

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН

11.12.2023. године

О Б А В Е Ш Т Е Њ Е
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата **мр Милана Шешлије** под насловом „Системски прилаз развоју енергетски ефикасног мултиактуаторског пнеуматског управљачког система са рекулерацијом енергије ваздуха под притиском“ и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације доступни су на увид јавности у електронској верзији на званичној интернет страници Факултета и налазе се у штампаном облику у Библиотеци Електронског факултета у Нишу, и могу се погледати до **10.01.2024. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Електронског факултета у Нишу у напред наведеном року.

Председник Наставно-научног већа
ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

Декан

Проф. др Драган Манчић



ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Шешлија (Обрад) Милан
Датум и место рођења	25. 05. 1971. Билећа
Основне студије	
Универзитет	Универзитет у Новом Саду
Факултет	Факултет техничких наука Нови Сад
Студијски програм	Електро одсек
Звање	Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства
Година уписа	1990.
Година завршетка	2003.
Просечна оцена	6,78 (шест и 78/100)

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ

Примљено 11.12.2023.

Број

07/03-023/23-004

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Новом Саду
Факултет	Факултет техничких наука Нови Сад
Студијски програм	Мехатроника, роботика и аутоматизација
Звање	Магистар Техничких наука из области Индустијског инжењерства и менаџмента
Година уписа	2005
Година завршетка	2010
Просечна оцена	9,75 (девет 75/100)
Научна област	Индустијско инжењерство и менаџмент
Наслов завршног рада	Прилог развоју модела аутоматизације система за дистрибуцију ваздуха под притиском

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Електронски факултет у Нишу
Студијски програм	Електротехника и рачунарство - научна област Управљање системима
Година уписа	2010.
Остварен број ЕСПБ бодова	400
Просечна оцена	9,75 (девет 75/100)

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Системски прилаз развоју енергетски ефикасног мултиактуаторског пнеуматског управљачког система са рекулперацијом енергије ваздуха под притиском
Име и презиме ментора, звање	Др Зоран Д. Јовановић, редовни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 8/20-01-006/22-035, 13.09.2022. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	159
Број поглавља	9
Број слика (шема, графика)	64
Број табела	6
Број прилога	0

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Milan Šešlija, Vule Reljić, Dragan Šešlija, Slobodan Dudić, Nikolina Dakić, Zoran Jovanović, "Reuse of exhausted air from multi-actuator pneumatic control systems", <i>Actuators</i>, vol. 10, iss. 6, 125. https://doi.org/10.3390/act10060125. Publisher: MDPI, ST Alban-Anlage 66, Basel, Switzerland, CH-4052, 2021.</p> <p><i>У циљу побољшања енергетске ефикасности пнеуматских система са више актуатора, овде је пројектована и проучавана контролна шема за рекулерирање искоришћеног ваздуха под притиском. У овом раду је објашњена процедура за развој уравнотеженог рада пнеуматског система са више актуатора кроз сакупљање и поновну употребу искоришћеног ваздуха под притиском. У поређењу са традиционалном контролом кретања пнеуматских актуатора, могу се постићи значајне уштеде енергије, док се задржавају динамичке карактеристичне актуатора из којих се сакупља искоришћени ваздух под притиском.</i></p>	M22
2	<p>Milan Šešlija, Vule Reljić, Valentina Mladenović, Miroslav Novaković, Zoran Jovanović, "Development of the algorithm for implementation of energy-efficient compressed air systems with energy recovery", <i>Facta Universitatis Series: Electronics and Energetics</i>, рад прихваћен за публикавање. Publisher: University of Niš.</p> <p><i>У циљу побољшања енергетске ефикасности пнеуматских система, у овом раду је приказан алгоритам за развој и имплементацију енергетски ефикасног пнеуматског система са рекулерирањем енергије ваздуха под притиском. Приказана су два различита начина формирања затворених пнеуматских кола која поново користе коришћени ваздух под притиском. У поређењу са традиционалном пнеуматском контролом, постижу се значајне уштеде енергије.</i></p>	M23
3	<p>Miroslav Novaković, Vule Reljić, Milan Šešlija, Valentina Mladenović, Zoran Jovanović, "Reuse of exhausted air in closed pneumatic circuit", <i>Proceedings of the XVI International Conference on Systems, Automatic Control and Measurements, SAUM 2022</i>, Niš, Serbia, November 17.-18., 2022., pp. 107–110. (ISBN: 978-86-6125-258-7). Publisher: Faculty of Electronic Engineering, Niš, Faculty of Mechanical Engineering, Niš, Serbia.</p> <p><i>У циљу побољшања енергетске ефикасности пнеуматских система, овде је пројектована и проучавана управљачка шема за затворено пнеуматско коло, који користи искоришћени ваздух под притиском. У поређењу са традиционалном пнеуматском контролом, постижу се значајне уштеде енергије.</i></p>	M33
4	<p>Dragan Šešlija, Ivana Ignjatović, Slobodan Dudić, Milan Šešlija, "Nova struktura sistema za distribuciju vazduha pod pritiskom", <i>Zbornik radova 14. međunarodne naučne konferencije Industrijski sistemi-IS 08</i>, 02-03. 10. 2008., Novi Sad, Srbija, pp. 167-173, (ISBN: 978–86–7892–135-3), Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment.</p> <p><i>Развој индустријских система како по питању менаџерских аспеката тако и по питању техничких аспеката је уско испреплетан. У раду се даје пример развоја нове структуре система за дистрибуцију ваздуха под притиском који испуњава захтеве за повећање енергетске ефикасности са једне стране и са друге стране, посебне менаџерске захтеве везане за алоцирање трошкова.</i></p>	M33

