



Univerzitet Crne Gore
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

A: Džordža Vašingtona bb., 81000 Podgorica Crna Gora
T: +382 20 245 839 F: +382 20 245 839 E: etf@ucg.ac.me W: www.ucg.me/etf



Broj: 02/1-2165/1
Datum: 22.12.2023.

UNIVERZITET CRNE GORE

- Odboru za doktorske studije -

O V D J E

U prilogu dostavljamo Odluku Vijeća Elektrotehničkog fakulteta, sa sjednice od 21.12.2023. godine, o predlogu sastava Komisije za ocjenu prijave doktorske disertacije kandidata MSc **Lazara Ščekića**, predmetnu prijavu i prateću dokumentaciju, na dalje postupanje.



Vršilac funkcije DEKANA
Budimir Lutovac
Prof. dr. Budimir Lutovac



Univerzitet Crne Gore
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

A: Džordža Vašingtona bb., 81000 Podgorica Crna Gora
T: +382 20 245 839 F: +382 20 245 839 E: etf@ucg.ac.me W: www.ucg.me/etf



Broj: 02/1-2165
Datum: 21.12.2023

Na osnovu člana 64 Statuta Univerziteta Crne Gore, člana 32a Pravila doktorskih studija i Predloga Komisije za doktorske studije, Vijeće Elektrotehničkog fakulteta u Podgorici, na sjednici od 21.12.2023. godine, donijelo je

ODLUKU

I

Predlaže se Komisija za ocjenu prijave doktorske disertacije, pod nazivom „**Dizajn sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija u elektroenergetskim sistemima**“, kandidata **MSc Lazara Šćekića**, u sastavu:

1. Dr Saša Mujović, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, predsjednik,
2. Dr Zoran Miljanić, vanredni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, mentor,
3. Dr Vladan Radulović, redovni profesor Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, član.

II

Prijava teme doktorske disertacije kandidata MSc Lazara Šćekića i Predlog sastava Komisije za ocjenu prijave doktorske disertacije se dostavljaju Odboru za doktorske studije, na saglasnost.

-VIJEĆE ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA-

Dostavljeno:

- Odboru za doktorske studije,
- u dosije,
- a/a.



Vršilac funkcije DEKANA,
Budimir Lutovac
Prof. dr Budimir Lutovac

BIOGRAFIJA: SAŠA MUJOVIĆ

Saša Mujović je rođen u Kotoru, 12.09.1978. godine. Osnovnu školu "Boro Četković" u Podgorici je završio 1993. godine, a srednju elektrotehničku školu "Vaso Aligrudić" u Podgorici 1997. godine. Na kraju osnovnog i srednjeg obrazovanja proglašen je za najboljeg đaka generacije.

Godine 1997. upisuje Elektrotehnički fakultet u Podgorici. Na Odsjeku za energetiku i automatiku ovog fakulteta diplomirao je 9.11.2001.godine na temu "Optimalna raspodjela tokova snaga", kao prvi student u generaciji. Nagrađen je od Elektrotehničkog fakulteta kao najbolji student generacije.

Učestvovao je na ljetnjoj akademiji najboljih studenata tehničkih nauka Jugoistočne Evrope - "Summer Academy 2002".

Magistrirao je 30.09.2004. godine na temu "Uticaj računara kao potrošača na kvalitet električne energije" i doktorirao 04.06.2010. godine na temu "Uticaj nelinearnih potrošača malih snaga na kvalitet električne energije". Magistarska i doktorska disertacija su odbranjene na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

Od 01.01.2002. godine je u radnom odnosu na Univerzitetu Crne Gore - Elektrotehničkom fakultetu.

U periodu od 2007. do 2009. godine je bio član Upravnog odbora Univerziteta Crne Gore, kao predstavnik saradnika u nastavi.

Od 2011. do 2018. godine je bio član "Centra mladih naučnika" pri Crnogorskoj akademiji nauka i umjetnosti.

Od 2013. do 2019. godine je obavljao funkciju prodekana na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

Bio je član je Savjeta za naučno-istraživačku djelatnost Ministarstva nauke Crne Gore od 2016. do 2020. godine.

Od 2019. godine obavlja funkciju dekana Elektrotehničkog fakulteta u Podgorici i člana Senata Univerziteta Crne Gore.

Član je Školskog odbora srednje Elektrotehničke škole "Vaso Aligrudić" u Podgorici.

Oblasti njegovog naučnog interesovanja su: kvalitet električne energije, eksploatacija i planiranje elektroenergetskih sistema i pametne mreže.

Dosadašnji naučno-istraživački rad prof. dr Saše Mujovića je rezultirao objavljivanjem većeg broja radova u međunarodnim i domaćim časopisima, kao i prezentacijama na

međunarodnim i domaćim naučnim skupovima. Bio je rukovodilac ili je učestvovao u devet međunarodnih projekata.

Recezent je u više uglednih međunarodnih časopisa.

Do sada su pod mentorstvom prof. dr Saše Mujovića doktorirala dva kandidata, pet kandidata je magistriralo, a njih 60 je odbranilo specijalističke radove.

Saša Mujović je oženjen i ima dvoje djece.

Kontakt: sasam@ucg.ac.me

BIBLIOGRAFIJA: SAŠA MUJOVIĆ

1. Čalasan, M., Jovanović, D., Rubežić, V., Mujović, S., & Đukanović, S. (2019). Estimation of single-diode and two-diode solar cell parameters by using a chaotic optimization approach. *Energies*, 12(21), 4209.
2. Čalasan, M. P., Nikitović, L., & Mujović, S. (2019). CONOPT solver embedded in GAMS for optimal power flow. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 11(4), 046301.
3. Mujović, S., Katić, V. A., & Radović, J. (2011). Improved analytical expression for calculating total harmonic distortion of PC clusters. *Electric power systems research*, 81(7), 1317-1324.
4. Katić, V. A., Mujovic, S. V., Radulovic, V. M., & Radovic, J. S. (2011). The impact of the load side parameters on PC cluster's harmonics emission. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 11(1), 103-110.
5. Katić, V., Dumnić, B., Mujovic, S., & Radovic, J. (2004, December). Effects of low power electronics & computer equipment on power quality at distribution grid-measurements and forecast. In *2004 IEEE International Conference on Industrial Technology, 2004. IEEE ICIT'04.* (Vol. 2, pp. 585-589). IEEE.
6. Ymeri, A., & Mujović, S. (2017). Optimal location and sizing of photovoltaic systems in order to reduce power losses and voltage drops in the distribution grid. *methods*, 3, 4.
7. Šćekić, L., Mujović, S., & Radulović, V. (2020). Pumped hydroelectric energy storage as a facilitator of renewable energy in liberalized electricity market. *Energies*, 13(22), 6076.
8. Radulovic, V., Mujovic, S., & Miljanic, Z. (2015). Characteristics of overvoltage protection with cascade application of surge protective devices in low-voltage AC power circuits. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 15(3), 153-161.
9. Mujovic, S., Djukanovic, S., Radulovic, V., & Katic, V. A. (2016). Multi-parameter mathematical model for determination of PC cluster total harmonic distortion of input current. *COMPEL: The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, 35(1), 305-325.
10. Lukačević, O., Čalasan, M., & Mujović, S. (2019, October). Impact of optimal ESS allocation in IEEE 24-test bus system on total production cost. In *2019 20th International Symposium on Power Electronics (Ee)* (pp. 1-5). IEEE.
11. Ymeri, A., & Mujovic, S. (2018). Impact of photovoltaic systems placement, sizing on power quality in distribution network. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 18(4), 107-112.
12. Radulovic, V., Mujovic, S., & Miljanic, Z. (2016). Effects of different combination wave generator design on surge protective devices characteristics in cascade protection systems. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 59(3), 823-834.
13. Ninković, T., Čalasan, M., & Mujović, S. (2020, March). Coordination of electric vehicles charging in the distribution system. In *2020 19th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)* (pp. 1-6). IEEE.
14. Tolić, I., Miličević, K., & Mujović, S. (2017). Cross-border transmission line losses calculation using adaptive Monte-Carlo method. *IET Science, Measurement & Technology*, 11(4), 400-405.

