

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовао комисију: 26.05.2022, Наставно-научно веће Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, број решења: 012-199/3-2022		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1. др Веран Васић	редовни професор	енергетска електроника, машине, погони и обновљиви извори електричне енергије 14.04.2011.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		председник
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. др Томислав Шекара	редовни професор	аутоматика 01.11.2017.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. др Јован Микуловић	редовни професор	електроенергетски системи 01.11.2017.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Електротехнички факултет, Универзитет у Београду		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. др Милица Кисић	доцент	електроника 01.06.2020.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

5.	др Лука Стрезоски	доцент	електроенергетика 01.03.2018.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		члан
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
6.	др Стеван Цветићанин	доцент	електроенергетика 15.07.2018.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		члан, ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији
7.	др Душан Зорица	редовни професор	теоријска физика 25.06.2020.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду		члан, ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

- Име, име једног родитеља, презиме: **Кристиан, Наташа, Хашка**
- Датум рођења, општина, држава: **26.07.1992, Нови Сад, Република Србија**
- Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: **Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, енергетика, електроника и телекомуникације, мастер инжењер електротехнике и рачунарства**
- Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: **2016, енергетика, електроника и телекомуникације**

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Анализа прелазних процеса, енергетског биланса и фреквенцијских карактеристика електричних кола са фракционим елементима

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.

Докторска дисертација садржи 4 поглавља, предговор, закључак и библиографију, има 37 слика, 71 библиографску јединицу и написана је на српском језику латиничким писмом на 82 стране. Поглавља дисертације су: „Предговор“, „Увод“, „Фракциона уопштења модела електричних елемената“, „ RC и RL кола са фракционим елементима“, „ RLC кола са фракционим елементима“, „Закључак“ и „Библиографија“. На крају дисертације је дата и кључна документацијска информација.

Оригинални научни допринос дисертације садржан је у поглављима: „Фракциона уопштења модела електричних елемената“, „ RC и RL кола са фракционим елементима“, „ RLC кола са фракционим елементима“.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов

Наслов докторске дисертације је јасно, коректно и прецизно формулисан, указује на испитивану проблематику и у потпуности изражава предмет и суштину теме.

Предговор

У предговору је дат краћи преглед актуелних резултата из литературе, везаних за тему дисертације, као мотивација истраживања које представља главни део дисертације. Укратко је дат осврт на тему, садржај и оригиналност резултата дисертације. У наставку предговора је изложена структурна организација дисертације.

Увод

У поглављу је дат кратак преглед својстава класичних RC , RL и RLC кола, као и математичког алата, који укључује Лапласову трансформацију, неке од теорема комплексне анализе и њихову примену у одређивању инверзне Лапласове трансформације методом контурне интеграције. Такође су наведени и најважнији елементи фракционог рачуна, као и нека својства оператора фракционе интеграције и фракционог диференцирања.

Поглавље у потпуности покрива математичке основе анализираног проблема, које су наведене коректно и прецизно.

Фракциона уопштења модела електричних елемената

Поглавље је посвећено фракционим уопштењима електричних елемената. Претпостављајући да количина наелектрисања на облогама кондензатора зависи од историје промене напона на њему, или обрнуто, да је напон на кондензатору зависан од историје промене наелектрисања на његовим облогама, односно изражавањем магнетског флукса калема у функцији историје његове струје, или обрнуто, изражавањем струје калема преко историје његовог магнетског флукса, фракциони кондензатор и калем су конститутивно моделирани збиром чланова који описују тренутни и меморијски допринос. Такође, у квазистационарном режиму је извршена анализа енергетског биланса електричних елемената описаних наведеним моделима и коментарисан је њихов карактер.

Поглавље садржи оригинални научни допринос и у потпуности покрива релевантне аспекте фракционог уопштења модела електричних елемената.

