

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Датум и орган који је именовao комисију 01.06.2017. решењем бр. 012-199/67-2016, Наставно-научно веће Факултета техничких наука 2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен: <ol style="list-style-type: none"> 1. др Владимир Катић, редовни професор, уно Енергетска електроника, машине и погони и обновљиви извори електричне енергије, изабран у звање 30.10.2002. год., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду 2. др Веран Васић, редовни професор, уно Енергетска електроника, машине и погони и обновљиви извори електричне енергије, изабран у звање 14.04.2011. год., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду 3. др Ђура Орос, ванредни професор, уно Енергетска електроника, машине и погони и обновљиви извори електричне енергије, изабран у звање 30.12.2013. год., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду 4. др Петар Матић, ванредни професор, уно Електроенергетика, изабран у звање 26.01.2017. год., Електротехнички факултет, Универзитет у Бањој Луци 5. др Дарко Марчетић, редовни професор, уно Енергетска електроника, машине и погони и обновљиви извори електричне енергије, изабран у звање 23.02.2017. год., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none"> 1. Име, име једног родитеља, презиме: Дејан, Драгутин, Релић 2. Датум рођења, општина, држава: 12.01.1977., Пријепоље, Република Србија 3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, електротехника и рачунарство – електроенергетика, дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2016., Енергетика, електроника и телекомуникације 5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, Управљање електромоторним погоном без давача, Енергетска електроника и електричне машине, 29.12.2006.
<ol style="list-style-type: none"> 6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Енергетска електроника и електричне машине
III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Откривање квара ротора кавезног асинхроног мотора применом техника анализе терминалних величина</p>

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Докторска дисертација је написана на 132 стране. Садржи 8 поглавља, 19 табела, 52 слике и 192 навода из литературе. Кључна документација је написана на српском и енглеском језику.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Обележја неуравнотежености електричног кола ротора у уобичајеним погонским условима
3. Обележја неуравнотежености електричног кола ротора у измењеним условима напајања
4. Математичко моделовање квара ротора у раду трофазног кавезног мотора
5. Поступак за процену оштећења ротора трофазног кавезног мотора
6. Експериментални резултати
7. Закључак
8. Литература

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Научна расправа која је изложена у дисертацији бави се предлогом неинвазивне методе за правовремено и поуздано откривање квара ротора кавезног асинхроног мотора применом техника анализе сигнала терминалних величина мотора.

Комисија сматра да је наслов дисертације јасно формулисан и да јасно указује на предмет истраживања и садржај рада у оквиру дисертације.

Прво поглавље

Ово поглавље представља увод у којем је кандидат указано на значај и потребу раног откривања оштећења штапних проводника трофазног кавезног асинхроног мотора. Дефинисани су предмет и циљ истраживања, са нагласком на очекиване резултате. Представљено је стање у области истраживања.

Комисија сматра да су проблем, предмет и циљ истраживања у дисертацији постављени концизно и јасно и да су успешно водили кандидата кроз рад на изабраној теми. Такође, дат је свеобухватан и користан приказ научне литературе у области. Наведене су постојеће методе за откривање квара ротора и изнете предности и недостаци појединих решења.

Друго поглавље

У другом поглављу дисертације кандидат је дао теоријска објашњења обележја неуравнотежености електричног кола ротора трофазног кавезног асинхроног мотора напајаног трофазним симетричним напоном. Неуравнотеженост електричног кола ротора настаје услед оштећења и/или прекида једног или више штапних проводника и/или краткоспојних прстенова, што води ка несиметрији струја ротора. Детаљну анализу оваквог режима кандидат је извршио применом методе симетричних компоненти, док је за потребе моделовања електричног кола ротора користио појам роторских петљи. Изнет је теоријски доказ настанка обележја квара ротора у спектру струја мотора преко делова флуksних обухвата. Показано је да, због присуства ових компоненти у струји мотора, долази до пулсирања електромагнетског момента, а тиме и брзине обртања мотора. Такође, кандидат је укратко изложио најчешће коришћене неинвазивне технике детекције квара ротора које су засноване на идентификацији обележја квара у спектру сигнала од интереса и то у стационарном стању погона. При томе је указано на недостатке метода у откривању квара ротора код неоптерећеног мотора у стационарном стању погона.

Комисија сматра да изнети теоријски поступак омогућава да се у потпуности сагледа и разуме механизам настанка обележја квара ротора у спектру сигнала струје, електромагнетског

момента и брзине обртања мотора. Начин на који је изнет аналитички доказ се не налази у литератури из предметне области. Тиме је дат важан научни допринос кандидата у теоријској анализи теме истраживања.