15. Mujović, S., Djukanović, S., Radulović, V., Katić, V., & Rašović, M. (2013). Least squares modeling of voltage harmonic distortion due to PC cluster operation. *Adv Electr Comput Eng*, 13(4), 133-138.
16. Mišurović, F., & Mujović, S. (2022). Numerical Probabilistic Load Flow Analysis in Modern Power Systems with Intermittent Energy Sources. *Energies*, 15(6), 2038.
17. Mujović, S., & Vujošević, S. (2018). Method for estimation of location of the asymmetrical phase-to-ground faults existing during an overhead line energisation. *IET Science, Measurement & Technology*, 12(2), 237-246.
18. Kecojević, K., Lukačević, O., Čalasan, M., & Mujović, S. (2020, February). Minimizing active power losses by incorporating Static Var Compensator (SVC) device into the power system. In *2020 24th International Conference on Information Technology (IT)* (pp. 1-4). IEEE.
19. Radulović, V., & Mujović, S. (2019). Coordination of surge protective devices in low voltage AC power installations. *SN Applied Sciences*, 1, 1-9.
20. Drinčić, F., & Mujović, S. (2018, February). Energy storage systems: an overview of existing technologies and analysis of their applications within the power system of Montenegro. In *2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT)* (pp. 1-4). IEEE.
21. Mujovic, S., Vujosevic, S., & Vujosevic, L. (2018). Zero-sequence voltage-based method for determination and classification of unloaded overhead line operating conditions at the moment of energization. *Electric Power Components and Systems*, 46(2), 162-176.
22. Vujošević, S., & Mujović, S. (2018). Application of EMD and STFT methods in analysis of energization of an unloaded overhead line under different operating conditions. In *Advanced Technologies, Systems, and Applications II: Proceedings of the International Symposium on Innovative and Interdisciplinary Applications of Advanced Technologies (IAT)* (pp. 349-362). Springer International Publishing.
23. Mujović, S., Katić, V., & Radović, J. (2011). Uticaj grupisanja nelinearnih potrošača malih snaga na redukovanje harmonijskog spektra generisane struje. *ETF Journal of Electrical Engineering*, br, 1.
24. Pavličević, A., & Mujović, S. (2022). Impact of Reactive Power from Public Electric Vehicle Stations on Transformer Aging and Active Energy Losses. *Energies*, 15(19), 7085.
25. Mišurović, F., & Mujović, S. (2021, October). Probabilistic load flow analysis using Halton sequences in power systems with renewable resources. In *2021 International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering (ICECCME)* (pp. 1-6). IEEE.
26. Kontić, M., Mujović, S., & Čalasan, M. (2019, October). Electric vehicles as a mean for peak power curtailment in micro grids. In *2019 20th International Symposium on Power Electronics (Ee)* (pp. 1-5). IEEE.
27. Ilickovic, S., Mujovic, S., & Radovic, J. (2012). A Case Study Survey of the Impact of the Inductive Loads on Power Quality. *Journal of Energy and Power Engineering*, 6(10), 1698.
28. Mujović, S., Katić, V., & Radović, J. (2010). Power quality-based classification and modelling of small loads and generators. *International Journal of Electrical Engineering Education*, 47(3), 229-247.



Univerzitet Crne Gore
adresa / address_Cetinjska br. 2
81000 Podgorica, Crna Gora
telefon / phone_00382 20 414 255
fax_00382 20 414 230
mail_rektorat@ucg.ac.me
web_www.ucg.ac.me
University of Montenegro

Broj / Ref 03-1405
Datum / Date 24.09.2021


Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Broj	01.10.2021		
Org. jec			
	02/1	1539	

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“ br 44/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17, 55/18, 3/19, 17/19, 47/19, 72/19 i 74/20) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore na sjednici održanoj 24.09.2021. godine, donio je

ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Dr **SAŠA MUJOVIĆ** bira se u akademsko zvanje redovni profesor Univerziteta Crne Gore iz oblasti **Elektrenergetski sistemi** na **Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore**, na neodređeno vrijeme.

**SENAT UNIVERZITETA CRNE GORE**
PREDSJEDNIK
Prof. dr **Vladimir Božović**, rektor

BIOGRAFIJA: ZORAN MILJANIĆ

Rođen je 1980. godine u Baru, Republika Crna Gora. Osnovnu školu i Gimnaziju završio je u Baru. Na Elektrotehnički fakultet u Podgorici, odsjek energetika, upisao se 1998. godine. Diplomirao je 2002. godine. Za pokazan uspjeh tokom studija nagrađivan je od strane Elektrotehničkog fakulteta i Univerziteta Crne Gore. Na poslijediplomske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici, smjer elektroenergetski sistemi, upisao se 2003. godine i iste završio 2006. godine. Angažman u svojstvu saradnika u nastavi na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici, započinje 2003. godine, gdje je u radnom odnosu i danas kao nastavnik u zvanju vanrednog profesora.

Doktorsku disertaciju pod nazivom: „Optimizacija estimacije stanja EES-a primjenom genetskih algoritama u uslovima promjenljive topologije mreža“ odbranio je 2013. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

Autor je više naučnih i stručnih radova u renomiranim međunarodnim i domaćim časopisima i konferencijama, kao i brojnih studija, elaborata i analiza za potrebe domaćih i stranih privrednih subjekata. Recenzira radove za renomirane međunarodne naučne časopise. Glavne oblasti istraživanja i stručnog djelovanja su mu analiza i upravljanje elektroenergetskim sistemima, organizacija i planiranje u elektroenergetskom sektoru, energetska efikasnost i uticaj energetike na životnu sredinu.

Član je sljedećih međunarodnih i domaćih organizacija i udruženja: Član IEEE – Institute of Electrical & Electronics Engineers (Udruženje inženjera energetike i elektronike), Član CIGRE – Conseil International des Grands Réseaux Électriques (Međunarodno vijeće za velike električne mreže), predsjednik studijskog komiteta C1 – Ekonomija i razvoj elektroenergetskih sistema Crnogorskog Komiteta Međunarodnog vijeća za velike električne mreže CG KO CIGRE, Član studijskog komiteta C2 - Eksploatacija i upravljanje elektroenergetskim sistemima Crnogorskog Komiteta Međunarodnog vijeća za velike električne mreže CG KO CIGRE. Bio je član Odbora direktora Crnogorskog elektroprenosnog sistema.

