

## ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ 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**

1. Датум и орган који је именовao комисију  
**30.09.2020. Наставно-научно веће Факултета техничких наука**
2. Састав комисије са знаком 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:
  1. **др Веран Васић**, редовни професор, уно Енергетска електроника, машине и погони и ОИЕЕ, изабран у звање 14.04.2011. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
  2. **др Бура Орос**, ванредни професор, уно Енергетска електроника, машине и погони и ОИЕЕ, изабран у звање 19.02.2019. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
  3. **др Петар Матић**, ванредни професор, уно Електроенергетика, изабран у звање 26.01.2017. године, Електротехнички факултет, Универзитет у Бања Луци
  4. **др Дејан Јеркан**, доцент, уно Енергетска електроника, машине и погони и ОИЕЕ, изабран у звање 17.11.2017. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду
  5. **др Дарко Марчетић**, редовни професор, уно Енергетска електроника, машине и погони и ОИЕЕ, изабран у звање 23.02.2017. године, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду

**II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

1. Име, име једног родитеља, презиме:  
**Владимир, Момчило, Поповић**
2. Датум рођења, општина, држава:  
31.05.1990., Сомбор, Република Србија
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив  
Факултет техничких наука, Енергетика, електроника и телекомуникације, дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства – мастер
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија  
2014. Енергетика, електроника и телекомуникације
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:  
Нема
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:  
Нема

|  |
|--|
| <p><b>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b><br/> <b>Напредно управљање асинхроним мотором у склопу погона електричног возила</b></p>   |
| <p><b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b><br/> Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графика и сл.</p>   |
| <p>Докторска дисертација написана је на 148 страна. Садржи 10 поглавља, 14 табела, 32 слике, 56 графика и 127 навода из литературе. Кључна документација написана је на српском и енглеском језику.</p> <p>Дисертација садржи следећа поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увод</li> <li>2. Моделовање асинхроне машине</li> <li>3. Робустан векторски контролер АМ намењен за примену у електричним возилима</li> <li>4. Методе за постизање оптималних перформанси у интермитентним режимима рада електричног возила</li> <li>5. Методе за постизање оптималних перформанси у трајном режиму рада погона електричног возила</li> <li>6. Опис прототипа погона електричног возила и иницијална идентификација параметара модела</li> <li>7. Експериментални резултати</li> <li>8. Закључак</li> <li>9. Литература</li> <li>10. Додатак</li> </ol>  |
| <p><b>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b></p>   |
| <p>Предмет научне расправе у овом раду је унапређење контроле асинхроне машине у склопу погона електричног возила. Аспекти унапређења се огледају у повећању енергетске ефикасности погона електричног возила у трајном режиму рада, затим максимизацији карактеристике моменат-струја у интермитентном режиму рада као и употреби робусног векторског контролера оријентације поља. У раду је предложена шема са оригиналном модификацијом стандардног решења векторски управљаног погона, погодна за наведену примену. Приликом модификације традиционалних приступа управљања у обзир су узете и промене параметара асинхроног мотора у току рада, тачније промене индуктивности магнећења са променом флукса, промена отпорности услед губитака у гвожђу са учестаношћу и температурна одступања параметара у колу ротора. Путем рачунарских симулација уз приказане експерименталне резултате над изабраним прототипом погона је показано да је употребом предложених алгоритама могуће постићи поменуте оптималне критеријуме, уштеду енергије приликом експлоатације као и увећање маргине стабилности.</p> <p><i>Комисија сматра да је наслов дисертације јасно формулисан и да јасно указује на предмет истраживања и садржај рада у оквиру дисертације.</i></p> <p>Рад се састоји од десет поглавља.</p> <p>У уводном поглављу укратко је описана мотивација за тему истраживања докторске дисертације, циљ истраживања и хипотеза. Такође, представљено је стање у области истраживања.</p> <p><i>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 параметарску адаптацију векторског погона као и оптималне управљачке стратегије и изнете предности и недостаци појединих решења.</i></p> |

У другом поглављу је приказан напредни математички модел асинхроне машине са сконцентрисаним параметрима који уважава у обзир губитке у гвожђу. Извршен је приказ комплетног модела у форми простора стања, затим је дат векторски модел као и варијанте модела са упрошћавајућим претпоставкама. Приказане једначине унутар овог поглавља су искоришћене као полазна основа за дефинисање и синтезу алгоритама оптималне контроле.