Треће поглавље

У трећем поглављу кандидат је извршио детаљну анализу обележја неуравнотежености електричног кола ротора у измењеним условима напајања где је предложио да се намотаји статора вежу на ред на одговарајући начин и напоје једнофазним напоном. Након излагања о раду трофазног кавезног асинхронног мотора на једнофазној мрежи, извршена је анализа обележја квара ротора у овако измењеним условима напајања. Теоријско разматрање се ослања на концепт роторских петљи и примену теорије симетричних компоненти. Показано је да настају и додатни показатељи квара ротора у спектру струје мотора, али и електромагнетског момента, брзине обртања и електричне снаге мотора који се у случају трофазног напајања не могу са сигурношћу открити. На основу ових резултата, кандидат је изнео хипотезу истраживања и формулисао предлог нове методе за поуздано и рано откривање квара ротора. Предложени метод је заснован на идентификацији релевантних обележја квара ротора у спектру сигнала терминалних величина једнофазног напајаног трофазног кавезног мотора у стационарном стању погона и то без присуства момента оптерећења.

На основу изнетих опсежних теоријских разматрања о појави додатних обележја квара ротора у измењеним условима напајања трофазног кавезног мотора, Комисија је мишљења да је хипотеза истраживања јасно формулисана у односу на постављене циљеве истраживања, те да је предложена нова метода за детекцију квара ротора у складу са изнетом хипотезом. Такође, комисија сматра да је од посебног значаја спроведени теоријски доказ о настанку показатеља квара ротора у спектру струје мотора, али и електромагнетског момента, брзине обртања и електричне снаге мотора.

Четврто поглавље

У четвртом поглављу је извршена провера изнетих теоријских тврдњи путем рачунарских симулација. Претходно је успостављен општи математички модел мотора у оригиналном домену који се ослања на вишеструко спрегнута електрична кола, а потом је сам модел прилагођен редној вези статорских намотаја у складу са предложеном методом за поуздано откривање квара ротора. Математички модел електричног мотора заснован на вишеструко спрегнутим електричним колима захтева познавање свих електричних параметара машине. За потребе овог истраживања вредности елемената матрице индуктивности у моделу машине одређени су линеарним магнетостатичким симулацијама у програму *FEMM 4.2*, који се ослања на методе коначних елемената, док је отпорност намотаја статора утврђена експериментално мерењем на разматраном мотору. Отпорност штапних проводника ротора израчуната је на основу познавања геометрије кавеза и материјала од кога је израђен. Целокупан модел мотора са кваром ротора реализован је у програму *MATLAB/Simulink*. Иако су индуктивности машине сложено периодичне функције положаја ротора, у коришћеном математичком моделу су уважени само основни хармоници статорско-роторских индуктивности, а све остале индуктивности имају константну вредност. Овакав приступ проблему представља компромис између нивоа тачности модела машине и брзине извршавања симулација. Након успостављања математичког модела и одређивања електричних параметара мотора, извршене су симулације квара ротора у раду трофазног кавезног мотора напајаног једнофазним напоном. Спроведене су се три симулације: мотор са исправним ротором, мотор са ротором са једним и три суседна проводника у прекиду. Прекид штапних проводника роторског кавеза моделован је увећањем отпорности штапног проводника или више њих у математичком моделу машине, тј. променом вредности одговарајућих елемената у роторској матрици отпорности. Све симулације су извршене за мрежно напајан неоптерећен мотор, али са уваженим механичким губицима. Резултати симулација су потврдили изнета теоријска разматрања, тј. показано је да поред уобичајених обележја квара ротора настају и додатни показатељи квара у спектру струје мотора, електромагнетског момента, брзине обртања и електричне снаге мотора.

Комисија је мишљења да су представљени резултати рачунарских симулација, добијених употребом математичког модела машине у оригиналном домену, важан допринос дисертације којим је учињен први корак у потврди теоријских тврдњи и верификацији предложене методе за детекцију квара ротора. Симулационим резултатима је потврђено да се обележја квара ротора

из фреквенцијског домена сигнала терминалних величина трофазног кавезног асинхроног мотора могу идентификовати и када је мотор неоптерећен. Дискусија добијених резултата је свеобухватна и јасна.

