

UCG

Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore  
**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

81000 Podgorica, Dž. Vašingtona bb, tel. (020) 245 839, fax: (020) 245 873  
Ž.R. 510-255-51, PIB: 02016702 302, PDV: 30/31-03951-6



Broj: 02/1-1850/1  
Datum: 03.11.2021

**UNIVERZITET CRNE GORE**

**- Odboru za doktorske studije -**

**- Senatu -**

**OVDJE**

U prilogu dostavljamo Odluku Vijeća Elektrotehničkog fakulteta sa sjednice od 03.11.2021. godine i **obrazac D1**, sa pratećom dokumentacijom, za kandidata MSc **Mihaila Miceva**, na dalje postupanje.



**DEKAN,**

**Prof. dr Saša Mujović**





Univerzitet Crne Gore

Univerzitet Crne Gore  
**ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**

81000 Podgorica, Dž. Vašingtona bb, tel. (020) 245 839, fax: (020) 245 873  
Ž.R. 510-255-51, PIB: 02016702 302, PDV: 30/31-03951-6



Broj: 02/1-1850  
Datum: 03.11.2021

Na osnovu člana 64 Statuta Univerziteta Crne Gore, u vezi sa članom 35 Pravila doktorskih studija, Vijeće Elektrotehničkog fakulteta u Podgorici, na elektronskoj sjednici od 03.11.2021. godine, donijelo je

### ODLUKU

Daje se pozitivno mišljenje i prihvata Izvještaj Komisije o ocjeni prijave doktorske disertacije: „**Novi pristupi u identifikaciji i optimizaciji parametara glavnih komponenti sistema za regulaciju pobude sinhronih generatora**“, kandidata MSc Mihaila Miceva.

**-VIJEĆE ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA-**



**DEKAN,**

**Prof. dr Saša Mujović**

Dostavljeno:

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





Primljeno:	18.10.2021.		
Org. jed.	Broj	Prilog	Vrijednost
02/1	1125/4		

## OCJENA PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	MSc Mihailo Micev
Fakultet	Elektrotehnički fakultet
Studijski program	Doktorske studije elektrotehnike
Broj indeksa	2/20
Podaci o magistarskom radu	Naziv rada: „Optimizacija parametara modela i upravljačkih uglova prekidačkog reluktantnog motora primjenom metaheurističkih algoritama“, Elektrotehnički fakultet – Univerzitet Crne Gore. Studijski program: Energetika i automatika, Srednja ocjena: 10.00. Godina završetka: 2020.
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Na službenom jeziku	Novi pristupi u identifikaciji i optimizaciji parametara glavnih komponenti sistema za regulaciju pobude sinhronih generatora
Na engleskom jeziku	Novel approaches for identification and parameters optimization of main components of synchronous generators' excitation control system
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća organizacione jedinice	03.11.2021. god.
Naučna oblast doktorske disertacije	Automatika
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet Crne Gore	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
<p>Javna odbrana polaznih istraživanja doktorske disertacije radnog naslova „<i>Novi pristupi u identifikaciji i optimizaciji parametara glavnih komponenti sistema za regulaciju pobude sinhronih generatora</i>“ održana je 8. oktobra 2021. godine u Svečanoj sali Elektrotehničkog fakulteta u vremenu od 10h do 11.30h.</p> <p>Kandidat je obrazložio temu, objasnio njen praktični značaj, ukazao na saradnju u realizaciji istraživanja sa različitim privrednim subjektima u zemlji, kao i akademskim i naučnim osobljem sa drugih univerzitetskih jedinica iz inostranstva i predstavio ostvarene rezultate do sada sprovedenih istraživanja. Takođe, kandidat je predočio Komisiji planove i ciljeve budućih istraživanja.</p> <p>Nakon izlaganja pripremljene prezentacije od strane kandidata, članovi Komisije su dali komentare i ukazali kandidatu na dodatne, potencijalne, pravce budućeg istraživanja. Usmena odbrana polaznih istraživanja je završena kroz diskusiju na pitanja postavljena od strane Komisije, na koja je kandidat uspješno odgovorio.</p>	
B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE	
<b>B1. Obrazloženje teme</b>	

Sistem za regulaciju pobude je veoma složen i multivarijabilan sistem, jer regulacija pobude utiče na izlazni napon generatora, ali i na struju, reaktivnu snagu i faktor snage na krajevima generatora. Analiza i planiranje sistema, kao i testiranje stabilnosti, zahtijevaju tačno identifikovanje parametara i modela generatora. Odabir tipa regulatora i njegov dizajn predstavljaju ključne aktivnosti u cilju obezbjeđenja kvalitetnog odziva sistema na sve poremećaje u mreži. Prema tome, tema ove disertacije odnosi se na predlog novih pristupa za identifikaciju i optimizaciju parametara glavnih komponenti sistema za regulaciju pobude sinhronih generatora.