*Комисија сматра да изнети математички модел омогућава да се у потпуности сагледају и разумеју механизми генерисања губитака и електромагнетног момента у оквиру погона асинхроне машине. Представа модела у одговарајућој форми је погодна за анализу управљачких стратегија за оптимизацију перформанси рада.*

У трећем поглављу је усмерена пажња на унапређење перформанси управљања у општем смислу, сконцентришући се на аспекте векторске контроле асинхроног мотора, контролер оријентације поља и струјни регулатор. Прво је представљен напредни алгоритам на бази самоподешавајућег естиматора за адаптацију критичног параметра временске константе ротора у варијанти векторског контролера са оријентацијом поља на флуks ротора. Употребљен је концепт линеаризације по повратној спрези за трансформацију предикционог модела кола ротора у линеарно-параметризовану форму погодну за адаптацију у реалном времену. Предложене су варијанте адаптивног алгоритма за естимацију ван карактеристичног радног циклуса и у току експлоатације погона. Коментарисани су практични аспекти употребљене методе и показано да је омогућена робусна и прецизна естимација критичног параметра и унапређење управљачких перформанси. Поглавље се закључује предлогом напредне структуре за регулацију вектора струје статора као неопходног предуслова за векторску контролу и напредне методе оптимизације. Искоришћен је концепт интерног модела статорског кола и конструисана робустан струјни контролер супериорних перформанси. Нарочит допринос методе се огледа у компензацији поремећајних ефеката спреге оса намотаја статора, смањењу осетљивости на одступања интерног модела и једноставној синтези регулатора.

*На основу изнетих опсежних теоријских разматрања о појави одступања карактеристика флуksа, момента и регулационе петље струје од карактеристика идеално подешеног векторског контролера дата, Комисија има мишљење да је хипотеза истраживања јасно формулисана у односу на постављене циљеве истраживања, те да је предложена нова метода за робустан векторски контролер у складу са изнетом хипотезом. Такође, комисија сматра да је од посебног значаја спроведени теоријски доказ о компензацији негативних ефеката одступања параметара и међусобне спреге управљачких контура флуksа и момента.*

У четвртом поглављу рада предложен је оригинални алгоритам оптималног управљања погона АМ у интермитентном режиму рада. Допринос алгоритма представља нова, генерализована формула за електромагнетни моменат асинхроне машине са уваженим губицима у гвожђу. Образац је представљен у форми погодној за дефинисање проблема оптималне контроле по критеријуму максимизације капацитета моменат/струја. На основу анализе зависности момената, изведени су оптимални управљачки закон за дистрибуцију управљачког вектора струје статора у изведеним областима рада. На одговарајућем месту, аналитички је укључен ефекат засићења магнетног кола и проширен оптимални закон за расподелу струје. Теоријски је предочено унапређење оптималног сачиниоца момената у односу на традиционална решења коришћена у литератури.

*Комисија сматра да изнети поступак за оптималну дистрибуцију вектора струје у циљу максимизације моментног сачиниоца асинхроне машине представља унапређење класичних приступа за оптимизацију. Начин на који је аналитички изведен уопштени образац за електромагнетни моменат мотора који уважава ефекте губитака у гвожђу и сатурацију карактеристике магнећења се не налази у литератури из предметне области. Тиме је дат важан научни допринос кандидата у теоријској анализи утицаја немоделованих појава на оптималну расподелу струје.*

