Електротехнички факултет.

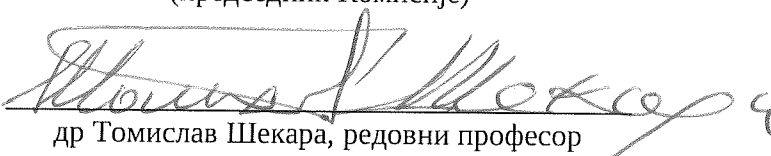
Имајући у виду претходно наведено, Комисија има задовољство да Наставно-научном већу ЕТФ предложи да прихвати тему докторске дисертације под наведеним насловом и да кандидату мр Дарку Врачару одобри израду исте, а под менторством др Предрага Пејовића, редовног професора ЕТФ.

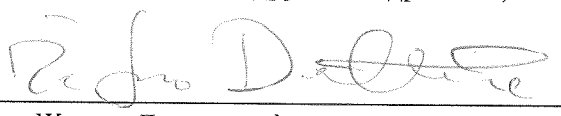
У Београду, 07.07.2022. године.

Чланови комисије:


др Предраг Пејовић, редовни професор
Универзитет у Београду—Електротехнички факултет
(предложени ментор)


др Богдан Брковић, доцент
Универзитет у Београду—Електротехнички факултет
(председник Комисије)


др Томислав Шекара, редовни професор
Универзитет у Београду—Електротехнички факултет
(члан Комисије са друге катедре ЕТФ)


др Жељко Деспотовић, научни саветник
Институт Михајло Пупин
(члан Комисије који није запослен на ЕТФ)