### **B2. Cilj i hipoteze**

**Ciljevi** ove disertacije su dizajn novog tipa regulatora za sisteme za regulaciju pobude SG-a, razvoj novog originalnog i hibridnog algoritma u cilju određivanja njegovih parametara i razvoj nelinearnog parametarskog modela. Stoga, **prva hipoteza** ove disertacije je da će novi predloženi dizajn regulatora omogućiti kvalitetniji prelazni proces, čak i u prisustvu šumova i poremećaja. **Druga hipoteza** je da će novi algoritmi nadmašiti grafičke metode kod standardnih testova za određivanje parametara generatora. **Treća hipoteza** je da će nelinearni parametarski model pokazati superiorne performanse prilikom modelovanja SG-a.

### **B3. Metode i plan istraživanja**

**Plan istraživanja** koje će biti sprovedeno u ovoj disertaciji iskazan je u vidu tri pravca. Prvi pravac se odnosi na dizajn regulatora kod sistema za regulaciju pobude sinhronog generatora, dok se drugi i treći pravac istraživanja odnose na estimaciju parametara i modelovanje sinhronog generatora.

Veliki broj radova je posvećen problematici određivanja parametara regulatora kod sistema za regulaciju pobude sinhronog generatora. Tako veliki broj radova i aktuelnost problematike ukazuju na to da još nije predložen optimalan način za dizajn regulatora. Jedan dio ovog istraživanja biće usmjeren ka razvoju novog metaheurističkog algoritma, uključujući i mogućnost hibridizacije već postojećih algoritama, u cilju određivanja parametara regulatora koji će obezbijediti kvalitetniji vremenski odziv napona u odnosu na već postojeće algoritme za određivanje parametara regulatora. Osim toga, plan istraživanja podrazumijeva da se izvrši određivanje parametara regulatora, ali uzimajući u obzir ograničenje vrijednosti napona pobude. S obzirom na to da prevelika vrijednost napona pobude može dovesti do oštećenja namotaja, ovaj problem je u praksi vrlo izražen, a u dostupnoj literaturi uopšte nije uzet u obzir. Takođe, u ovom istraživanju biće obuhvaćeno i definisanje nove kriterijumske funkcije i strukture regulatora. U dostupnoj literaturi najzastupljeniji kriterijum je postizanje najkvalitetnijeg dinamičkog odziva napona generatora. Drugim riječima, kriterijumska funkcija je najčešće definisana sa ciljem da se postigne najmanje vrijeme smirenja, vrijeme uspona i najmanji preskok izlaznog napona, pri tome ne uzimajući u obzir uticaj promjene parametara sistema i mjernog šuma. U cilju prevazilaženja ovih nedostataka, u ovom istraživanju biće razmotrena mogućnost primjene nove robusne strukture regulatora, sa akcentom na suzbijanje uticaja mjernog šuma i promjene parametara sistema za regulaciju pobude.

Drugi pravac istraživanja vezan je za estimaciju parametara sinhronog generatora korišćenjem ogleđa trofaznog kratkog spoja neopterećenog generatora, koji je veoma poznat i predstavljen u standardizovanim procedurama. Međutim, u standardima se određivanje parametara na osnovu snimljene struje armature tokom kratkog spoja vrši grafičkim metodama, koje su vrlo neprecizne, nepouzdana i podložne ljudskoj grešci. U ovoj disertaciji će se analizirati mogućnost primjene metaheurističkih algoritama za određivanje parametara sinhronog generatora, čime se teži prevazilaženju grafičkih metoda i otklanjanju pomenutih nedostataka. Estimacija parametara generatora biće izvršena na osnovu eksperimentalno snimljenih talasnih oblika struje pobude i struje armature tokom kratkog spoja sinhronog generatora nominalne snage 109.6 MVA u hidroelektrani Bajina Bašta. Preciznije, parametri generatora će biti

određeni tako da se obezbijedi najmanje moguće odstupanje struje dobijene analitičkim izrazom od odgovarajuće eksperimentalno utvrđene struje. Takođe, veoma je bitno napomenuti da će biti korišćeni najprecizniji izrazi za struju pobude i struju armature, bez uvođenja ikakvih zanemarivanja i uprošćavanja. Na ovaj način se omogućava određivanje znatno većeg broja parametara generatora u odnosu na slučaj kada se koriste aproksimativni analitički izrazi koji su najčešće zastupljeni u literaturi.

