



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: 02/1-84/1
Datum: 22.01.2024.

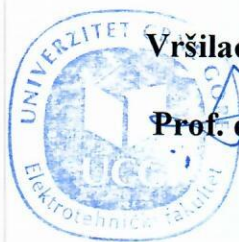
UNIVERZITET CRNE GORE

- Odboru za doktorske studije -

- Senatu -

O V D J E

U prilogu dostavljamo Odluku Vijeća Elektrotehničkog fakulteta sa sjednice od 17.01.2024. godine i **obrazac D1**, sa pratećom dokumentacijom, za kandidata MSc **Lazara Šečića**, 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: 02/1-84
Datum: 17.01.2024

Na osnovu člana 64 Statuta Univerziteta Crne Gore, u vezi sa članom 35 Pravila doktorskih studija, Vijeće Elektrotehničkog fakulteta u Podgorici, na sjednici od 17.01.2024. godine, donijelo je

ODLUKU

Daje se pozitivno mišljenje i prihvata Izvještaj Komisije za ocjenu prijave doktorske disertacije: „**Dizajn sistema za prigušenje nisko-frekventnih međuzonskih oscilacija u elektroenergetskim sistemima**“, kandidata MSc Lazara Šćekića.

-VIJEĆE ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA-



Vršilac funkcije DEKANA,

Budimir Lutovac
Prof. dr Budimir Lutovac

Dostavljeno:

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



UNIVERZITET CRNE GORE ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET			
Primljeno	Broj	Prilog	Vrijednost
15.01.2024	02/1	53	

UNIVERZITET CRNE GORE
Obrazac D1: Ocjena prijave doktorske teze i kandidata

OCJENA PRIJAVE DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	MSc Lazar Šćekić
Fakultet	Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet
Studijski program	Elektrotehnika
Broj indeksa	1/22
Podaci o magistarskom radu	Naziv: Procjena maksimalne sposobnosti niskonaponske elektro-distributivne mreže za priključenje distribuirane proizvodnje na bazi metoda za proračun tokova snaga za neizbalansirane mreže Naučna oblast: Elektroenergetski sistemi Institucija: Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet Godina završetka: 2022. Srednja ocjena: A (10,00)
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
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća organizacione jedinice	17. januar 2024. godine
Naučna oblast doktorske disertacije	Elektroenergetski sistemi
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Elektrotehnički fakultet	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
<p>Javna odbrana polaznih istraživanja doktorske disertacije radnog naslova „Dizajn sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija“ kandidata MSc Lazara Šćekića održana je 15.01.2024. godine u terminu od 12.00h do 13.00h u Svečanoj sali Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore.</p> <p>Kandidat je započeo izlaganje definicijom nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija u elektroenergetskim sistemima i njihovim karakteristikama. Nakon toga, kandidat je ukazao na brojne incidente koji su posljedica neprigušenih među-zonskih oscilacija, a koji su pogodili realne elektroenergetske sisteme u posljednjih 50 godina. Nakon zaključka da među-zonske oscilacije i dalje predstavljaju neriješen problem, kandidat je predstavio sisteme za prigušenje oscilacija kao potencijalno rješenje. U nastavku izlaganja, kandidat je predstavio aktuelno stanje u oblasti dizajna sistema za prigušenje oscilacija, sa posebnim fokusom na prednosti i mane postojećih metoda za izbor optimalne arhitekture, mjernih i upravljačkih signala i metoda za dizajn kontrolera za prigušenje oscilacija. Na samom kraju, kandidat je izložio ciljeve, istakao i obrazložio hipoteze i plan istraživanja kojim teži da odgovori na neriješena pitanja u oblasti istraživanja.</p>	

Nakon izlaganja kandidata, članovi Komisije su komentarisali temu i ciljeve istraživanja, kao i dosadašnje rezultate. Nakon toga, članovi Komisije su postavili pitanja na koja je kandidat uspješno odgovorio. Odbrana polaznih istraživanja je završena kroz diskusiju članova komisije i kandidata o budućim pravicima istraživanja. Mišljenje Komisije je da je kandidat uspješno obrazložio temu, cilj i hipoteze istraživanja, te da je predloženi plan istraživanja realan i izvodljiv.

B. OCJENA PRIJAVE TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

B1. Obrazloženje teme

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.

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 oscilacija. U tom kontekstu, u ovoj disertaciji će biti predložen novi pristup dizajnu sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija.

B2. Cilj i hipoteze

Cilj doktorske disertacije je predlog novog metoda za dizajn decentralizovanih sistema za prigušenje nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija u elektroenergetskim sistemima koji će obezbijediti komparabilne ili bolje performanse od potpuno centralizovanog sistema i minimizovati uticaj kašnjenja ili potpunog gubitka mjernog signala na rad sistema.

U tom kontekstu, hipoteze doktorske disertacije su:

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 oscilacija u odnosu na centralizovanu arhitekturu.
3. Decentralizovanom arhitekturom i dizajnom kontrolera je moguće minimizovati uticaj kašnjenja ili potpunog gubitka mjernog signala na rad sistema za prigušenje oscilacija.

B3. 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.

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 učesća, 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.

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.

B4. Naučni doprinos

U doktorskoj disertaciji će biti:

1. Dati odgovori na pitanja optimalne arhitekture, aktuatora, mjernih signala i metoda za dizajn kontrolera u sistemima za prigušenje oscilacija,
2. Predstavljeni detaljni dinamički modeli različitih elemenata savremenih elektroenergetskih sistema za primjenu u analizama stabilnosti,
3. Predstavljene metode i algoritmi za analizu statičke i tranzijentne stabilnosti višemašinskih sistema,
4. Predložen novi metod za dizajn decentralizovanih sistema za prigušenje oscilacija koji teži da postigne bolje performanse u pogledu prigušenja oscilacija u odnosu na potpuno centralizovane sisteme uz smanjenje zahtjeva u pogledu komunikacione infrastrukture,
5. Sprovedena komparativna analiza performansi predloženog sistema za prigušenje oscilacija u odnosu na neke od dostupnih centralizovanih i decentralizovanih sistema.