RC и RL кола са фракционим елементима

Формулисани су модели дисипативних и генеративних RC и RL кола и одређена је струја кола која представља одзив кола на принуду задату у облику електромоторне силе. Струја кола је одређена као аналитичко решење једначина кола коришћењем Лапласове трансформације и метода контурне интеграције. Кола су затим разматрана у квазистационарном режиму и коментарисан је њихов енергетски биланс и карактер. Претходна анализа је поткрепљена илустративним нумеричким примерима за побуду кола у облику Хевисајдове и простопериодичне функције, док су на крају главе разматране фреквенцијске карактеристике модула и аргумента функције преноса која одговара струји активног и пасивног RC кола заједно са њиховим асимптотским понашањем.

Поглавље садржи оригинални научни допринос. Коришћени методи су адекватни проблематици, а анализа је коректна.

RLC кола са фракционим елементима

У поглављу су формулисани модели четири редна фракциона RLC кола, која се састоје од комбинација отпорника са пасивним/активним калемом и пасивним/активним кондензатором: дисипативно-дисипативног, генеративно-генеративног, дисипативно-генеративног и генеративно-дисипативног RLC кола. Анализиран је транзијентни режим и прелазак у квазистационарно стање дисипативно-дисипативног RLC кола, а такође је разматран енергетски биланс и фреквенцијске карактеристике сва четири кола.

Поглавље садржи оригинални научни допринос. Анализа, дискусија и закључци су коректни.

Закључак

Поглавље је посвећено прегледу оригиналног научног доприноса дисертације и закључцима проистеклим из истраживања.

Закључци су коректни и прецизно су наведени сагласно садржају дисертације.

Библиографија

Литература је одговарајућа проблематици истраживаној у дисертацији.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

K. Haška, S. M. Cvetičanin, and D. Zorica. *Dissipative and generative fractional electric elements in modeling RC and RL circuits*. Nonlinear Dynamics, 105:3451-3474, 2021. DOI: 10.1007/s11071-021-06809-1. **M21a**

K. Haška, D. Zorica, and S. M. Cvetičanin. *Fractional RLC circuit in transient and steady state regimes*. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 96:105670-1-17, 2021. DOI: 10.1016/j.cnsns.2020.105670. **M21a**

K. Haška, D. Zorica, and S. M. Cvetičanin. *Frequency characteristics of dissipative and generative fractional RLC circuits*. Circuits Systems and Signal Processing, 2022. DOI: 10.1007/s00034-022-02025-3. **M22**

K. Haška, D. Zorica, and S. M. Cvetičanin. *Transient Regime of Fractional RLC Circuit*. Proceedings of the International Conference on Fractional Differentiation and its Applications (ICFDA'21). ICFDA 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 452. Springer, 2022. DOI: 10.1007/978-3-031-04383-3_4. **M33**

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

Класичне конститутивне релације, које описују понашање калема и кондензатора као основних елемената електричних кола, уопштене су тако да укључују како тренутни допринос одговарајуће физичке величине, тако и историју њене промене, при чему су меморијски ефекти моделирани коришћењем меморијског језгра у облику функције степеног типа, односно коришћењем фракционог интеграла, чиме су добијене две врсте конститутивних једначина за сваки од елемената. Анализа енергетског биланса елемената имплицира да конститутивне релације могу одговорати како пасивном тако и активном кондензатору и калему, односно елементима који или троше енергију или ју генеришу. Конститутивне релације дисипативних и генеративних елемената, изражене преко напона и струја, коришћене су како у комплексном, тако и у фреквенцијском домену у циљу дефинисања одговарајућих импеданси и адмитанси елемената.

Импедансе елемената у комплексном домену се користе за извођење једначина кола: пасивног и активног редног RC кола, као и пасивног и активног редног RL кола, чијим је решењима одређен одзив кола у прелазном режиму на задату електромоторну силу и које имплицирају различито квалитативно понашање одговарајућих сопствених одзива, који су одређени у аналитичком облику применом Лапасове трансформације на једначине кола. Разлике у квалитативном понашању одзива дисипативног и генеративног RC кола су илустроване нумеричким примерима. Анализа фреквенцијских карактеристика функција преноса RC кола поткрепила је закључке о реду и природи полова и нула функција преноса, а такође је показала да се RC коло понаша као високопропусни филтер без обзира на тип уопштеог кондензатора. Изрази који описују асимптотско понашања модула функције преноса за ниске учесталости и аргумента функције преноса за високе учесталости, пружају могућност процене параметара како дисипативног тако и генеративног RC кола.