Kontakt: zormi@ucg.ac.me

BIBLIOGRAFIJA: ZORAN MILJANIĆ

1. Radulović, V., & Miljanić, Z. (2020). Determination of Effective Protection Distance in Front of Surge Protective Devices in Low Voltage Systems. In *Advanced Technologies, Systems, and Applications IV-Proceedings of the International Symposium on Innovative and Interdisciplinary Applications of Advanced Technologies (IAT 2019)* (pp. 74–90).
2. Radulović, V., & Miljanić, Z. (2019). Effects of built-in varistors with low protection voltages on surge protection performances in low-voltage AC power systems. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 62(3), 933–946.
3. Miljanić, Z., Radulović, V., & Lutovac, B. (2018). Efficient placement of electric vehicles charging stations using integer linear programming. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 18(2), 11–16.
4. Radulović, V., & Miljanić, Z. (2017). The requirements for efficient overvoltage protection of electronic devices in low-voltage power systems. *Tehnički vjesnik/Technical Gazette*, 24.
5. Radulović, V., & Miljanić, Z. (2017). Zahtjevi za efikasnu prenaponsku zaštitu elektronskih uređaja u niskonaponskim instalacijama. *Tehnički vjesnik*, 24(Supplement 1), 177–184.
6. Radulović, V., Mujović, S., & Miljanić, Z. (2016). Effects of different combination wave generator design on surge protective devices characteristics in cascade protection systems. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 59(3), 823–834.
7. Radulović, V., Mujović, S., & Miljanić, Z. (2015). Characteristics of overvoltage protection with cascade application of surge protective devices in low-voltage AC power circuits. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 15(3), 153–161.
8. Miljanić, Z., Đurović, I., & Vujošević, I. (2013). Multiple channel PMU placement considering communication constraints. *Energy Systems*, 4, 125–135.
9. Miljanić, Z., Đurović, I., & Vujošević, I. (2012). Optimal placement of PMUs with limited number of channels. *Electric Power Systems Research*, 90, 93–98.
10. Miljanić, Z., & Vujošević, I. (2005). Advanced approach of power and energy losses calculation in low voltage distribution networks. *Tehnika-Elektrotehnika*, 54(2), 7–14.



Univerzitet Crne Gore

adresa / address_ Cetinjska br. 2
81000 Podgorica, Crna Gora
telefon / phone _00382 20 414 255
fax_ 00382 20 414 230
mail_rektorat@ac.me
web_www.ucg.ac.me

University of Montenegro

Broj / Ref 03 - 4201

Datum / Date 25. 12. 2018

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“ br. 44/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17 i 55/18) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore na sjednici održanoj 25.12. 2018.godine, donio je

**ODLUKU
O IZBORU U ZVANJE**

Dr ZORAN MILJANIĆ bira se u akademsko zvanje **vanredni profesor Univerziteta Crne Gore za oblast Elektroenergetski sistemi na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore** (Analiza elektroenergetskih sistema I, Analiza elektroenergetskih sistema II, Relejna zaštita, Upravljanje elektroenergetskim sistemima), na period od pet godina.



**SENAT UNIVERZITETA CRNE GORE
PREDSJEDNIK**

Prof.dr Danilo Nikolić, rektor

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

Primljeno: <u>09. 01. 2019</u>			
Org. jed.	Broj	Prilog	Vrijednost

BIOGRAFIJA: VLADAN RADULOVIĆ

Radulović Vladan je rođen 27.08.1979. godine u Podgorici, Republika Crna Gora. Osnovnu školu i srednju Elektrotehničku školu završio je u Podgorici. Za pokazan uspjeh tokom osnovne i srednje škole dobitnik je diplome Luča. Tokom školovanja u srednjoj Elektrotehničkoj školi "Vaso Aligrudić" u Podgorici tri puta je proglašavan za učenika generacije. Dobitnik je nagrade Skupštine Opštine Podgorica najboljim učenicima srednjih škola Podgorice 1998. godine.

Na Elektrotehnički fakultet u Podgorici, Univerzitet Crne Gore, odsjek energetika, upisao se 1998 godine. Diplomirao je 01.11.2002 godine odbranom diplomskog rada "Sklopni prenaponi" sa ocjenom 10 i prosječnom ocjenom tokom studija 9,79. Za vrijeme redovnih studija bio je korisnik stipendije Vlade Republike Crne Gore za talentovane studente i učenike. Za pokazan uspjeh u toku studija dobitnik je nagrade Univerziteta Crne Gore za najboljeg studenta Univerziteta u oblasti tehničkih, prirodno-matematičkih i medicinskih nauka 2003 godine.

Na poslijediplomske studije na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici, smjer elektroenergetski sistemi, upisao se 2002. godine i iste završio sa prosječnom ocjenom 10. Magistarsku tezu pod nazivom „Izbor odvodnika prenapona sa aspekta uticaja privremenih prenapona u elektroenergetskom sistemu“ je odbranio 06.06.2005. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

Doktorsku disertaciju pod nazivom: „Optimizacija sistema zaštite od atmosferskog pražnjenja u električnim instalacijama niskog napona“ odbranio je 08.03.2011. godine na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

Autor je više naučnih i stručnih radova u renomiranim međunarodnim i domaćim časopisima i konferencijama.

Rukovodilac je studijskog programa Energetika i Automatika na Elektrotehničkom fakultetu u Podgorici.

Član je više međunarodnih i domaćih organizacija i udruženja i to:

- Član IEEE - Institute of Electrical & Electronics Engineers (Udruženje inženjera energetike i elektronike).
- Član CIGRE – Conseil International des Grands Réseaux Électriques (Međunarodno vijeće za velike električne mreže).
- Predsjednik studijskog komiteta C4 – Tehničke performanse elektroenergetskih sistema Crnogorskog Komiteta Međunarodnog vijeća za velike električne mreže CG KO CIGRE.
- Član studijskog komiteta C2 - Eksploatacija i upravljanje elektroenergetskim sistemima Crnogorskog Komiteta Međunarodnog vijeća za velike električne mreže CG KO CIGRE.
- Član Centra za mlade naučnike Crnogorske Akademije nauka i umjetnosti.

- Predsjednik Tehničkog komiteta stručnog tijela ISME/TK E 006 Instituta za standardizaciju Crne Gore

Recenzent je u renomiranim međunarodnim časopisima: IEEE Transactions on Power Delivery i IET Generation, Transmission and Distribution.

Oblasti stručnog interesovanja su: elektrane, alternativni izvori električne energije, prenaponska zaštita, tehnika visokog napona, visokonaponska razvodna postrojenja, modelovanje elemenata elektroenergetskih sistema.

Kontakt: vladanra@ucg.ac.me

BIBLIOGRAFIJA: VLADAN RADULOVIĆ

1. Miljanić, Z., Radulović, V., & Lutovac, B. (2018). Efficient placement of electric vehicles charging stations using integer linear programming. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 18(2), 11–16.
2. Radulović, V., Mujovic, S., & Miljanic, Z. (2015). Characteristics of overvoltage protection with cascade application of surge protective devices in low-voltage AC power circuits. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 15(3), 153–161.
3. Radulović, V., Mujovic, S., & Miljanic, Z. (2016). Effects of different combination wave generator design on surge protective devices characteristics in cascade protection systems. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 59(3), 823–834.
4. Radulović, V., & Miljanić, Z. (2017). The requirements for efficient overvoltage protection of the electronic devices in low-voltage power systems. *Tehnički vjesnik/Technical Gazette*, 24.
5. Radulović, V., & Miljanic, Z. (2019). Effects of built-in varistors with low protection voltages on surge protection performances in low-voltage AC power systems. *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, 62(3), 933–946.
6. Radulović, V., & Miljanić, Z. (2020). Determination of Effective Protection Distance in Front of Surge Protective Devices in Low Voltage Systems. In *Advanced Technologies, Systems, and Applications IV-Proceedings of the International Symposium on Innovative and Interdisciplinary Applications of Advanced Technologies (IAT 2019)* (pp. 74–90).
7. Radulović, V., & Miljanić, Z. (2017). Zahtjevi za efikasnu prenaponsku zaštitu elektronskih uređaja u niskonaponskim instalacijama. *Tehnički vjesnik*, 24(Supplement 1), 177–184.
8. Katić, V., Mujovic, S., Radulovic, V., & Radovic, J. (2011). The impact of the load side parameters on PC cluster's harmonics emission. *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 11(1), 103–110.
9. Škuletić, S., & Radulovic, V. (2008). Effective protection distance from cascade coordinated surge protective devices to equipment in low-voltage AC power circuits. In *2008 43rd International Universities Power Engineering Conference* (pp. 1–5).
10. Radulovic, V., & Škuletić, S. (2010). Influence of combination wave generator's current undershoot on overvoltage protective characteristics. *IEEE transactions on power delivery*, 26(1), 152–160.
11. Škuletić, S., & Radulović, V. (2010). Analysis of surge protection performance in low-voltage AC systems with capacitive load. In *45th International Universities Power Engineering Conference UPEC2010* (pp. 1–6).
12. Ščekić L., Mujović, S., & Radulović, V. (2020). Pumped hydroelectric energy storage as a facilitator of renewable energy in liberalized electricity market. *Energies*, 13(22), 6076.
13. Mujovic, S., Đukanović, S., Radulovic, V., & Katić, V. (2016). Multi-parameter mathematical model for determination of PC cluster total harmonic distortion of input current. *COMPEL: The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, 35(1), 305–325.

