

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa за израду докторске дисертације "Детекција и изолација отказа у сепаратору паре термо-енергетских постројења"

Одлуком бр. 17/358 од 22.01.2013. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa за израду докторске дисертације и научне заснованости теме "Детекција и изолација отказа у сепаратору паре термо-енергетских постројења". На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Кандидат Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa је рођен 01.05.1975. године у граду Tamizawah Alshathi у Либији. 1993. године је уписан на основне студије Универзитета Алфатах у Триполију, на одсеку за Електротехнику, где је дипломирао 1998. године. 2004. године је уписао последипломске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. На овом нивоу образовања, избор предмета је био фокусиран у области Електро-оптичких система, па је и завршни, магистарски рад био одбрањен 2005. године на тему "Пројектовање система за пасивно праћење објеката у простору", под руководством професора Жарка Барбарића.

У периоду од 1999. до 2006. године кандидат је био запослен у Електронском истраживачком центру у Триполију, Либија. Овај је центар углавном био ангажован на пројектима војне намене и Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa је био члан Лабораторије за навигацију и вођење објеката у простору, док је један период овог времена тесно сарађивао и на пројектима који су се реализовали у Лабораторији за телеметрију. Током овог периода, највећа пажња кандидата била је посвећена развоју модела са шест степени слободе, идентификацији појединих аеродинамичких параметара, као и развоју алгоритама за управљање и навигацију оваквим системима. Током овог периода, кандидат је добио и стипендију коју је искористио за последипломске студије на Универзитету у Београду.

Током периода 2006. до 2008. године, кандидат је био запослен као предавач на Националном универзитету *Nasser (National University Nasser)* у граду *Soug Alahad* у Либији. Његово ангажовање је било везано за Одсек за комуникације (*Communication Department*) на коме је држао предавања из предмета Сигнали и системи, Основи теорије електричних кола и Електронска кола за комуникацију. 2008. године је овај Универзитет предложио кандидата

за стипендију коју додељује Либијско министарство за образовање. Добивши стипендију, Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa се пријавио за израду докторске дисертације на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. Том приликом одређен му је ментор дисертације, проф. Жељко Ђуровић, и период 2008. до 2013. године провео је у истраживању и припреми докторске тезе.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Магистарски рад кандидата Nasaraldian Ambark Mohamed Shashoa је одбрањен 15.12.2005. на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, под називом "Пројектовање система за пасивно праћење објеката у простору" а под руководством проф. Жарка Барбарића. Област истраживања, чији су резултати приказани у овом магистарском раду припадају области пројектовања и употребе опто-електронских уређаја. Посебна пажња у овом раду је посвећена примени телевизијских и инфра-црвених камера за праћење покретних објеката. Узете су у обзир специфичности ових камера, као сензора, и сходно томе су предложене модификације постојећих алгоритама за филтрирање и придруживање података. Значајан део истраживања се бавио применом познатих техника за анализу дигиталних слика, а у циљу сегментације објеката од интереса и процене одстојања тих објеката од саме камере. Магистарска теза је у великој мери била и експериментално оријентисана, те је у циљу илустрације примењивости развијених поступака, приказан значајан број реалних видео снимака са одговарајућим обрадама, индикацијом препознатих циљева на њима и информацијама о процењеним одстојањима. Истраживачки рад на овој магистарској тези се може сматрати мултидисциплинарним, с обзиром на то да покрива значајне сегменте дигиталне обраде сигнала, теорије стохастичких процеса, опто-електронике и радарских система.

Тема која је предложена за докторску дисертацију овог кандидата такође има мулти-дисциплинарни карактер и жижа интересовања се налази у додирним тачкама теорије обраде сигнала, стохастичких система и теорије естимације, идентификације процеса и препознавања облика. У одређеној мери се истраживање везано са докторску тезу може сматрати наставком истраживања које је спроведено током рада на магистарском раду. Током истраживања у процесу израде докторске тезе кандидат је припремио и презентовао један рад на домаћој конференцији, један је рад припремљен и послат у међународни часопис *Control Engineering Practice* (према Кобсону у категорији M22 са ИФ 1.48) и после друге ревизије очекује се његово објављивање у блиској будућности, док је један рад у фази припреме за домаћи часопис *Serbian Journal of Electrical Engineering*. Детаљи везани за ове радове су следећи:

1. Kvašček G., Marjanović A., N.A.M. Shashoa: Robusna adaptivna identifikacija parametara separatora pare kotlovskih postrojenja, Zbornik radova 55. Konf. ETRAN, Banja Vrućica, jun 2011.
2. N.A.M. Shashoa, Kvašček G., Marjanović A., Đurović Ž.: *Sensor Fault Detection and Isolation in a Thermal Power Plant Steam Separator*, Control Engineering Practice, очекује се објављивање током 2013. године.
3. N.A.M. Shashoa, Kvašček G., Marjanović A., Đurović Ž.: *Application of Two-Stage Identification Procedure in the frame of FDI techniques*, Serbian Journal of Electrical Engineering, рад је у фази припреме.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Током писања овог Извештаја, Комисија је узела у обзир све претходно наведене чињенице и резултате досадашњег рада кандидата Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa. Такође су са

посебном пажњом размотрена искуства која је кандидат стекао, како кроз образовни, тако и истраживачки процес. Узимајући у обзир све наведене компоненте које чине истраживачки профил кандидата за докторску дисертацију, Комисија је стекла увид у способности кандидата за научно-истраживачки рад, као и његове могућности, да током израде предложене докторске дисертације, оствари резултате који могу бити приказани и валоризовани од стране међународне научне заједнице. Став Комисије је позитиван и након детаљног образложења саме теме предложиће да она буде усвојена, а кандидату дата могућност да настави са израдом докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Са повећањем сложености система управљања, проблем њихове сигурности и робусности постаје све израженији. Поузданост, робусност, расположивост као и сигурност по околину оваквих система се углавном изражава кроз осетљивост на отказе који се у системима појављују потпуно случајно, па је отуда у инжињерској теорији и пракси развијена нова дисциплина која се назива *теоријом детекције и изолације отказа*. Уопштено говорећи, под отказима се подразумевају сва одступања од нормалног, уобичајеног понашања система или пратеће инструментације. Ипак је, са инжињерског аспекта, оваква дефиниција отказа исувише општа, те се стога, конкретно, могу дефинисати два типа отказа која су тренутно од интереса. То су адитивни и мултипликативни откази у процесу. Под адитивним отказима се подразумевају непознати улазни сигнали који утичу на одзив система, који су уобичајено једнаки нули, и чији се утицај, у времену трајања отказа, огледа у значајној промени излазног, мереног сигнала. Типични представници адитивног отказа су појава цурења на гасоводима, пароводима и слично, или појава оптерећења које се не може предвидети. Са друге стране, под мултипликативним отказима се подразумевају промене, скоковите или постепене, у параметрима процеса. Типични представници оваквог типа отказа су откази на читавим деловима постројења, губитак напајања у њима и слично.

Деценијама уназад се проблем толеранције на отказе у динамичким системима решавао такозваном техником хардверске редунадансе [4,5,6]*. Умножавањем хардверских елемената (актуатора, сензора, процесних компоненти) се умањивала вероватноћа отказа целог постројења. Уобичајене су биле триплексне или квадриплексне конфигурације елемената које су се истовремено користиле и за умањење утицаја мерног шума. Међутим, са повећањем значаја економске исплативости, као и са минијатуризацијом управљачких и процесних структура, хардверска редунаданса је постала неодрживи концепт заштите од отказа. Као алтернатива оваквом приступу развијене су две технике за детекцију и изолацију отказа. Прва од њих је заснована на моделима процеса, док је други, алтернативни приступ оријетнисан ка статистичкој обради мерних сигнала. У сваком случају ефикасност оваквих приступа се може мерити кроз неколико критеријума од којих су најважнији благовременост у детекцији, осетљивост на почетне манифестације отказа, мала вероватноћа лажног аларма, мала вероватноћа пропуштене детекције, мала вероватноћа погрешне идентификације [7].

Докторска дисертација кандидата Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa представља хибридни приступ развоја новог метода за детекцију и идентификацију отказа који обједињује добре особине техника заснованих на моделима система као и техника изведених из статистичке обраде мерних сигнала. Овај нови приступ је примењен и тестиран на конкретном реалном систему сепаратора паре у термоенергентским постројењима.