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета. ДА

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености критеријума за покретање поступка за пријаву докторске дисертације и покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације бр. 07/03-01-023/23-01, од 10.11.2023. године, установљено је да кандидат мр Милан О. Шешлија, дипл. инж. **ИСПУЊАВА** све предвиђене критеријуме за покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације. Наиме, кандидат мр Милан О. Шешлија, дипл. инж. доставио је Факултету доказ да је првопотписани аутор рада у часопису са SCI листе, као и да је првопотписани аутор рада објављеног у часопису који издаје Универзитет у Нишу, па је Комисија, сходно томе, предложила покретање поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације

Ова докторска дисертација је посвећена повећању енергетске ефикасности система ваздуха под притиском у производним системима и установљавање мјера за рационално трошење и ефикасну производњу, припрему, дистрибуцију и потрошњу ваздуха под притиском. Дисертација има логичан ток и прецизно је језички формулисана. Подељена је на девет поглавља: *Енергетска ефикасност система ваздуха под притиском, Системски прилаз повећања енергетске ефикасности аутоматизованих система ваздуха под притиском, Сакупљање и употреба сакупљеног ваздуха под притиском, Системски прилаз развоју енергетски ефикасног мултиактуаторског пнеуматског управљачког систем са рекулерирањем енергије ваздуха под притиском, Експериментална провјера и Анализа резултата*. Осим наведених поглавља, дисертација садржи и одговарајући кратак резиме, написан на српском и енглеском језику, списак слика и табела, као и увод, закључак и литературу. На крају дисертације изведени су одговарајући закључци, дати су главни доприноси докторске дисертације и списак коришћене литературе.

Поред основног циља, предметна истраживања су усмерена на идентификацију и развој мера које могу да допринесу повећању енергетске ефикасности у аутоматизованим системима ваздуха под притиском. Због тога је посебна пажња посвећена могућности минимизације губитака и смањењу укупне потрошње ваздуха под притиском у аутоматизованим индустријским системима са пнеуматским извршним органима.

Прво поглавље предочава колика је заступљеност система ваздуха под притиском у индустријским системима у

технолошки развијеним земљама, а уједно и колика је потрошња електричне енергије у системима ваздуха под притиском. Дефинисан је концепт повећања енергетске ефикасности и дата је анализа стања достигнутог развоја. Такође су наведени разлози и задаци повећања енергетске ефикасности у системима ваздуха под притиском. Укратко је описан принцип рада система ваздуха под притиском. Дефинисан је предмет истраживања, постављене су хипотезе истраживања као и циљ истраживања.

У другом поглављу су дате теоријске основе и преглед стања по питању енергетске ефикасности система ваздуха под притиском. Наведене су националне стратегије појединих држава као и тренутна стања по питању енергетске ефикасности у тим државама. Анализирано је стање енергетске ефикасности система ваздуха под притиском у индустрији Србије и могућност повећања исте. У овом поглављу изложена је анализа преноса енергије у системима ваздуха под притиском. Такође описан је појам ексерије, као и начин израчунавања енергетске ефикасности у систему ваздуха под притиском.