Treći pravac planiranog istraživanja fokusiran je na modelovanju sinhronog generatora korišćenjem parametarskih nelinearnih modela u vremenskom domenu. S obzirom na to da je sinhroni generator izrazito nelinearan sistem, očekuje se da će npr. nelinearni auto – regresioni model sa spoljašnjim ulazom (nelinearni ARX model) biti adekvatan za reprezentaciju generatora. Estimacija parametara ovog modela biće izvršena na osnovu seta eksperimentalno snimljenih ulaznih i izlaznih podataka. Kod ovakvog pristupa, napon pobude generatora predstavlja ulaz u sistem, dok je izlaz iz sistema predstavljen izlaznim naponom. Napon pobude i napon generatora biće eksperimentalno snimljeni na generatoru nominalne snage 120 MVA u hidroelektrani Piva, i to u režimu praznog hoda, kao i pod opterećenjem. Robusnost ovako predloženog modela generatora biće testirana analizom odziva kada se smanje parametri PI regulatora, koji je korišćen u pomenutoj hidroelektrani kao dio sistema za regulaciju pobude. Takođe, potrebno je istaći da se estimacija parametara nelinearnog ARX modela može izvršiti u realnom vremenu, čime ovaj model prevazilazi brojne postojeće metode za određivanje parametara generatora koje ne omogućavaju estimaciju u realnom vremenu.

**Metode** za određivanje optimalnih vrijednosti parametara regulatora kod sistema za regulaciju pobude sinhronog generatora zasnivaju se na metaheurističkim algoritmima, pri čemu će standardna šema pomenutog sistema biti implementirana u programskom paketu Matlab. Kriterijumska funkcija, u ovom slučaju, biće fokusirana ne samo na kvalitet dinamičkog odziva, već na suzbijanje mjernog šuma i uticaja promjene parametara sistema. Dalje, parametri sinhronog generatora biće određeni takođe primjenom metaheurističkih algoritama, pri čemu je kriterijumska funkcija definisana kao minimalno odstupanje eksperimentalnih od simulacionih rezultata. Drugim riječima, kriterijumska funkcija se bazira na metodi najmanjih kvadrata. Takođe, u cilju modelovanja generatora, zbog njegovih izraženih nelinearnosti, biće predstavljen nelinearni ARX model. Parametri nelinearnog ARX modela biće estimirani primjenom modifikovane metode najmanjih kvadrata.

#### **B4. Naučni doprinos**

Novi pristupi za dizajn regulatora sistema za regulaciju pobude SG-a će biti prikazani u ovoj disertaciji. Štaviše, kako za optimizaciju parametara regulatora, novi metaheuristički algoritmi će biti razvijeni i za identifikaciju parametara generatora. Osim identifikacije parametara klasičnog modela generatora, u disertaciji će biti prikazani i novi razvijeni nelinearni parametarski modeli.




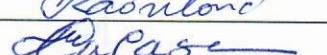

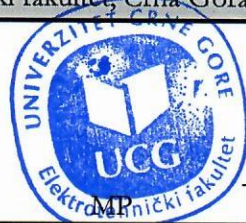

#### **B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja**

Sredstva potrebna za publikacije naučnoistraživačkih radova i prezentacije istraživanja na konferencijama obezbijediće se kroz Fond za naučnoistraživački rad nastavnika i saradnika Elektrotehničkog fakulteta, kao i kroz programe sufinansiranja naučnoistraživačkog rada Ministarstva prosvjete, nauke, kulture i sporta. Zahvaljujući uspješnoj saradnji sa privrednim partnerima, očekuje se uspješan završetak započetih eksperimentalnih istraživanja na sinhronim generatorima iz Hidroelektrane Piva.

Na organizacionu izvodljivost istraživanja negativan uticaj može imati preoterećenost kandidata brojnim nastavnim obavezama.