* 4. Frank, P., 1992. Robust model-based fault detection in dynamic systems, in: IFAC Symposium on On-Line Fault Detection in the Chemical Process Industries, Newark.
5. Ding, S., 2008. Model-based Fault Diagnosis Techniques. Springer, Berlin.
6. Gertler, J., 2007. Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems. Marcel Dekker, New York, USA.
7. Fukunaga, K., 1990. Introduction to Statistical Pattern Recognition. Academic Press, London.

Област детекције и изолације отказа има пред собом три задатка која треба решити. Први се односи на саму детекцију отказа, и овај задатак се обавља индикацијом да нешто са системом није уобичајено. Други задатак јесте изолација отказа, који се решава локацијом појаве отказа. Трећи задатак јесте идентификација отказа који означава одређивања типа и интензитета нерегуларности. Јасно је да је први задатак најједноставнији а трећи најсложенији, и при томе док се задатак детекције отказа у већој или мањој мери може третирати на генералан начин, дотле се други и трећи задатак морају узети за конкретне апликације, и морају се укључити знања о конкретним системима који се анализирају.

У литератури су позната два приступа за решавање проблема детекције отказа и дијагностике. Први је такозвани '*model-free approach*' који не захтева познавање модела процеса у коме се очекују и детектују откази. У таквом приступу се откази детектују такозваном физичком редундансом, анализом спектра излазног сигнала или помоћу специјалних сензора са унапред дефинисаним граничним вредностима [8,9][†]. Са друге стране, развијене су читаве фамилије метода које су засноване на познавању модела процеса, то су такозване '*model-based*' методе [10,11]. Ове се методе грубо говорећи могу, даље, поделити у две групе. Једна од њих подразумева такозване генераторе резидуала, док је друга група метода заснована на методама естимације параметара система. Сваки од ових приступа има значајне недостатке. Технике засноване на моделима су врло осетљиве на тачност модела. Ова осетљивост постаје изражена у индустријском окружењу у коме су системи са израженом дистрибуираном природом и при сталном утицају поремећаја. Дobar пример таквог система су термо-енергетски блокови или термоелектране које по својим димензијама указују на то да модели система са концентрисаним параметрима не могу бити довољно тачни модели. Са друге стране, у оваквим системима за производњу електричне енергије, калоријска вредност допремљеног угља представља стални извор поремећаја који се не може предвидети и тешко је мерљив. Због оваквих препрека, логичним се чини примена техника које су засноване на статистичкој обради мерених сигнала. Ови приступи се не ослањају на моделе, који су унапред осуђени на ограничену примењивост и рестриктивне радне услове. Међутим, испоставља се да овакве технике тешко излазе на крај са динамичким својствима процеса. Мерни сигнали нису бели стохастички процеси, као што то теорија углавном претпоставља, већ итекако показују својства корелисаности [12]. Стога ће у овој докторској тези посебна пажња бити посвећена развоју хибридне технике која ће у првом кораку поступком рекурзивне идентификације генерисати модел процеса, али овај модел неће бити искоришћен за класично генерисање и евалуацију резидуала, већ ће параметри добијеног модела проћи кроз специфичне механизме статистичке обраде (тестирања хипотеза *Neauman-Pearson*-овог типа) [13, 14].

Развијена хибридна методологија биће тестирана на реалном '*живом*' постројењу сепаратора паре у термоелектрани ТЕКО Костолац, на блоку Б1 у Дрмну. Овај процес је изузетно захтеван због природе мерних сигнала који су доступни, односно због врло јаке