У петом поглављу рада предложена је оригинална метода за увећење енергетске ефикасности погона са АМ у трајном режиму рада. У поглављу су прво дати модел контролабилних губитака снаге, као и потребна критеријумска функција за оптимизацију губитака. При извођењу модела су коришћене извесне апроксимације, за које је анализом осетљивости показано да су оправдане, а које су се показале веома корисним при даљој изградњи оригинално предложене ЛМЦ стратегије за минимизацију губитака засноване на моделу. Друга метода за минимизацију губитака је заснивана

на класичном алгоритму претраге, базираном на градијентној методи, и која употпуњује анализу дату у овом поглављу. Коначно, поглавље се завршава са оригиналном предлогом хибридног контролера енергетске ефикасности АМ, који у првим корацима користи предложени брзи али параметарски осетљиви ЛМС контролер заснован на моделу, а затим прелази на алгоритам претраге. Претпоставља се да примена ове шеме може бити веома корисна у електричним возилима, у којима се могу очекивати честе и нагле промене режима рада, као и кратко квази стационарно стање, идеалне за примену ЛМЦ контролера, али и дужи рад возила у трајном режиму у којем има довољно време за примену класичног параметарски неосетљивог алгоритма претраге.

*Комисија сматра да изнети поступак за оптималну губитака снаге, као и хибридни контролер енергетске ефикасности представљају оригинални допринос класичним приступа за оптимизацију губитака снаге АМ. Аналитички израз на коме се базира ЛМЦ контролер је оригиналан, и не налази се у литератури из предметне области. За предложени ЛМЦ метод је извршена анализа осетљивости на промену релевантних параметара, и дата упоредна анализа са резултатима класичне методе претраге у различитим режимима рада, чиме је потврђена њихова сврсисходност. Тиме је и у овом поглављу рада дат још један важан научни допринос кандидата у теоријској анализи рада АМ, у овом случају из области минимизације губитака снаге АМ.*

У шестом поглављу је описан коришћен прототип мотора, векторски контролер као и само електричног возило типа колица за голф у које је прототип погона уграђен и тестиран. Дати су подаци о коришћеном АМ, опис електричног возила за експерименталну потврду резултата дисертације. У поглављу је описана и процедура за иницијалну детекцију параметара АМ неопходну за робустан рад векторског контролера у широком опсегу брзина и оптерећења. Робустан рад векторског контролера у склопу прототипа погона са АМ се сматра неопходним за даљу надоградњу, тј. верификацију метода за увећање енергетске ефикасности АМ у ужем смислу,

*Комисија сматра да су колица за голф идеалан избор погона за тестирање предложених метода. Овај тип возила је са једне стране релативно једноставан, са лаким приступом мотору и контролеру, што олакшава контролу и запис резултата у реалном времену. Голф колица уједно не развијају велике брзине и омогућује сигурне услове за тестирање. Али, са друге стране, голф колица пролазе кроз сличне режиме рада као и сва остала класична електрична возила, на пример омогућују тестирање алгоритма за постизање максималног момента на великој узбрдици, али и тестирање ЛМЦ алгоритма, алгоритма претраге и хибридног алгоритма за максимизацију ефикасности при вожњи на равном терену. Тиме је и у овом поглављу рада дат важан допринос, али овог пута предложеним једноставним начином експерименталне верификације предложених метода, са резултатима тестова који без, или уз минималне модификације, важе за све типове електричних возила.*

У седмом поглављу приказани су експериментални резултати којима је верификован скуп алгоритама за оптимално управљање асинхроним мотором у целокупном опсегу рада. Прво су извршени експерименти за верификацију напредног алгоритма за адаптацију временске константе ротора где је показана апсолутна конвергенција алгоритма у свим експлоатационим условима уз потпуну елиминацију ефеката мерног шума. Затим су дати експериментални резултати синтезе напредног контролера струје, где су потврђена изнета теоријска разматрања о супериорним перформансама регулације. На крају, дата је верификација напредних алгоритама за оптимизацију карактеристике моменат-струја и енергетске ефикасности. Извршена је упоредна анализа експериментално снимљених оптималних карактеристика са теоријски изведеним еквивалентима, и коментарисана веродостојност изведених закона дистрибуције.