14. Škuletić, S., & Radulovic, V. (2004). Possibility for fast and easy calculations and analysis of switching overvoltages. In 39th International Universities Power Engineering Conference, 2004. UPEC 2004. (pp. 149–153).
15. Mujović, S., Đukanović, S., Radulović, V., Katić, V., & Rašović, M. (2013). Least squares modeling of voltage harmonic distortion due to PC cluster operation. *Adv Electr Comput Eng*, 13(4), 133–138.
16. Škuletić, S., Radulović, V., & Stešević, I. (2013). Possibilities and limitations of measuring the energy of direct solar radiation. In 4th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives (pp. 1789–1794).
17. Škuletić, S., & Radulovic, V. (2006). Contribution to calculation of switching overvoltages originated by line energizing in the networks with lumped parameters. In Proceedings of the 41st International Universities Power Engineering Conference (pp. 926–930).
18. Radulović, V., & Mujović, S. (2019). Coordination of surge protective devices in low voltage AC power installations. *SN Applied Sciences*, 1, 1–9.
19. Alidemaj, A., Škuletić, S., & Radulović, V. (2017). Fault current due to asynchronous connection of the generator to the grid and impact on HV circuit breaker with SF6. *Tehnički vjesnik/Technical Gazette*, 24(6).
20. Radulović, V., & Durković, V. (2018). Surge protection of resistive loads in low voltage power installations. In 2018 23rd International Scientific-Professional Conference on Information Technology (IT) (pp. 1–4).
21. Škuletić, S., & others (2011). Optimization and protective distance of surge protective devices in low-voltage AC circuits. In 2011 46th International Universities' Power Engineering Conference (UPEC) (pp. 1–6).
22. Alidemaj, A., Škuletić, S., & Radulović, V. (2017). Struja kvara uslijed asinkronog priključka generatora na mrežu i njen utjecaj na visokonaponski prekidač s plinom SF6. *Tehnički vjesnik*, 24(6), 1813–1819.
23. Radulović, V., Dlabač, T., & Čalasan, M. (2014). Analysis of Switching Overvoltages in Ships Electric Power System. *Book of*, 239.
24. Škuletić, S., Savić, M., & Radulovic, V. (2007). Possibility of computer application for calculations of switching overvoltages originated by capacitive current's tripping. In 2007 42nd International Universities Power Engineering Conference (pp. 504–508).



Univerzitet Crne Gore
adresa / address_Cetinjska br. 2
81000 Podgorica, Crna Gora
telefon / phone_00382 20 414 255
fax_00382 20 414 230
mail_rektorat@ucg.ac.me
web_www.ucg.ac.me
University of Montenegro

Broj / Ref 03-1993

Datum / Date 15.12 2021

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET

21.12.2021	
02/1	2170

Na osnovu člana 72 stav 2 Zakona o visokom obrazovanju („Službeni list Crne Gore“ br. 44/14, 52/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17, 55/18, 3/19, 17/19, 47/19, 72/19, 74/20 i 104/21) i člana 32 stav 1 tačka 9 Statuta Univerziteta Crne Gore, Senat Univerziteta Crne Gore na sjednici održanoj 15.12.2021. godine, donio je

ODLUKU O IZBORU U ZVANJE

Dr Vladan Radulović bira se u akademsko zvanje redovni profesor Univerziteta Crne Gore za oblast **Elektroenergetski sistemi** na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta Crne Gore, na neodređeno vrijeme.



**SENAT UNIVERZITETA CRNE GORE
PREDSJEDNIK**

Božović
Prof. dr Vladimir Božović, rektor



PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	MSc Lazar Šćekić
Fakultet	Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet
Studijski program	Elektrotehnika
Broj indeksa	1/22
Ime i prezime roditelja	Miomir Šćekić, Marta Šćekić
Datum i mjesto rođenja	01.02.1998. godine, Nikšić
Adresa prebivališta	Milovana Pekovića bb, 81400 Nikšić
Telefon	+38267608061
E-mail	slazar@ucg.ac.me
BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA	
Obrazovanje	<ul style="list-style-type: none">- Magistarske studije, Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet, 22.07.2022. godine, A (10,00)- Specijalističke studije, Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet, 23.07.2020. godine, A (10,00)- Osnovne studije, Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet, 11.07.2019. godine, A (9,88)
Radno iskustvo	Saradnik u nastavi, Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet, oktobar 2021. godine – danas
Popis radova	<ol style="list-style-type: none">1. Almutairy, F., Šćekić, L., Matar, M., Elmoudi, R., & Wshah, S. (2023). Detection and Mitigation of GPS Spoofing Attacks on Phasor Measurement Units using Deep Learning. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 151, 109160.2. Šćekić, L., & Mujović, S. (2022). Long-Term Harmonic Analysis of Grid-Connected Photovoltaic Systems. In 2022 20th International Conference on Harmonics & Quality of Power (ICHQP) (pp. 1-6). IEEE.3. Almutairy, F., Šćekić, L., Elmoudi, R., & Wshah, S. (2021). Accurate Detection of False Data Injection Attacks in Renewable Power Systems using Deep Learning. IEEE Access, 9, 135774-135789.4. Šćekić, L., Kontić, M., & Srdanović, N. (2021). Siting and Sizing of Renewable Energy Sources: A Case Study on Montenegro. In 2021 21st International Symposium on Power Electronics (Ee) (pp. 1-6). IEEE.5. Janković, F., Šćekić, L., & Mujović, S. (2021). Matlab/Simulink Based Energy Consumption Prediction of Electric Vehicles. In 2021 21st International Symposium on Power Electronics (Ee) (pp. 1-5). IEEE.6. Šćekić, L., Mujović, S., & Radulović, V. (2020). Pumped Hydroelectric Energy Storage as a Facilitator of Renewable Energy in Liberalized Electricity Market. Energies, 13(22), 6076.

NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Dizajn sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija u elektroenergetskim sistemima
Na engleskom jeziku	Wide-area damping control for mitigating low-frequency inter-area oscillations in interconnected power systems
Objasnenje teme	
<p>Elektroenergetski sistem, zavisno od njegove veličine, može imati i na hiljade modova oscilacija, pri čemu se najčešće pravi razlika između lokalnih i među-zonskih modova. Dok prvom tipu odgovara scenario u kojem sinhroni generatori unutar jedne elektrane osciluju u odnosu na ostatak sistema, drugi tip se odnosi na scenario u kojem grupe sinhronih generatora osciluju jedna u odnosu na drugu. Učestanost ovih oscilacija se kreće u opsegu od 0,1 do 2 Hz, zbog čega se iste nazivaju nisko-frekventnim oscilacijama.</p> <p>Dok su lokalni modovi oscilacija najčešće dobro prigušeni, teorijski nalazi i praktična iskustva iz prethodnih nekoliko godina pokazuju da stabilizatori elektroenergetskog sistema nijesu efikasni u prigušenju među-zonskih oscilacija. Kako usljed sve veće integracije obnovljivih izvora energije odgovor elektroenergetskog sistema na poremećaje postaje sve brži, problem prigušenja među-zonskih oscilacija postaje sve kompleksniji. U cilju očuvanja stabilnosti elektroenergetskog sistema u novonastalim okolnostima, neophodno je napraviti otklon od konvencionalnih upravljačkih struktura i razviti nove mjere za prigušenje nisko-frekventnih oscilacija.</p>	
Pregled istraživanja	
<p>Niskofrekventne oscilacije su najčešće dobro prigušene tako da oscilovanje sinhronih generatora prestaje nakon nekoliko sekundi. Ipak, određena pogonska stanja mogu izazvati oscilacije čija amplituda postepeno raste, a dvije ovakve situacije su zabilježene 2016. i 2017. godine na nivou elektroenergetskog sistema kontinentalne Evrope [1], [2]. U prvom slučaju, sinhroni generatori u Španiji su oscilovali u odnosu na sinhronu generatore u ostatku kontinentalne Evrope, dok su u drugom slučaju oscilacije zabilježene između sinhronih generatora na jugu Italije i sinhronih generatora na sjeveru Njemačke i Danske. U oba slučaja su oscilacije trajale nekoliko minuta, sa odstupanjima frekvencije većim od 0,15 Hz, a prigušene su tek nakon promjene uklopnog stanja i redispečinga proizvodnih agregata. Nakon incidenata, ENTSO-E je inicirao provjeru podešenja postojećih stabilizatora elektroenergetskog sistema, ali su se aktuelna podešenja pokazala ispravnim, potvrđujući teorijsko tvrđenje da konvencionalni stabilizatori nijesu efikasni u prigušenju među-zonskih oscilacija [3].</p> <p>Rješenje problema ograničene modalne opservabilnosti koji je karakterističan za konvencionalne stabilizatore elektroenergetskog sistema omogućeno je razvojem sistema mjerenja širokog područja (eng. Wide-Area Measurement System – WAMS). WAMS se zasniva na uređajima za sinhronizovano mjerenje fazora (eng. Phasor Measurement Unit – PMU), koji su postavljeni na strateškim lokacijama u elektroenergetskom sistemu. Za razliku od tradicionalnih mjerenja koja karakteriše brzina ažuriranja od jednog uzorka na svake 2 do 4 sekunde, fazorska mjerenja karakteriše brzina ažuriranja od 30 do 240 uzoraka u sekundi, što ih čini izuzetno efikasnim u praćenju prelaznih procesa u elektroenergetskim sistemima [4]. Koristeći mogućnosti WAMS – a, moguće je razviti specijalizovani kontrolni sistemi za prigušenje oscilacija, u kojem centralno mjesto zauzima kontroler za prigušenje oscilacija (eng. Wide-Area Damping Controller – WADC).</p>	

Problem razvoja ovakvog sistema predstavlja izuzetno kompleksan problem koji se, zbog jednostavnije analize, može razložiti na:

- Problem dizajna arhitekture sistema,
- Problem izbora mjernih i upravljačkih signala za WADC i
- Problem dizajna WADC – a.

U nastavku je izložen pregled dostupnih istraživanja u ovoj oblasti sa posebnim fokusom na pojedinačne probleme.

Dizajn arhitekture sistema za prigušenje oscilacija

U zavisnosti od toga gdje se sprovodi zakon upravljanja, kao i od broja uključenih mjernih i kontrolnih uređaja, postojeći sistemi za prigušenje oscilacija se mogu svrstati u kategoriju decentralizovanih, centralizovanih, distribuiranih ili hijerarhijskih sistema [5]. Sve četiri kategorije se razlikuju u pogledu performansi i složenosti implementacije, a još uvijek ne postoji konsenzus po pitanju optimalne arhitekture.

Kod decentralizovanih sistema za prigušenje oscilacija, sve upravljačke akcije se sprovode lokalno na bazi ograničenog skupa mjerenja. Za razliku od tradicionalnih sistema koji se oslanjaju na lokalna mjerenja, kod decentralizovanih sistema zasnovanih na WAMS tehnologiji se za sprovođenje upravljačkih akcija u jednoj oblasti mogu koristiti mjerenja karakterističnih parametara režima iz druge oblasti. Primjeri mjerenja uključuju brzinu obrtanja rotora sinhronih generatora iz druge oblasti [6], razliku brzine obrtanja rotora između sinhronih generatora u različitim oblastima [3], ali i snagu razmjene na interkonektivnim dalekovodima između dvije oblasti [7]. Kako se sve upravljačke akcije sprovode na bazi ograničenog skupa informacija, decentralizovani sistemi postavljaju najniže zahtjeve u pogledu komunikacione infrastrukture.

Kod centralizovanih sistema za prigušenje oscilacija, centralna jedinica putem komunikacionih kanala prikuplja informacije iz različitih dijelova sistema, obrađuje ih i definiše upravljačke akcije koje se prenose do pojedinačnih kontrolnih uređaja. Za razliku od decentralizovanih sistema koji su dominantno zasnovani na stabilizatorima elektroenergetskog sistema, centralizovani sistemi uključuju i HVDC kablove [8], sisteme za skladištenje električne energije [9], ali i statičke VAR kompenzatore [10]. Zahvaljujući većoj opservabilnosti sistema, centralizovane sisteme karakterišu superiornije performanse u odnosu na decentralizovane. Ipak, kako centralizovani sistemi zahtijevaju prenos velike količine podataka, kašnjenje ili potpuni gubitak signala može ugroziti stabilnost elektroenergetskog sistema, zbog čega se teži povećati njihova robusnost na komunikacione probleme tokom samog dizajna [9]–[12].

Distribuirani sistemi za prigušenje oscilacija predstavljaju kompromis između centralizovanih i decentralizovanih sistema. Kod distribuiranih sistema je omogućena komunikacija između susjednih upravljačkih uređaja bez posredstva centralizovane jedinice koja sprovodi zakon upravljanja, čime se značajno smanjuju zahtjevi u pogledu komunikacione infrastrukture. Distribuirani sistemi za prigušenje oscilacija su najmanje zastupljeni u literaturi, a u [13] je demonstrirana njihova inferiornost u odnosu na centralizovane sisteme.

Kod hijerarhijskih sistema se kontrolisani sistem razlaže na više manjih podsistema čijim radom koordiniše centralna jedinica. U odnosu na centralizovane sisteme, hijerarhijske sisteme karakterišu niži zahtjevi u pogledu komunikacione infrastrukture i veća pouzdanost. Hijerarhijski sistemi kod kojih se kao aktuatori koriste stabilizatori elektroenergetskog sistema predstavljaju jedne od najstarijih [14], ali su prethodnih godina razmotrene mogućnosti korišćenja solarnih i vjetroelektrana [15], ali i HVDC kablova [16].

Izbor mjernih i upravljačkih signala

Nakon izbora arhitekture, naredni korak u razvoju sistema za prigušenje oscilacija je izbor mjernih i upravljačkih signala koji obezbjeđuju prigušenje konkretnih oscilatornih modova. Dok mjerni signal mora da obezbijedi zadovoljavajuću opservabilnost, kontrolni signal mora da obezbijedi zadovoljavajuću kontrolabilnost posmatranog moda.