-
- [†] 8. Basseville, M., Nikiforov, I., et al., 1993. Detection of abrupt changes: theory and application. volume 15. Prentice Hall Englewood Cliffs.
9. Salahshoor, K., Kordestani, M., Khoshro, M., 2010. Fault detection and diagnosis of an industrial steam turbine using fusion of svm (support vector machine) and anfis (adaptive neuro-fuzzy inference system) classifiers. Energy 35, 5472–5482.
10. Chen, J., Patton, R.J., 1999. Robust model-based fault diagnosis for dynamic systems. Kluwer, Boston.
11. Zhao, K., Upadhyaya, B., 2006. Model based approach for fault detection and isolation of helical coil steam generator systems using principal component analysis. Nuclear Science, IEEE Transactions on 53, 2343–2352.
12. Kvascev, G., Z.M., D., B.D., K., 2011. Adaptive recursive m-robust system parameter identification using the qq-plot approach. IET Control Theory Appl. 5, 579–593.
13. Aitouche, A., Bouamama, B., 2008. Detecting and isolation actuators faults of steam boiler. Int. Journal of Sciences and Techniques of Automatic control and computer engineering 2, 764–775.
14. Djeziri, M., Ould Bouamama, B., Merzouki, R., 2009. Modelling and robust FDI of steam generator using uncertain bond graph model. Journal of Process Control 19, 149–162.

контаминације мерним шумом који је последица изузетног таласања границе између воде и паре у сепаратору.

3. Полазне хипотезе

У овој докторској дисертацији ће се кренути од претпоставке да је могуће применити стандардне технике детекције и изолације отказа које су засноване на моделима процеса. Препоставка је, и она ће бити проверена у дисертацији, да ће овакав приступ имати велику мањкавост у великим вероватоћама лажног аларма и пропуштене детекције из два разлога. Први је да је квалитетну идентификацију система који ради у затвореној спрези изузетно тешко спровести. Други је да су у секвенцама расположивих мерних сигнала присутни такозвани *'outliers'* [15, 16][‡] као последица природе граничног ниво између воде и паре у сепаратору. Друга претпоставка од које се креће да стандардне технике које се нуде у теорији о детекцији наглих промена у системима, такође, не могу да дају задовољавајући резултат, јер оне не узимају у обзир динамичка својства мерних сигнала као што су промена номиналне снаге блока термоелеткрane, замена пумпи у раду, испади млинова и т.д. Технике засноване на статистичкој обради сигнала, сваку од ових промена радних режима, неминовно виде као отказ, што резултује врло великом вероватноћом лажног аларма.

Такође, врло важна претпоставка од које се полази јесте да ће идентификација система сепаратора паре у затвореној повратној спрези бити могућа. С обзиром на изражену динамику овог система и с обзиром на захтеве који се постављају пред регулацију, није могуће вршити експерименте у отвореној спрези. Отуда ће сви реални експерименти бити извршени под претпоставком да је регулатор у редној вези са процесом, добро подешен, и да је управљачки сигнал довољно богат да побуди значајне модове система који треба да буду идентификовани.

4. Научне методе истраживања

Методологија која се предлаже у овој дисертацији јесте да се формира нова хибридна техника која ће превазићи мањкавости *'model-based'* и *'model-free'* поступка. Полазећи од првог приступа, биће генерисан модел у одговарајућој АРМА (*Auto-Regressive Moving-Average*) форми за систем са два улаза и једним излазом. Претпоставка је да проток воде из напојних пумпи као и одток паре из сепаратора доминантно утичу на ниво воде у сепаратору, па ће ове две физичке величине бити сматране улазом у систем. Са друге стране, ниво воде у сепаратору ће се сматрати излазном величином. Ред модела и усвојено временско кашњење биће предмет детаљне анализе у дисертацији. Биће примењене различите технике идентификације система рекурзивног типа и њихово поређење. Параметри овако добијеног модела биће третирани у форми случајног вектора чије статистике указују на појаву отказа. Претпоставка је да се отказ може појавити на једном од три сензора (протока напојне воде, протока паре, нивоа воде) и да су сензори мултипликативног типа. Искуство оператора који су одговорни за несметани рад оваквих индустријских постројења, указује на то да је отказ мултипликативног типа најчешћи код сензора протока и нивоа. На тако добијен случајни вектор који карактерише тренутно стање постројења, биће примењене различите методологије из области препознавања облика. Биће примењене методологије тестирања хипотеза, пројектовања линеарних класификатора као и пројектовање класификатора типа најближих суседа. Предвиђа се исцрпна анализа добијених резултата у смислу њиховог поређења са становишта нумеричке комплексности, вероватноће лажних аларма,

[‡] 15. Barnett, V., Lewis, T., 1978. Outliers in Stochastic Data. John Wiley.