*На основу извршених експерименталних провера и спроведене свеобухватне анализе и дискусије добијених резултата, Комисија сматра да је предложени скуп метода за оптималну експлоатацију погона електричног возила са асинхроним машином, у потпуности верификована. Предложени алгоритам је робустан. Од посебног је значаја постигнуто аналитичко проширење оптималних закона на реалније експлоатационе услове када су уважени ефекти засићења магнетног кола и губитака у гвожђу, што је велика предност у односу на досад позната решења. Тиме је потврђена оправданост израде дисертације.*

Осмо поглавље представља закључно поглавље тезе. Резимира се целокупна теза, коментаришу могућности примене резултата истраживања и приказују правци даљег развоја и истраживања који

се могу ослонити на добијене резултате.

*Комисија сматра да су закључци донети на бази изложених резултата и да потврђују значај развијених алгоритама за оптималну експлоатацију погона асинхроне машине.*

Девето поглавље садржи списак коришћене стручне литературе, која је савремена и правилно одабрана према захтевима разматране теме.

*Комисија сматра да је коришћена литература актуелна и правилно одабрана. Ослањајући се на референтну литературу, кандидат је успешно усмерио своје истраживање према теми дисертације, тј. на унапређење постојећих техника оптимизације у погону електричног возила са асинхроним машином.*

На крају рада, у *Додатку* тезе дати су основни подаци са натписне плочице асинхроне машине који су искоришћени за добијање параметара модела. Приказана је и карактеристика температурног сензора искоришћеног за адаптацију параметра статорског отпора са температуром, као и репрезентација криве магнећења која аналитички описује ефекте zasiћења магнетног кола.

*Комисија сматра да приказани прилози у дисертацији технички употпуњују*

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

### **M22 – Рад у истакнутом међународном часопису**

1. **Popović V.**, Oros D., Vasic V., Marcetic D., "Tuning the rotor time constant parameter of IM using minimum order recursive linear Least square estimator," *Electric Power Applications IET* – ISSN: 1751-8660, vol.13, no.2, pp. 266-276, 2018, doi: 10.1049/iet-epa.2018.5459

### **M33 – Саопштење са међународног скупа штампаног у целини**

1. Reljić D., **Popović V.**, Matić D., Oros Đ., Vasić V., "Modeling of Iron Losses In Non-Oriented Electrical Steel Sheet," *International Symposium on Power Electronics*, Novi Sad, 2013, vol. 1, no. T.3.5, pp. 1-5.
2. **Popović V.**, Gecić M., Vasić V., Oros Đ., Marčetić D., "Evaluation of Luenberger Observer Based Sensorless Method for IM," *International Symposium on Industrial Electronics – INDEL*, Banja Luka, 2014., pp. 128 – 133
3. Gecić M., Kapetina M., **Popović V.**, Marčetić D., "Particle Swarm Optimization Based Energy Efficiency Method for High Speed IPMSM Drives," *International Symposium on Industrial Electronics – INDEL*, Banja Luka, 2014., pp. 1 – 6
4. Gecić M., Kapetina M., **Popović V.**, Marčetić D., "Generalized PSO Based Energy Efficiency Control for High Speed IM Drives," *International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering – IcETRAN*, Silver Lake, 2016., pp. 1 – 6
5. **Popović V.**, Oros Đ., Marčetić D., Matić P., "Convergence and Stability Analysis of IM Rotor Time Constant Estimators Based on MRAS Scheme," *International symposium of Power Electronics*, Novi Sad, 2017., pp. 1–6
6. Marčetić D., **Popović V.**, Matić P., "Simple Procedure for Self – Commissioning of IM Drive," *International Symposium on Industrial Electronics – INDEL*, Novi Sad, 2018., pp. 1–6
7. **Popović V.**, Gecić M., Oros Đ., Marčetić D., "Full Order IPMSM Observer Using Extended Back–EMF in Stationary Reference Frame," *International symposium on Power Electronics*, Novi Sad, 2015., pp. 1–6
8. **Popović V.**, Gecić M., Todorović I., Oros Đ., Marčetić D., "Sensorless Control of Synchronous Reluctance Drive Based on Extended Back Electromotive Force Model," *International Symposium on Industrial Electronics – INDEL*, Banja Luka, 2016., pp. 1–6