Na taj način, u doktorskoj disertaciji će biti predstavljena kompleksna matematička osnova na kojoj je zasnovana analiza ugaone stabilnosti višemašinskih sistema, upoređeni postojeći pristupi u dizajnu sistema za prigušenje među-zonskih oscilacija i predstavljen originalan pristup dizajnu decentralizovanih sistema sa detaljnom analizom njegovih performansi.

B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja

U skladu sa ustaljenom istraživačkom praksom u oblasti stabilnosti elektroenergetskih sistema, sve analize se sprovode u simulacionom okruženju, tako da istraživanje ne postavlja zahtjeve za eksperimentalnom validacijom. Dodatno, kako se za sprovođenje simulacija ne koriste komercijalni softveri (PSS/E, DIgSILENT PowerFactory i slični), već programski jezik Python, to ni simulacioni pristup ne zahtijeva finansijska ulaganja. Naravno, u cilju validacije sprovedenih simulacija, neophodno je njihovo upoređivanje sa simulacijama iz komercijalnih softvera, što je takođe moguće ostvariti bez dodatnih finansijskih ulaganja korišćenjem besplatnih studentskih verzija ovih softvera.

Imajući prethodno u vidu, istraživanje je izvodljivo kako u finansijskom, tako i u organizacionom smislu.

Mišljenje i prijedlog komisije

Komisija za ocjenu prijave teme doktorske disertacije je, nakon detaljnog razmatranja prijave teme doktorske disertacije, kvaliteta odbrane polaznih istraživanja i odgovora na postavljena pitanja, mišljenja da su polazna istraživanja kandidata MSc Lazara Šćekića originalan naučni poduhvat koji će dati vrijedan doprinos oblasti stabilnosti elektroenergetskih sistema. Osim direktnih rezultata ove doktorske disertacije, kandidat će tokom njene izrade postaviti osnov za dalja istraživanja na temu jednog od najizazovnijih aspekata planiranja i eksploatacije savremenih elektroenergetskih sistema.

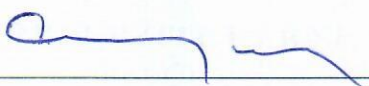

Imajući sve prethodno navedeno u vidu, Komisija smatra da je tema istraživanja aktuelna i da odgovara nivou doktorskih studija. Stoga je Komisija jednoglasno donijela odluku o tome da je kandidat uspješno odbranio polazna istraživanja, pa predlaže Vijeću Elektrotehničkog fakulteta i Senatu Univerziteta Crne Gore da odobri nastavak rada na doktorskoj disertaciji kandidatu MSc Lazaru Šćekiću.

Prijedlog izmjene naslova
Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora
Planirana odbrana doktorske disertacije

Septembar 2025. godine

Izdvojeno mišljenje
Napomena
ZAKLJUČAK

Predložena tema po svom sadržaju odgovara nivou doktorskih studija.	DA	NE
Tema je originalan naučno-istraživački rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	DA	NE
Kandidat može na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljene cilj i dokaže hipoteze.	DA	NE

Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata	
Prof. dr Saša Mujović, Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet, Crna Gora	
Prof. dr Vladan Radulović, Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet, Crna Gora	VRadulovic
Prof. dr Zoran Miljanić, Univerzitet Crne Gore – Elektrotehnički fakultet, Crna Gora	Miljanic
U Podgorici, 15.01.2024.	14.01.24. DEKAN 



PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PRIJAVE DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA	
Prof. dr Saša Mujović	<p>Koliko je procesorski zahtjevan dizajn predložene metode za prigušenje nisko-frekventnih međuzonskih oscilacija EES?</p> <p>Na koji način planirate da dokažete primjenljivost predložene metode na realnim sistemima uzimajući u obzir da se radi o upravljanju u realnom vremenu?</p>
Prof. dr Vladan Radulović	<p>Koji su osnovni indikatori kojima ćete kvantifikovati radne karakteristike predložene metode za prigušenje oscilacija radi poređenja sa drugim pristupima rješavanja istog problema, kao npr. u odnosu na centralizovani pristup prigušenju oscilacija?</p> <p>Da li računate na upotrebu fazorskih mjernih uređaja kao preduslova za postizanje postavljenih ciljeva kada su nisko-frekventne međuzonske oscilacije u pitanju?</p>
Prof. dr Zoran Miljanić	<p>Možete li nam sa više detalja objasniti na koji način ste planirali da sprovedete validaciju rezultata istraživanja?</p> <p>Na koji način ste planirali da dokažete skalabilnost primjene predloženog sistema za prigušenje oscilacija u EES?</p> <p>Koje sve resurse EES planirate da uključite u sistem prigušenja nisko-frekventnih među-zonskih oscilacija?</p>
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
ZNAČAJNI KOMENTARI	

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 Ščekić Miomir Lazar, izdaje se

UVJERENJE O POLOŽENIM ISPITIMA

Student **Ščekić 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

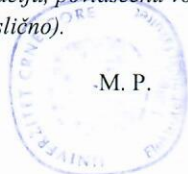
Zaključno sa rednim brojem **5**.

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, 22.01.2024 godine



M. P.

SEKRETAR,
Referent studentske službe
Olivera Vučić