16. Huber, P.J., 1981. Robust Statistics. John Wiley, New York.

вероватноће пропуштених детекција као и временског кашњења од појаве до детекције отказа.

5. Очекивани научни допринос

Очекивани научни доприноси ове докторске дисертације могу бити систематизовани на следећи начин:

1. Прегледом одговарајуће литературе извршиће се детаљна анализа постојећих метода које су засноване не моделу процеса, као и оних које су засноване на статистичкој обради мерних сигнала. Ова анализа ће узети у обзир примењивост најчешће коришћених критеријума за евалуацију ових приступа, као што су благовременост детекције, осетљивост на ране манифестације отказа, ниво лажног аларма, ниво пропуштене детекције и некоректност у идентификацији, као и са становишта њихове сложености, поузданости и примењивости за поједине типове процеса.
2. На основу реалних података и мерења која су расположива биће формиран параметарски модел сепаратора паре у облику мултиваријабилног система са два улаза и једним излазом. Посебна пажња биће посвећена ограничењима која проистичу из чињенице да сви реални експерименти могу бити вршени искључиво у затвореној спрези. Сложеност и структура добијеног модела биће одређени захтевима са становишта квалитета детекције и идентификације отказа на сензорима у постројењу.
3. Биће предложена нова техника за детекцију отказа која ће бити својеврсни компромис између техника постојећих у литератури. Полазећи од добијених модела, како то захтевају *model-based* приступи, над добијеним параметрима модела биће примењени *data-driven* алгоритми, а у циљу превазилажења слабости и једног и другог приступа. У циљу класификације добијених узорака биће прилагођене технике тестирања хипотеза као што су *Bayes*-ов тест минималне вероватноће грешке и *Neyman-Pearson*-ов тест.
4. Као значајан допринос ове тезе очекује се исцрпна анализа примењивости новог, предложеног приступа за детекцију и идентификацију отказа у индустријским постројењима, као и детаљни преглед предности и недостатака развијеног приступа за детекцију отказа сепаратора паре у котловским постројења термоенергетских система, са становишта кашњења у детекцији, вероватноће лажног аларма и вероватноће пропуштене детекције.
5. Као посебан допринос треба издвојити анализу утицаја реалних индустријских мерења на квалитет алгоритама за детекцију и идентификацију отказа. Под овим се, у првом реду, мисли на присуство такозваних *outliers-a* или лоших мерења који се у индустријској пракси појављују или услед јаког електромагнетског зрачења у коме се налази мерна опрема или услед природе процеса који садрже нагле промене појединих физичких величина.
6. Коначно, значајан допринос ове тезе јесу ограничења која технике за детекцију и идентификацију отказа показују приликом примене на различита индустријска постројења. При томе ће анализа обухватити и постојеће технике као и новопредложено решење у овој тези. Велики раскорак између теоријских резултата објављених у еминентним научним часописима и индустријске праксе лежи у томе да истраживачи нису свесни или свесно не желе да узму у обзир ограничења која индустрија безусловно поставља (финансијски ефекти-профит, ниво безбедности по материјална средства и људство у окружењу, поузданост и расположивост система, извршавање алгоритама у реалном времену, ограничени меморијски и рачунарска капацитети микропроцесорских јединица које воде процесе, стално присуство

изразитог мерног шума, стално присуство поремећаја различитог интензитета и томе слично). Имајући у виду реално окружење какво влада у термоелектрани ТЕКО Костолац у Дрмну, ова докторска теза ће покушати да да оцену нивоа примењивости развијених теоријских метода у живим индустријским условима.

Очекивани доприноси ове докторске тезе су: формирање модела за реално котловско постројење, развој робусне технике за идентификацију система у затвореној спрези, развој приступа за детекцију једног од три могућа отказа на сензорима протока паре, протока воде и нивоа воде, експериментална анализа предложеног решења као и компаративна анализа развијене методе у односу на класичне технике за детекцију отказа.