### **M53 – Рад у научном часопису**

1. Murtezić E., **Popović V.**, Marčetić D., "Robust Efficiency Controller in Electric Vehicle Drives," *Fakultet tehničkih nauka – Zbornik*, Novi Sad, 2019., pp. 1670–1673

2. Vučković M., **Popović V.**, "Induction Motor Parameter Estimation Technique Based on Two Test Signals," Fakultet tehničkih nauka – Zbornik, Novi Sad, 2020., pp. 29–32

#### **M63 – Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини**

1. **Popović V.**, Gecić M., Oros Đ., Marčetić D., "Tehnike rekonstrukcije faznih struja u pogonu sa šantom u jednosmernom međukolu invertora," Međunarodni naučno – stručni simpozijum INFOTEH – Jahorina, Istočno Sarajevo, 2015., pp. 203–207
2. **Popović V.**, Gecić M., Oros Đ., Marčetić D., "Podešavanje parametara regulatora u IPMSM pogonu sa minimalnim brojem senzora korišćenjem klasičnih regulacionih metoda," Međunarodni naučno – stručni simpozijum INFOTEH–Jahorina, Istočno Sarajevo, 2016., pp. 1–6
3. Matić P., Gecić M., Marčetić D., **Popović V.**, Oros Đ., "Matematički model visokobrzinskog sinhronog motora sa permanentnim magnetima sa uvaženim gubicima u gvožđu," Naučno – stručni simpozijum ENEF, Banja Luka, 2017., pp. 56–63
4. **Popović V.**, Kukić M., Oros Đ., Varga R., Marčetić D., "Optimalno upravljanje asinhronom mašinom u pogonu električnih vozila," Naučno – stručni simpozijum ENEF, Banja Luka, 2017., pp. 49–55
5. Srbljanin R., Varga R., **Popović V.**, Marčetić D., Matić P., "Graphical User Interface for Self-Commissioning of Induction Motor Drive Insuring High – Efficiency of Electrical Vehicle," Naučno – stručni simpozijum ENEF, Banja Luka, 2019., pp. 1–5
6. Matić P., Marčetić D., **Popović V.** "Određivanje parametara modela gubitaka u gvožđu sinhronog motora sa utisnutim permanentnim magnetima," Međunarodni naučno – stručni simpozijum INFOTEH – Jahorina, Istočno Sarajevo, 2019., pp. 1–4

#### **M81 – Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини**

1. Marčetić D., **Popović V.**, Gecić M., Oros Đ., "Non-regenerative Braking for Shaft – Sensorless Induction Motor Controlled by Both Voltage and current Source Inverter," Faculty of technical sciences, Novi Sad, 2015.
2. Marčetić D., **Popović V.**, Gecić M., Oros Đ., "Shaft-Sensorless Control of Induction Motor Supplied by Both Voltage and Current Source Inverter," Faculty of technical sciences, Novi Sad, 2015.

### **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

Први резултат истраживања је развој математичког модела енергетски ефикасног електромоторног погона са асинхроним машином који уважава ефекте губитака у гвожђу унутар енергетског биланса и механизма за генерисање момента асинхроне машине. У дисертацији је представљен модел укупних губитака и модел механизма електромагнетног момента који се користе као полазне основе приликом избора одговарајућег оптимално начина управљања у појединим режимима рада погона.

Други резултат се односи на реализацију робусног векторског контролера отпорног на мерни шум и негативне ефекте одступања параметара услед немоделованих појава унутар контролера. Ова чињеница представља важан резултат истраживања на коју се ослањају напредни алгоритми за оптимизацију.