Пето поглавље

У петом поглављу је извршено унапређење методе која је у оквиру дисертације предложена за рано откривање квара ротора и то увођењем поступка за процену оштећења штапних проводника. Будући да се износи амплитуда обележја квара ротора повећавају са прогресијом квара ротора, што је потврђено рачунарским симулацијама, предложено је да се вредности обележја искористе за квантитативну процену исправности ротора. При том, акценат је стављен само на компоненте које се могу измерити у реалним условима и чије се амплитуде значајније мењају са порастом оштећења ротора. То су спектралне компоненте струје бочних појаса у околини основне компоненте и њеног трећег хармоника, као и спектралне компоненте снаге у околини једносмерне компоненте и компоненте на двострукој учестаности напајања, уз додатак обележја сигнала струје мотора из временског домена. Предложени поступак за процену оштећења штапних проводника се заснива на примени вештачке неуронске мреже у поступку класификације. Улаз у неуронску мрежу чине релевантна обележја квара ротора која су претходно установљена, а на излазу мреже се врши класификација стања ротора у неколико предефинисаних група. Предложена су четири бинарна класификатора који описују: исправан ротор, ротор са прекидом једног проводника, ротор са прекидом два проводника и ротор са прекидом три и више проводника. Скуп улазних података за обуку, валидацију и тестирање предложене неуронске мреже је формиран спровођењем допунских рачунарских симулација над развијеним математичким моделом једнофазно напајаног неоптерећеног трофазног кавезног мотора. Симулације су извршене за исправан ротор, ротор са оштећењем и прекидом једног, два и три суседна штапна проводника, уз делимично оштећење четвртог проводника. За генерисање, обуку и тестирање изабране структуре неуронске мреже коришћено је програмско окружење *Matlab*, односно модул *Neural Network Toolbox*.

Комисија сматра да изнети поступак за квантитативну проверу исправности ротора даје важан допринос даљем развоју предложене методе за откривање квара ротора. Процене оштећења штапних проводника је препозната као проблем класификације припадајућих обележја квара ротора, те је у ту сврху сасвим оправдано предложена употреба вештачке неуронске мреже.

Шесто поглавље

У шестом поглављу су представљени резултати експерименталне провере изнетих теоријских и симулационих резултата. Формирана је експериментална поставка на којој је вршена евалуација предложене методе за откривање квара ротора. Експерименти су извршени на производном узорку трофазног кавезног мотора, при чему су коришћена три ротора исте конструкције која се умећу у испитивани мотор. Први ротор је са исправним кавезом, други има прекид једног штапног проводника, а трећи је са три суседна проводника у прекиду. Током обављања експеримената испитивани мотор је био неоптерећен, а са ротора је уклоњен вентилатор. Тиме је изабран најнеповољнији сценарио за проверу методе. За аквизицију мерних сигнала струје, напона и механичких вибрација мотора коришћене су картице високих перформанси произвођача *National Instruments* уз подршку *LabVIEW* програмског окружења. Огледи су вршени на реализованој поставци и то појединачним уметањем сва три ротора у испитивани мотор. Укупно су обављене три групе експеримената на испитиваном мотору и то за исправан ротор, ротор са прекидом једног, односно три суседна штапна проводника. Резултати израчунавања амплитудског спектра сигнала струје и тренутне вредности електричне снаге мотора, као и сигнала механичких вибрација кућишта мотора, у потпуности потврђују изнете теоријске тврдње. Штавише, резултати спектралне анализе сигнала струје и тренутне електричне снаге мотора показују висок степен подударности са резултатима симулација. На основу добијених резултата експерименталних истраживања закључено је да је постављена хипотеза исправна. Тиме је предложена метода за рано откривање квара ротора неоптерећеног трофазног кавезног асинхроног мотора у стационарном стању погона експериментално потврђена. Такође, у истом поглављу су представљени и резултати експерименталне верификације предложеног поступка за оцену оштећења штапних проводника ротора. Провера је вршена на скупу обележја квара ротора који су добијени претходном

нумеричком обрадом сигнала струје и тренутне електричне снаге испитиваног мотора и то за сва три спроведена огледа. Констатовано је да је за изабрану конфигурацију неуронске мреже постигнута висока тачност класификације, чиме је потврђена применљивост предложеног поступка.

На основу извршених експерименталних провера и спроведене свеобухватне анализе и дискусије добијених резултата, Комисија сматра да је предложена неинвазивна метода за откривање квара ротора трофазног кавезног асинхроног мотора у стационарном стању погона, са поступком за процену оштећења штапних проводника, у потпуности верификована. Предложена метода је робусна. Од посебног је значаја изостанак потребе за терећењем мотора, што је велика предност предложене методе у односу на досад позната решења. Тиме је потврђена оправданост израде дисертације.

Седмо поглавље

У седмом поглављу су изнети закључци о оствареним резултатима истраживања. Такође, дате су смернице за даља истраживања у области.