6. План истраживања и структура рада

План истраживања у оквиру ове дисертације се састоји из следећих корака:

- преглед литературе која се бави детекцијом и идентификацијом отказа, издвајање прегледних радова, систематизацијом постојећих решења, издвајањем предности и недостатака једних метода у односу на друге, подробно упознавање са техникама које се заснивају на моделим индустријских процеса, преглед критеријума по којима се пореде приступи заснова на статистичкој обради мерних сигнала, издвајање решења која су нашла индустријску употребу;
- детаљно упознавање са физиком реалног процеса, издвајање и физичко моделирање такозваних кругова ваздух-димни гас и вода-пара у оквиру термоенергетских постројења, физички модел сепаратора паре и опис његове позиције и улоге у блоковима термоелектрана;
- истраживање различитих приступа у идентификацији реалних процеса, преглед такозваних ‘batch’ и рекурзивних техника за идентификацију, идентификација у отвореној спрези, анализа појма перзистентне екситације у индустријским условима, могућност идентификације процеса у затвореној повратој спрези, упознавање са законима управљања примењеним у повратној спрези *напојне пумпе-сепаратор паре-ниво воде у сепаратору*.
- аквизиција реалних података на блоку Б1 термоелектране ТЕКО Костолац у Дрмну, анализа постојеће архиве *data-logging* система, издвајање хронолошких интервала у коме су присутни откази, њихова класификација уз помоћ искусних оператера на систему;
- примена изабраних процедура идентификације на реалним подацима као и развој нових техника за детекцију и идентификацију отказа, анализа резултата добијених применом различитих приступа у тестирању хипотеза, пројектовањем параметарских класификатора и техником најближих суседа;
- анализа добијених резултата, успостављање квалитативних и квантитативних критеријума за поређење различитих приступа у идентификацији и детекцији отказа, издвајање ограничења у примени испројектованог приступа.

Структура саме тезе ће у великој мери пратити предложене фазе истраживања. Осим уводног поглавља предвиђена су два поглавља прегледног типа од којих ће прво бити посвећено прегледу најважнијих резултата у области детекције и идентификације отказа, док ће друго прегледно поглавље бити посвећено физичком опису објекта који се анализира а то је типично термо-енергетско постројење. Посебна пажња ће бити посвећена сепаратору паре као једном од подсистема у такозваном кругу вода-пара. Остатак тезе ће бити посвећен што експерименталном, што истраживачком делу рада и зависно од добијених резултата садржаће експерименталне резултате идентификације процеса, примени и анализи различитих техника за детекцију и идентификацију отказа као и компаративну анализу различитих приступа.

7. Закључак и предлог

Током писања овог Извештаја Комисија је узела у обзир све релевантне чињенице које формирају слику о подобности теме и кандидата за реализацију предвиђених истраживања. Имајући у виду резултате досадашњег рада кандидата Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa показане током његове израде магистарског рада као и у фази истраживања у оквиру докторске дисертације, његовог ангажовања као предавача на високошколским установама и његовог истраживачког искуства у оквиру рада у научно-развојном институту, Комисија је стекла неспорни утисак да кандидат јесте способан за научно-истраживачки рад као и за реализацију предвиђених истраживања. Са друге стране, анализирајући предложену тему под називом "Детекција и изолација отказа у сепаратору паре термо-енергетских постројења", стављајући је у контекст савремених, актуелних научних истраживања, сагледавајући наведене непосредне циљеве, очекиване резултате и доприносе, Комисија је у потпуности сагласна да оваква тема задовољава све услове подобности за докторску дисертацију. При томе Комисија констатује да ова тема припада ужој научној области Аутоматика, да Електротехнички факултет Универзитета у Београду јесте матичан за ову научну област, и при томе за ментора рада предлаже проф. др Жељка Ђуровића запосленог на Електротехничком факултету у Београду. У контексту овог предлога, уз Извештај је приложен списак радова проф. Жељка Ђуровића који га квалификују за ментора.

Коначно, у закључку овог Извештаја, а имајући у виду све напред наведено, Комисија има част да Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду предложи да прихвати тему докторске дисертације "Детекција и изолација отказа у сепаратору паре термо-енергетских постројења" и да кандидату Nasar Aldian Ambark Mohamed Shashoa омогући да приступи њеној изради.

у Београду,
дана 29.01.2013.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Жељко Ђуровић,
Електротехнички факултет Универзитета у Београду

Проф. др Бранко Ковачевић,
Електротехнички факултет Универзитета у Београду

Проф. др Владимир Стевановић,
Машински факултет Универзитета у Београду