Показано је да се оптималан рад погона може остварити квалитетнијом и прецизнијом расподелом компоненти вектора струје статора спрам захтева за моментом и брзином, што представља главни резултат тезе. У трајном режиму рада погона, алгоритам на бази хибридног контролера расподељује струјни капацитет на начин да се максимизује степен корисног дејства погона. У интермитентном режиму рада врши се расподела флукса и момента на начин да се максимизује однос момента и струје и побољшају перформансе рада. Контролни алгоритам уважава зависност индуктивности магнетнећа од флукса у машини као и зависност отпорности којом су моделовани губици у гвожђу од учестаности напајања. Као последица тога, добијене су боље карактеристике предложеног решења у односу на традиционалне приступе.

Приказане методе превазилазе ограничења постојећих оптималних техника заснованих на неуниверзалним *look-up* табелама и осталим непрактичним техникама заснованим на моделу које не узимају у обзир појачане нивое осетљивости на одступања параметара и неподешености векторске

контроле. Адаптивни прорачун управљачких варијабли у реалном времену врши се у погонском стању у свим режимима рада док се у стању када је машина ван напајања врши параметризација оптималног контролера обезбеђујући при том извесне нивое увећане поузданости и сигурности рада.

Поље примене приказаних резултата превасходно обухвата погоне електричних возила али се проширује и на све остале савремене електромоторне погоне напредних регулационих перформанси где је нужна употреба оптимизационих закона за рационално коришћење енергетских ресурса.

Дисертација показује оправданост наставка истраживања с обзиром да се у будућности очекује транзиција погона високих перформанси чији се управљачки алгоритми ослањају на мерења путем расположивих сензора на погоне са редукованим бројем сензора. Карактеристика поузданости апликације се може побољшати уколико се конструише алгоритам за оптималну контролу који се ослања на редуковани број мерења, што је нарочито важно у хаваријским условима рада приликом отказа неког од кључних сензора. Смањење укупног број сензора може смањити сложеност система, укупну цену погона и увећати конкурентност на тржишту производа.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

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

Тумачење добијених резултата је јасно и прегледно. Формирани закључци у раду су поткрепљени одговарајућим теоријским анализама и резултатима мерења, добијеним из сопствених експерименталних истраживања. Резултати су приказани исцрпно и прегледно, уз навођење претходних истраживачких резултата у овој области. Извршена је софтверска провера докторске дисертације на плагијаризам у библиотеци ФТН софтвером за детекцију плагијаризма iThenticate.

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

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

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

**Да. Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.**

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

**Да. Дисертација садржи све битне елементе.**

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

**Оригинални научни допринос докторске дисертације чини доказ полазне хипотезе на основу експерименталног и теоријског истраживања. На основу предложеног модела асинхроне машине са уваженим губицима у гвожђу приказаног у дисертацији дефинисани су одговарајући оптимизациони критеријуми у карактеристичним режимима рада погона у апликацији електричног возила. Алгоритам приликом генерисања оптималног вектора струје статора уважава утицаје засићења магнетног кола и отпорности којом су моделовани губици у гвожђу са учестаношћу напајања. Уважени су утицаји одступања критичних параметара у векторском погону и конструисан робустан контролер за оријентацију поља и регулацију вектора струје статора.**

**Резултати дисертације су објављени у међународном часопису (M22) и саопштени на међународним скуповима.**

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

**Дисертација нема битне недостатке који утичу на резултате истраживања.**

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:

**Комисија предлаже да се докторска дисертација Владимира Поповића под називом “Напредно управљање асинхроним мотором у склопу погона електричног возила” прихвати, а кандидату одобри одбрана.**

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

др Веран Васић, редовни професор,  
Факултет техничких наука, Нови Сад,  
председник комисије

---

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

---

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

---

др Дејан Јеркан, доцент,  
Факултет техничких наука, Нови Сад,  
члан комисије

---

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.