Комисија сматра да су закључци донети на бази изложених резултата и да потврђују значај развијене методе за потребе откривања квара ротора.

Осмо поглавље

Осмо поглавље садржи списак коришћене литературе.

Комисија сматра да је коришћена литература актуелна и правилно одабрана према. Ослањајући се на референтну литературу, кандидат је успешно усмерио своје истраживање према теми дисертације, тј. на унапређење постојећих техника детекције квара ротора.

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 часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Рад у међународном часопису (M23)

1. **D. Reljić**, D. Jerkan, D. Marcetic, and Dj. Oros, "Broken Bar Fault Detection in IM Operating Under No-Load Condition," Adv. Electr. Comput. Eng., vol. 16, no. 4, pp. 63-70, 2016.

Рад у часопису међународног значаја верификован одлуком матичног одбора (M24)

1. **D. Reljić**, J. Tomić, Ž. Kanović, "Application of the Goertzel's Algorithm in the Airgap Mixed Eccentricity Fault Detection", Serbian Journal of Electrical Engineering, vol. 12, no. 1, February 2015, pp. 17-32.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. D. Matic, Ž. Kanović, **D. Reljić**, F. Kulić, Dj. Oros, and V. Vasić, "Broken bar detection using current analysis – A case study," in 9th IEEE International Symposium on Diagnostics for Electric Machines, Power Electronics and Drives (SDEMPED), 2013, pp. 407-411.
2. **D. Reljić**, J. Tomić and Ž. Kanović, "On-Line Airgap Eccentricity Fault Detection in a Three-Phase Induction Motor", Proceedings of 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering ICETAN 2014, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2 – 5, 2014, ISBN 978-86-80509-70-9.
3. **D. Reljić**, D. Jerkan, "Experimental Identification of the Mechanical Parameters of an Induction Motor Drive", In Proceeding of X International Symposium On Industrial Electronics INDEL, 2014, pp. 106-114.

Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

1. D. Matić, Ž. Kanović, V. Bugarski, F. Kulić, **D. Reljić**, Đ. Oros, V. Vasić, “ Detection of the Broken Bar Fault. A Case Study for a 3.2 MW Induction Motor”, J. Process. Energy Agric., 2013., vol. 17, no. 3, pp. 134-137.

Рад у научном часопису (M53)

1. D. Matić, Ž. Kanović, F. Kulić, **D. Reljić**, Đ. Oros, V. Vasić, “Induction Motor Broken Bar Detection for a Thermal Power-Plant Application. A Case Study”, Elektrotehniški vestnik 80(1-2): 45-49, 2013.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

1. V. Lazarević, **D. Reljić**, D. Matić, “Dijagnostika kvara visokonaponskog asinhronog motora analizom signala struje statora – primer iz prakse, 32. savetovanje Cigre Srbija, Zlatibor, Srbija, 2015., стр. A1 11 1-8.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Фокус научне расправе изложене у дисертацији је усмерен на проблематику откривање квара ротора трофазног кавезног мотора на основу анализе сигнала терминалних величина мотора.

У оквиру дисертације развијена је нова метода за правовремено и поуздано откривање квара ротора трофазног кавезног асинхроног мотора. Предложена метода је заснована на идентификацији обележја квара ротора из фреквенцијског домена сигнала терминалних величина једнофазно напајаног трофазног кавезног мотора у стационарном стању погона. Теоријски је показано, а експериментално потврђено, да се обележја квара ротора у спектру сигнала струје и тренутне електричне снаге мотора, као и сигнала механичких вибрација кућишта машине, могу поуздано идентификовати када је мотор неоптерећен. Ово је потврђено спроведеним експерименталним истраживањем на производном узорку трофазног кавезног мотора, при чему су коришћена три ротора исте конструкције која су уметана у испитивани мотор: ротор са исправним кавезом, ротор који има прекид једног штапног проводника и ротор са три суседна штапна проводника у прекиду. Предложена метода није инвазивна и не захтева терећење испитиваног мотора, што су њене основне предности. Даље, испитивањем неоптерећеног мотора лако се остварује неопходно стационарно стање погона (што је често тешко оствариво у индустријским погонима када је мотор оптерећен, што због варијација момента оптерећења, што због утицаја преносника снаге и сл.) и умногоме се избегавају механички извори сметњи чији би утицај могао довести до погрешних закључака у вези са оштећењем ротора. Надаље, предложеном методом се на једноставан начин може извршити провера квалитета израде нових и стања ремонтваних мотора.