#### **Mišljenje i prijedlog komisije**

Nakon usmenog izlaganja kandidata na javnoj odbrani polaznih istraživanja, diskusije nakon izlaganja, a imajući u vidu i priloženu dokumentaciju (PD obrazac), Komisija daje pozitivnu ocjenu

<p>polaznih istraživanja kandidata MSc Mihaila Miceva. Komisija predlaže Vijeću Elektrotehničkog fakulteta, kao i Senatu Univerziteta Crne Gore, da prihvate ovaj Izvještaj i odobre nastavak rada na doktorskoj disertaciji.</p> <p>Komisija sa zadovoljstvom konstatuje da su u dosadašnjem toku istraživanja na doktorskoj disertaciji radnog naslova „<i>Novi pristupi u identifikaciji i optimizaciji parametara glavnih komponenti sistema za regulaciju pobude sinbroni generatora</i>“ već ostvareni izuzetni rezultati, koji svojim obimom i kvalitetom ukazuju na aktuelnost teme i ozbiljnost istraživanja. Tome u prilog ide činjenica da je kandidat do sada, osim nekoliko konferencijskih radova, objavio 7 radova u časopisima sa SCI/SCIE liste, od koji 3 rada u časopisima edicije IEEE.</p>		
<b>Prijedlog izmjene naslova</b>		
<b>Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora</b>		
<b>Planirana odbrana doktorske disertacije</b>		
Oktobar 2023. godine		
<b>Izdvojeno mišljenje</b>		
Nije bilo izdvojenih mišljenja.		
<b>Napomena</b>		
<b>ZAKLJUČAK</b>		
Predložena tema po svom sadržaju <b>odgovara</b> nivou doktorskih studija.	<b>DA</b>	
Tema je originalan naučno-istraživački rad koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije.	<b>DA</b>	
Kandidat <b>može</b> na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljeni cilj i dokaže hipoteze.	<b>DA</b>	
<b>Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata</b>		
Prof. dr Saša Mujović, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora		
Prof. dr Gojko Jokismović, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora		
Prof. dr Vladan Vujičić, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora		
Prof. dr Milovan Radulović, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora		
Doc. dr Martin Čalasan, Elektrotehnički fakultet, Crna Gora		
U Podgorici, 03.11.2021. god.		
		DEKAN 

**PRILOG**

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI DOKTORSKE TEZE I KANDIDATA	
Prof. dr Saša Mujović	U kojim se studijama vezanim za elektroenergetske sisteme može koristiti predloženi model sinhronog generatora?
Prof. dr Gojko Jokismović	Da li se predloženo black-box modelovanje sinhronog generatora može primjeniti prilikom rada generatora na krutoj mreži ili u ostrvskom režimu rada?
Prof. dr Vladan Vujičić	Da li je moguće, umjesto prostog modela prvog reda, implementirati složeniji, dinamički model tiristorskog mosta u posmatranoj šemi automatske regulacije napona sinhronne mašine?
Prof. dr Milovan Radulović	Na koji način je moguće implementirati izmijenjenu strukturu regulatora tako da glavni cilj sistema za regulaciju pobude bude suzbijanje poremećaja i mjernih šumova?
Doc. dr Martin Čalasan	Kako se, na osnovu predložene identifikacije black-box modela sinhronog generatora, mogu identifikovati stvarni parametri generatora?
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
(Ime i prezime)	
ZNAČAJNI KOMENTARI	



UNIVERZITET CRNE GORE  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET  
ELEKTROTEHNIKA

Broj dosijea: 2/2020

Na osnovu člana 165 stava 1 Zakona o opštem upravnom postupku ("Službeni list RCG", broj 60/03.), člana 115 stava 2 Zakona o visokom obrazovanju ("Službeni list CG", broj 44/14.) i službene evidencije, a po zahtjevu studenta Micev Branko Mihailo, izdaje se

## UVJERENJE O POLOŽENIM ISPITIMA

Student **Micev Branko Mihailo**, rođen **01-11-1995** godine u mjestu **Podgorica**, opština **Podgorica**, Republika **Crna Gora**, upisan je studijske **2020/2021** 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.	1	REGULACIJA POBUDE SINHRONIH MAŠINA	"A"	(odličan)	8.00
5.	2	UPRAVLJANJE PROCESIMA (NAPREDNI KURS)	"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**.

Uvjerenje 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, 24.06.2021 godine



SEKRETAR  
PO OVLAŠĆENJU SEKRETARA  
Referent Studentske službe  
*Slavka Petrović*