Jedan od najranijih metoda koji je korišćen u ove svrhe zasniva se na proračunu faktora učešća [17], [18]. Ako je faktor učešća sinhronog generatora u oscilatornom modu visok, implementacijom stabilizatora elektroenergetskog sistema na posmatranom generatoru se može uticati na prigušenje posmatranog moda. Ipak, u [19] je pokazano da ovakav pristup može dovesti do pogrešnih zaključaka u situaciji kada u elektroenergetskom sistemu postoji više lokalnih modova sa sličnom frekvencijom.

Još jedan od klasičnih pristupa za izbor mjernih i upravljačkih signala zasniva se na primjeni metoda reziduuma [3], [8], [20]. U skladu sa definicijom iz modalne analize, reziduum predstavlja proizvod opservabilnosti i kontrolabilnosti moda pri konkretnoj kombinaciji mjernog i upravljačkog signala. Prema tome, kombinacija mjernog i upravljačkog signala sa najvećom vrijednošću reziduuma daje najbolje rezultate u prigušenju posmatranog moda. Nažalost, i ovaj metod pati od istih nedostataka kao i metod zasnovan na proračunu faktora učešća, uz značajno veću proračunsku složenost kod sistema velikih dimenzija.

Nedostatke prethodnih metoda za izbor mjernih i upravljačkih signala otklanja metod zasnovan na geometrijskoj interpretaciji modalne opservabilnosti i modalne kontrolabilnosti predložen u [21]. U [22] je dokazano da ovaj metod daje superiornije rezultate u odnosu na metod reziduuma, od kada je isti dominantno korišćen za određivanje optimalne kombinacije mjernih i upravljačkih signala u brojnim istraživanjima [23]–[25].

Pored ovih, u literaturi je dostupno još nekoliko različitih pristupa koji uključuju primjenu metoda dekompozicije singularnih vrijednosti [14], matrice relativnog pojačanja [26] i kombinovanih metoda [27], ali je njihova šira primjena do danas izostala.

Dizajn kontrolera za prigušenje oscilacija

Jedan od najranije korišćenih metoda za dizajn kontrolera za prigušenje oscilacija zasniva se na primjeni metoda reziduuma [3], [6], [7]. Suština primjene metoda reziduuma počiva na činjenici da

je promjena svojstvene vrijednosti $\Delta\lambda_i$ nakon implementacije kontrolera jednaka proizvodu reziduuma R_i i prenosne funkcije kontrolera $H(s)$. Nakon određivanja reziduuma, prenosna funkcija kontrolera se podešava tako da se svojstvena vrijednost λ_i pomjeri što dalje ka lijevoj poluravni, čime se postiže adekvatno prigušenje posmatranog oscilatornog moda.

Osim klasičnih tehnika, veliku primjenu u dizajnu kontrolera za prigušenje oscilacija našle su tehnike optimalnog upravljanja kao što je modelsko prediktivno upravljanje (eng. Model Predictive Control – MPC) [28], dok je u brojnim radovima kontroler dizajniran kao linearno-kvadratni regulator (eng. Linear Quadratic Regulator – LQR) [29]. Kako su ove metode zasnovane na pretpostavci potpuno opservabilnog i bešumnog sistema koja najčešće nije zadovoljena u realnim elektroenergetskim sistemima, kontroler za prigušenje oscilacija je u [30] dizajniran kao linearno-kvadratni Gausov regulator (eng. Linear Quadratic Gaussian – LQG) koji tretira postojanje Gausovog šuma u sistemu.

S obzirom na nesigurnosti u pogledu parametara elektroenergetskog sistema i širok spektar mogućih poremećaja, u velikom broju istraživanja su za dizajn kontrolera za prigušenje oscilacija korišćene tehnike iz H_∞ teorije upravljanja [10]. Iako se H_∞ sintezom garantuje stabilnost sistema na širokom spektru radnih uslova, ne garantuje se zadovoljavajuće ponašanje sistema prilikom prelaznih procesa, zbog čega je u [23] problem dizajna kontrolera za prigušenje oscilacija formulisan kao kombinovani H_2/H_∞ problem.

Pored konvencionalnih tehnika upravljanja, u posljednjih nekoliko godina postoji povećano interesovanje za primjenu tehnika inteligentnog i adaptivnog upravljanja u dizajnu WADC – a, a pregled aktuelnih istraživanja je predstavljen u [5].

Imajući prethodni pregled u vidu, jasno je da razvoj sistema za prigušenje oscilacija predstavlja izuzetno široku i aktuelnu oblast istraživanja sa velikim brojem neriješenih problema.

Cilj i hipoteze

Cilj ove doktorske disertacije je predlog novog metoda za dizajn sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija u elektroenergetskim sistemima. U disertaciji će biti dati odgovori na pitanja optimalne arhitekture, optimalnih mjernih i upravljačkih signala i optimalnog dizajna kontrolera za prigušenje oscilacija, sa posebnim fokusom na decentralizovane sisteme.

Hipoteze ove doktorske disertacije su sljedeće:

1. Moguće je dizajnirati decentralizovani sistem koji će obezbijediti simultano prigušenje više među-zonskih modova pod različitim radnim uslovima u elektroenergetskom sistemu.
2. Koordinisanim dizajnom decentralizovanih kontrolera je moguće postići komparabilne ili bolje performanse u pogledu prigušenja nisko-frekventnih oscilacija u odnosu na potpuno centralizovanu arhitekturu.
3. Decentralizovanom arhitekturom i dizajnom kontrolera je moguće minimizovati uticaj kašnjenja ili potpunog gubitka mjernog signala na rad sistema za prigušenje oscilacija.

Materijali, metode i plan istraživanja

Istraživanje će biti sprovedeno u četiri faze. Prva faza istraživanja će biti posvećena matematičkom modelovanju svih elemenata koji učestvuju u elektromehaničkim prelaznim procesima u elektroenergetskim sistemima. S obzirom na činjenicu da se ugaona stabilnost razmatra pri malim i velikim poremećajima, neophodno je formirati kako potpuni, nelinearni model sistema, tako i linearizovani model potreban za analize statičke stabilnosti. Kako sinhroni generatori dominantno utiču na tok prelaznih procesa, posebna pažnja će biti posvećena njihovom modelovanju zajedno sa pripadajućim sistemima regulacije pobude i učestanosti. Prilikom modelovanja proizvodnih kapaciteta i drugih uređaja priključenih na mrežu preko energetske pretvarača, dinamika DC strane će biti potpuno zanemarena. Razlog za zanemarivanje je što su vremenske konstante prelaznih procesa na DC strani neuporedivo kraće od tipičnih vremenskih konstanti koje karakterišu odziv sinhronih generatora na poremećaje.

Nakon postavljanja potrebne matematičke osnove, u drugoj fazi istraživanja će u programskom jeziku Python biti implementirane numeričke metode potrebne za sprovođenje analiza statičke i tranzijentne stabilnosti elektroenergetskog sistema. Za potrebe analize statičke stabilnosti, neophodno je implementirati tehnike modalne analize koje omogućavaju proračun svojstvenih vrijednosti, svojstvenih vektora, reziduuma, faktora učešća, kao i modalnih mjera kontrolabilnosti i opservabilnosti. Sa druge strane, za potrebe analize tranzijentne stabilnosti, neophodno je implementirati numeričke metode integracije koje omogućavaju rješavanje sistema diferencijalno-algebarskih jednačina koje opisuju ponašanje elektroenergetskog sistema nakon poremećaja. Prilikom implementacije numeričkih metoda integracije, neophodno je omogućiti jednostavno inkorporiranje limitera koji su sastavni dio svih kontrolera u oblasti elektroenergetskih sistema. Implementacijom potrebnih numeričkih metoda, biće omogućena analiza uticaja različitih struktura sistema za prigušenje oscilacija na ugaonu stabilnost elektroenergetskog sistema. Iako se prigušenje nisko-frekventnih oscilacija prije svega odnosi na odgovor sistema na male poremećaje, WADC kontroleri ne smiju dovesti do narušavanja odgovora sistema na velike poremećaje.