Импедансе дисипативног и генеративног кондензатора и калема се користе за моделирање редних RLC кола: дисипативно-дисипативног, генеративно-генеративног, дисипативно-генеративног и генеративно-дисипативног. Дисипативно-дисипативно RLC коло је такође моделирано системом једначина, који се састоји од другог Кирхофовог закона комбинованог са Омим законом, конститутивних релација пасивног кондензатора и калема, дефиниционог израза за струју и

Фарадејевог закона електромагнетске индукције, што даје решење изражено суперпозицијом конволуције импулсног одзива и електромоторне силе и чланова који садрже наелектрисање на облогама кондензатора и магнетски флуks калема као почетне услове.

Енергетски биланс наведених RLC кола је анализиран коришћењем фазног угла струје кола у квазистационарном режиму, а такође је одређен и доминантни карактер кола и закључено је да код свих RLC кола преовлађује капацитивни карактер за ниске учесталости, док су индуктивна својства доминантна за високе учесталости. Што се тиче енергетског биланса фракционих RLC кола, закључено је да дисипативно-дисипативно коло троши енергију за све учесталости, док остала RLC кола, у зависности од учесталости, могу и трошити и генерисати енергију. Пошто су капацитивна (индуктивна) својства доминантна за ниске (високе) учесталости, термодинамичке својства кола за ниске (високе) учесталости одређене су термодинамичким својствима кондензатора (калема). Еквивалентна импеданса фракционих RLC кола је такође коришћена за одређивање израза за модуо и аргумент функција преноса, на основу којих је спроведена анализа фреквенцијских карактеристика, како аналитички, тако и графички коришћењем Бодевих дијаграма.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Дисертација је написана јасно и прегледно. Поглавља у којима су дате теоријске основе, математички алати и приказ литературе су јасна, прецизна и коректна. Оригинални научни резултати истраживања су приказани систематично, јасно и прегледно, а тумачења резултата су коректна и исправна.

Дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма (iThenticate). Извештај о подударности је показао да је преклапање текста у дозвољеним границама.

Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Дисертација представља оригинални научни допринос по следећим ставкама.

- Класични модели кондензатора и калема, као основних електричних елемената, уопштени су тако да у обзир узимају тренутне и историјске ефекте процеса поларизације и магнетизације материјала.
- Енергетски биланс елемената моделираних на претходно наведен начин показује да модели описују како елементе који троше, тако и елементе који генеришу енергију.
- Наведени модели су коришћени у циљу формулисања једначина редних RC , RL и RLC кола у временском домену, чијим је решавањем добијен одзив кола у аналитичком облику, потом коришћен за квалитативну и квантитативну анализу транзијентног и квазистационарног режима рада кола.
- Претпостављајући побуду, напоне на елементима и струју RC , RL и RLC кола у облику хармонијских функција, односно претпостављајући квазистационарни режим рада кола, анализиран је енергетски биланс кола, као и њихове фреквенцијске карактеристике.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Дисертација нема ни суштинских, ни формалних недостатака.

X ПРЕДЛОГ:
На основу наведеног, комисија предлаже:
Да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана.

Место и датум: Нови Сад, 30.06.2022.

1. др Веран Васић, редовни професор

_____, председник

2. др Томислав Шекара, редовни професор

_____, члан

3. др Јован Микуловић, редовни професор

_____, члан

4. др Милица Кисић, доцент

_____, члан

5. др Лука Стрезоски, доцент

_____, члан

6. др Стеван Цветићанин, доцент

_____, члан, ментор

7. др Душан Зорица, редовни професор

_____, члан, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај, јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.