Унапређење предложене методе за рану детекцију квара ротора представља и изнети поступка за квантитативну процену износа оштећења штапних проводника. Дати поступак се ослања на примену неуронске мреже за класификацију. Обучена неуронска мрежа на основу одабраних обележја сигнала квара ротора из фреквенцијског и временског домена врши груписање стања штапних проводника ротора у више класа. Коришћена су четири бинарна класификатора који описују: исправан ротор, ротор са прекидом једног проводника, ротор са прекидом два проводника и ротор са прекидом три и више проводника. Мрежа је тестирана на скупу релевантних обележја који су добијени нумеричком обрадом снимљених сигнала терминалних величина испитиваног мотора. За изабрану конфигурацију неуронске мреже и сва три спроведена теста постигнута је висока тачност класификације. Тиме је указано на могућност успешне примене неуронских мрежа у оквиру система за поуздану и правовремену детекцију квара ротора.

Комбиновањем предложене методе за откривање квара ротора применом техника анализе терминалних величина мотора и предложеног поступка за квантитативну процену износа оштећења штапних проводника има и ту предност што се од крајњег корисника не захтева ниво експертског знања у предметној области. Тако је могуће аутоматизовати процес идентификације оштећења проводника ротора, што би смањило цену испитивања, али и значајно умањило извођења погрешних закључка, што је чест случај у пракси.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Прегледом докторске дисертације Комисија закључује да је приказ дисертације јасно структуриран, прегледан, систематичан и у складу са темом дисертације. Тумачење резултата је аргументовано, а изведени закључци проистичу из добијених резултата истраживања.

У складу са наведеним Комисија ПОЗИТИВНО оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ 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

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

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Да. Докторска дисертација својим насловом, садржајем, резултатима истраживања и начином тумачења тих резултата садржи све битне елементе који се захтевају у радовима овакве врсте.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Анализирајући доступну литературу из области, кандидат је систематично и јасно приказао постојеће методе за откривање квара ротора уз анализу њихових предности и недостатака. Већина постојећих техника за праћење и дијагностику стања ротора заснива се на идентификацији компоненти у спектру сигнала измерених величина мотора, а које настају као последица квара ротора. Међутим, главна препрека у успешној примени ових техника лежи у чињеници да су обележја квара ротора функција клизања, те је отежана њихова идентификација код неоптерећеног мотора у стационарном стању погона, јер је тада клизање блиско нули. Стога је кандидат извршио свеобухватну теоријску анализу како би објаснио механизам настанка карактеристичних компоненти у спектру струје, електромагнетског момента и брзине обртања трофазног кавезног мотора са кваром ротора. Начин на који је изнет аналитички доказ се не налази у литератури из предметне области. Тиме је дат важан научни допринос кандидата у теоријској анализи теме истраживања.

Ослањајући се на изнесу теорију, кандидат је потом спровео детаљну анализу настанка обележја неуравнотежености електричног кола ротора у измењеним условима напајања. Показао је да се у случају једнофазног напајања трофазног мотора, услед квара ротора, појављују и додатни показатељи квара у спектру струје мотора, али и електромагнетског момента, брзине обртања и електричне снаге мотора. Самим тим, добијени резултати спроведених теоријских разматрања представљају битан научни допринос дисертације. Иако су показатељи квара функција клизања, оно је нешто веће код једнофазног напајања мотора него у случају трофазног напајања. Ослањајући се на резултате теоријске анализе, кандидат је предложио нову методу за откривање квара ротора која је заснована на идентификацији релевантних обележја квара ротора у спектру сигнала терминалних величина једнофазног напајања трофазног кавезног мотора. Извршене рачунарске симулације и спроведени експерименти су показали да је метода ефикасна. Највећа предност развијене методе и важан научни допринос је изостанак потребе за терећењем мотора, чиме се отклањају кључни недостаци досад познатих решења.

Важан допринос свакако представља и предложени поступак за квантитативну процену износа оштећења штапних проводника јер се од крајњег корисника изнетог решења не захтева ниво експертског знања у предметној области.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Дисертација нема недостатке који би значајније утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

- **да се докторска дисертација кандидата мр Дејана Рељића под насловом “Откривање квара ротора кавезног асинхроног мотора применом техника анализе терминалних величина” прихвати, а кандидату одобри одбрана.**

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Владимир Катић, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, председник комисије

др Веран Васић, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, члан

др Ђура Орос, ванредни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, члан

др Петар Матић, ванредни професор,
Електротехнички факултет, Бања Лука, члан

др Дарко Марчетић, редовни професор,
Факултет техничких наука, Нови Сад, 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.