U trećoj fazi će, nakon detaljnog sagledavanja postojećih pristupa, biti predložen novi pristup dizajnu sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija. U skladu sa izloženom dekompozicijom problema, predloženi pristup će dati odgovore na pitanja optimalne arhitekture, optimalnih mjernih i upravljačkih signala i optimalnog dizajna kontrolera za prigušenje oscilacija. U pogledu arhitekture, posebna pažnja će biti posvećena decentralizovanim sistemima za prigušenje oscilacija, jer postavljaju najniže zahtjeve u pogledu komunikacione infrastrukture i zahtijevaju najmanje koordinacije između nezavisnih operatora prenosnog sistema. Kako parametri realnih elektroenergetskih sistema najčešće obiluju greškama, za potrebe dizajna kontrolera će posebna pažnja biti posvećena tehnikama robusnog upravljanja.

U četvrtoj fazi će, koristeći prethodno razvijene numeričke metode, biti analiziran uticaj razvijenog sistema za prigušenje oscilacija na odziv testnih elektroenergetskih sistema na poremećaje. Kako bi se ispitala skalabilnost predloženog pristupa, biće korišćeni elektroenergetski sistemi različitih dimenzija. Ponašanje sistema će biti razmotreno u slučaju malih i velikih poremećaja pri različitim scenarijima potrošnje i proizvodnje, ali i pri različitim uklopnim stanjima. Dodatno, biće analiziran

uticaj kašnjenja i potpunog gubitka mjernih signala na ponašanje sistema. Predloženi pristup će biti upoređen sa nekim od postojećih centralizovanih i decentralizovanih pristupa u pogledu složenosti implementacije, proračunske složenosti i tehničkih performansi.

Očekivani naučni doprinos

U ovoj doktorskoj disertaciji će biti predložen novi metod za dizajn decentralizovanog sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija u elektroenergetskim sistemima. Cilj predloženog metoda je postizanje boljih ili komparabilnih performansi u pogledu prigušenja oscilacija u odnosu na potpuno centralizovanu arhitekturu, uz smanjenje zahtjeva u pogledu komunikacione infrastrukture. Performanse sistema za prigušenje oscilacija dizajniranog primjenom predloženog metoda će biti upoređene sa postojećim centralizovanim i decentralizovanim sistemima u simulacionom okruženju.

Spisak objavljenih radova kandidata

1. Almutairy, F., Šćekić, L., Matar, M., Elmoudi, R., & Wshah, S. (2023). Detection and Mitigation of GPS Spoofing Attacks on Phasor Measurement Units using Deep Learning. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 151, 109160.
2. Šćekić, L., & Mujović, S. (2022). Long-Term Harmonic Analysis of Grid-Connected Photovoltaic Systems. In *2022 20th International Conference on Harmonics & Quality of Power (ICHQP)* (pp. 1-6). IEEE.
3. Almutairy, F., Šćekić, L., Elmoudi, R., & Wshah, S. (2021). Accurate Detection of False Data Injection Attacks in Renewable Power Systems using Deep Learning. *IEEE Access*, 9, 135774-135789.
4. Šćekić, L., Kontić, M., & Srdanović, N. (2021). Siting and Sizing of Renewable Energy Sources: A Case Study on Montenegro. In *2021 21st International Symposium on Power Electronics (Ee)* (pp. 1-6). IEEE.
5. Janković, F., Šćekić, L., & Mujović, S. (2021). Matlab/Simulink Based Energy Consumption Prediction of Electric Vehicles. In *2021 21st International Symposium on Power Electronics (Ee)* (pp. 1-5). IEEE.
6. Šćekić, L., Mujović, S., & Radulović, V. (2020). Pumped Hydroelectric Energy Storage as a Facilitator of Renewable Energy in Liberalized Electricity Market. *Energies*, 13(22), 6076.

Popis literature

- [1] ENTSO-E System Protection and Dynamics Work Group, "Analysis of Continental Europe Inter-Area Oscillations of December 1, 2016," 2017. [Online]. Available: www.entsoe.eu
- [2] ENTSO-E System Protection and Dynamics Work Group, "Oscillation Event 03.12.2017.," 2018.
- [3] M. E. Aboul-Ela, A. A. Sallam, J. D. McCalley, and A. A. Fouad, "Damping Controller Design for System Oscillations using Global Signals," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 11, no. 2, pp. 767–773, 1996, doi: 10.1109/59.496152.
- [4] J. Zhao et al., "Power System Dynamic State Estimation: Motivations, Definitions, Methodologies, and Future Work," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 34, no. 4, pp. 3188–3198, Jul. 2019, doi: 10.1109/TPWRS.2019.2894769.
- [5] N. Mira-Gebauer, C. Rahmann, R. Alvarez-Malebran, and V. Vittal, "Review of Wide-Area Controllers for Supporting Power System Stability," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 8073–8095, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3237576.
- [6] X. Yang and A. Feliachi, "Stabilization of Inter-Area Oscillation Modes Through Excitation Systems," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 9, no. 1, pp. 494–502, 1994, doi: 10.1109/59.317574.

- [7] N. Yang, Q. Liu, and J. D. McCalley, "TCSC Controller Design for Damping Interarea Oscillations," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 13, no. 4, pp. 1304–1310, 1998, doi: 10.1109/59.736269.
- [8] Y. Li, C. Rehtanz, S. Rüberg, L. Luo, and Y. Cao, "Wide-Area Robust Coordination Approach of HVDC and FACTS Controllers for Damping Multiple Interarea Oscillations," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 27, no. 3, pp. 1096–1105, 2012, doi: 10.1109/TPWRD.2012.2190830.
- [9] M. Saejia and I. Ngamroo, "A Robust Centralized SMES Controller Design Based on WAMS Considering System and Communication Delay Uncertainties," *Electric Power Systems Research*, vol. 81, no. 4, pp. 846–852, Apr. 2011, doi: 10.1016/j.epsr.2010.11.013.
- [10] B. P. Padhy, S. C. Srivastava, and N. K. Verma, "A Wide-Area Damping Controller Considering Network Input and Output Delays and Packet Drop," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 32, no. 1, pp. 166–176, Jan. 2017, doi: 10.1109/TPWRS.2016.2547967.
- [11] W. Yao, L. Jiang, J. Wen, Q. H. Wu, and S. Cheng, "Wide-Area Damping Controller of FACTS Devices for Inter-Area Oscillations Considering Communication Time Delays," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 29, no. 1, pp. 318–329, Jan. 2014, doi: 10.1109/TPWRS.2013.2280216.
- [12] M. E. C. Bento, "Fixed Low-Order Wide-Area Damping Controller Considering Time Delays and Power System Operation Uncertainties," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 35, no. 5, pp. 3918–3926, Sep. 2020, doi: 10.1109/TPWRS.2020.2978426.
- [13] D. Wang, M. Glavic, and L. Wehenkel, "Comparison of Centralized, Distributed and Hierarchical Model Predictive Control Schemes for Electromechanical Oscillations Damping in Large-Scale Power Systems," *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, vol. 58, pp. 32–41, Jun. 2014, doi: 10.1016/j.ijepes.2014.01.007.
- [14] I. Kamwa, S. Member, R. Grondin, and Y. Hébert, "Wide-Area Measurement Based Stabilizing Control of Large Power Systems - A Decentralized/Hierarchical Approach," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 16, no. 1, pp. 136–153, 2001, doi: 10.1109/59.910791.
- [15] A. E. Leon and J. A. Solsona, "Power Oscillation Damping Improvement by Adding Multiple Wind Farms to Wide-Area Coordinating Controls," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 29, no. 3, pp. 1356–1364, 2014, doi: 10.1109/TPWRS.2013.2289970.
- [16] T. Surinkaew and I. Ngamroo, "Inter-Area Oscillation Damping Control Design Considering Impact of Variable Latencies," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 34, no. 1, pp. 481–493, Jan. 2019, doi: 10.1109/TPWRS.2018.2866032.
- [17] M. Klein, G. J. Rogers, P. Kundur, and O. Toronto, "A Fundamental Study of Inter-Area Oscillations in Power Systems," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 6, no. 3, pp. 914–921, 1991.
- [18] R. Eriksson and L. Soder, "Wide-Area Measurement System-Based Subspace Identification for Obtaining Linear Models to Centrally Coordinate Controllable Devices," *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 26, no. 2, pp. 988–997, Apr. 2011, doi: 10.1109/TPWRD.2010.2094628.
- [19] M. Klein, G. J. Rogers, S. Moorthy, and P. Kundur, "Analytical Investigation of Factors Influencing Power System Stabilizers Performance," *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol. 7, no. 3, pp. 382–390, 1992, doi: 10.1109/60.148556.
- [20] D. P. Ke, C. Y. Chung, and Y. Xue, "An Eigenstructure-Based Performance Index and its Application to Control Design for Damping Inter-Area Oscillations in Power Systems," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 26, no. 4, pp. 2371–2380, Nov. 2011, doi: 10.1109/TPWRS.2011.2123119.

- [21] H. M. A. Hamdan and A. M. A. Hamdan, "On the Coupling Measures between Modes and State Variables and Subsynchronous Resonance," *Electric Power Systems Research*, vol. 13, no. 3, pp. 165–171, 1987, doi: 10.1016/0378-7796(87)90001-0.
- [22] A. Heniche and I. Kamwa, "Assessment of Two Methods to Select Wide-Area Signals for Power System Damping Control," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 23, no. 2, pp. 572–581, May 2008, doi: 10.1109/TPWRS.2008.919240.
- [23] Y. Zhang and A. Bose, "Design of Wide-Area Damping Controllers for Interarea Oscillations," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 23, no. 3, pp. 1136–1143, 2008, doi: 10.1109/TPWRS.2008.926718.
- [24] A. Kumar and M. Bhadu, "Wide-Area Damping Control System for Large Wind Generation with Multiple Operational Uncertainty," *Electric Power Systems Research*, vol. 213, p. 108755, Dec. 2022, doi: 10.1016/j.epr.2022.108755.
- [25] K. Kumar, A. Prakash, P. Singh, and S. K. Parida, "Large-Scale Solar PV Converter Based Robust Wide-Area Damping Controller for Critical Low Frequency Oscillations in Power Systems," *IEEE Trans Ind Appl*, pp. 1–12, 2023, doi: 10.1109/TIA.2023.3268632.
- [26] J. V. Milanović and A. C. S. Duque, "Identification of Electromechanical Modes and Placement of PSSs Using Relative Gain Array," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 19, no. 1, pp. 410–417, Feb. 2004, doi: 10.1109/TPWRS.2003.821454.
- [27] M. M. Farsangi, Y. H. Song, and K. Y. Lee, "Choice of FACTS Device Control Inputs for Damping Interarea Oscillations," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 19, no. 2, pp. 1135–1143, May 2004, doi: 10.1109/TPWRS.2003.820705.
- [28] A. Molina-Cabrera, M. A. Ríos, Y. Besanger, and N. HadjSaid, "A Latencies Tolerant Model Predictive Control Approach to Damp Inter-Area Oscillations in Delayed Power Systems," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 98, pp. 199–208, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.ijepes.2017.11.016.
- [29] J. M. Mauricio and A. E. Leon, "Improving Small-Signal Stability of Power Systems with Significant Converter-Interfaced Generation," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 35, no. 4, pp. 2904–2914, Jul. 2020, doi: 10.1109/TPWRS.2020.2968422.

SAGLASNOST PREDLOŽENOG MENTORA I DOKTORANDA SA PRIJAVOM

Odgovorno potvrđujem da sam saglasan sa temom koja se prijavljuje.

Mentor	Prof. dr Zoran Miljanić	<i>Miljanić Z.</i>
Doktorand	MSc Lazar Šćekić	<i>Lazar Šćekić</i>

IZJAVA

Odgovorno izjavljujem da doktorsku disertaciju sa istom temom nisam prijavio ni na jednom drugom fakultetu.

U Podgorici,
04.12.2023.

Lazar Šćekić

Lazar Šćekić

Na osnovu člana 33 Zakona o upravnom postupku ("Službeni list CG", br. 56/14, 20/15, 40/16 i 37/17), člana 115 Zakona o visokom obrazovanju ("Službeni list CG", br. 44/14, 52/14, 47/15, 40/16, 42/17, 71/17, 55/18, 3/19, 17/19, 47/19, 72/19, 74/20 104/21) i službene evidencije, a po zahtjevu studenta Šćekić Miomir Lazar, izdaje se

UVJERENJE O POLOŽENIM ISPITIMA

Student **Šćekić Miomir Lazar**, rođen **01-02-1998** godine u mjestu **Nikšić**, opština **Nikšić**, Republika **Crna Gora**, upisan je studijske **2022/2023** godine, u **I** godinu studija, kao student koji se **samofinansira** na **doktorske akademske studije**, studijski program **ELEKTROTEHNIKA**, koji realizuje **ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET - Podgorica** Univerziteta Crne Gore u trajanju od **3 (tri)** godine sa obimom **180** ECTS kredita.

Student je položio ispite iz sljedećih predmeta:

Redni broj	Semestar	Naziv predmeta	Ocjena	Uspjeh	Broj ECTS kredita
1.	1	ISTORIJA IDEJA I TEORIJA U ELEKTROTEHNICI	"A"	(odličan)	8.00
2.	1	METODOLOGIJA NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOG RADA	"A"	(odličan)	8.00
3.	1	PRETVARAČKA KOLA ZA OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE	"A"	(odličan)	8.00
4.	2	ODABRANA POGLAVLJA IZ STABILNOSTI EES	"A"	(odličan)	8.00
5.	2	VJEŠTAČKA INTELIGENCIJA	"A"	(odličan)	8.00

Zaključno sa rednim brojem **5**.

Ostvareni uspjeh u toku dosadašnjih studija je:

- srednja ocjena položenih ispita **"A" (10.00)**
- ukupan broj osvojenih ECTS kredita **40.00** ili **66.67%**
- indeks uspjeha **6.67**.

Uvjerjenje se izdaje na osnovu službene evidencije, a u svrhu ostvarivanja prava na: (dječji dodatak, porodičnu penziju, invalidski dodatak, zdravstvenu legitimaciju, povlašćenu vožnju za gradski saobraćaj, studentski dom, studentski kredit, stipendiju, regulisanje vojne obaveze i slično).

Broj:
Podgorica, 22.12.2023 godine



SEKRETAR,

PO OVLAŠĆENJU SEKRETARA
Referent Studentske službe

Slavka Petrović