Треће поглавље је посвећено системском прилазу повећања енергетске ефикасности аутоматизованих система ваздуха под притиском. Управљање енергетском ефикасношћу система ваздуха под притиском је стални процес који се може представити Деминговим кругом квалитета. Системски прилаз повећању енергетске ефикасности аутоматизованих система ваздуха под притиском је разложен сегментно и показана је међусобна веза тих сегментата који као целина сачињавају модел према којем се повећава енергетска ефикасност у системима ваздуха под притиском.

У четвртном поглављу приказана су појединачна решења прикупљања искоришћеног ваздуха и начин коришћења енергије сакупљеног ваздуха. По угледу на хидраулички систем, уведен је концепт затвореног пнеуматског кола. Поновна употреба сакупљеног ваздуха под притиском назива се рекулпација енергије ваздуха под притиском. Изложен је поступак враћања прикупљеног ваздуха у систем ваздуха под притиском.

Пето поглавље је посвећено системском прилазу развоју енергетски ефикасног мултиактуаторског пнеуматског управљачког система са рекулпацијом енергије ваздуха под притиском. У овом поглављу развијени су алгоритми који представљају системску процедуру развоја енергетске ефикасности система са повратом енергије ваздуха под притиском.

Шесто поглавље садржи опис експерименталног модела, формираног за обављање ових истраживања. Изложен је целокупан експериментални поступак, метода рада и експериментални резултати. Експериментална провера уштеде ваздуха, обављена је на пнеуматском кружном манипулатору у Лабораторији за мехатронику Факултета техничких наука Нови Сад. Испитан је систем затвореног пнеуматског кола са враћањем сакупљеног ваздуха у део за потрошњу. На основу експерименталних резултата израчуната је уштеда ваздуха у односу на стандардан (без рекулпације) начин рада система.

Седмо поглавље је посвећено анализи резултата истраживања у повећању енергетске ефикасности мултиактуаторског система ваздуха под притиском када се примене поступци рекулпације енергије ваздуха под притиском на експерименталном моделу са комерцијално расположивом пнеуматском опремом.

У осмом, последњем поглављу, извршена је анализа резултата добијених у истраживању у овој дисертацији. Кроз дискусије и закључке учињен је осврт на резултате остварене у раду. Наведени су доприноси остварени у овом истраживачком раду, као и правци даљих истраживања.

Девето поглавље садржи списак литературе која је коришћена за реализацију истраживања и израду дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације

Наиме, главни циљ спроведеног научног истраживања био је развој система ваздуха под притиском са којим се побољшава енергетска ефикасност. Побољшање енергетске ефикасности означава смањење губитака енергије без угрожавања комфора, стандарда живота или економске активности, а то се може остварити у области производње и потрошње енергије.

Кандидат је успешно остварио све постављене циљеве из пријаве докторске дисертације. Поред основног циља, предметна истраживања су усмерена на идентификацију и развој мера које могу да допринесу повећању енергетске ефикасности у аутоматизованим системима ваздуха под притиском. Због тога је посебна пажња посвећена могућности минимизације губитака и смањењу укупне потрошње ваздуха под притиском у аутоматизованим индустријским системима са пнеуматским извршним органима, што је представљено у Поглављу 3.

Ова докторска дисертација се базира на хипотези да се коришћењем поступака управљања сакупљања искоришћеног ваздуха под притиском и његовог, делимичног или потпуног, враћања у систем може добити енергетски ефикаснији систем ваздуха под притиском, а да се при томе, не угрозе динамичке карактеристике система, што је видљиво у Поглављу 4.

Поређење засновано на експериментима у којима се користи комерцијално расположива опрема показује примењивост и ефективност ових метода, као и ниво уштеде у потрошњи енергије. Ради остварења циља дисертације реализовано је неколико парцијалних задатака у оквиру којих је реализовано неколико експерименталних постројења. Ова постројења обухватају реализацију система ваздуха под притиском у којима је, поред управљања кретањем радних елемената, могуће одредити оптималну потрошњу ваздуха сваког елемента, мењањем радног притиска (одређивање оптималне вредности) и тиме утицати на одређивање минималне силе која може да покреће актуаторе, обрађено је у Поглављу 6.

Након тога, извршена је интеграција делова тих експерименталних постројења у један свеобухватни систем, и на њему се извршили експерименти који су послужили као основ за развој претходно поменутог модела.

Поред основног циља, предметна истраживања су усмјерена на идентификацију узрока неефикасног рада почетног система и развој мера које могу да допринесу повећању енергетске ефикасности у аутоматизованим системима ваздуха под притиском (Поглавље 5). Ово се односи на могућности минимизације губитака и смањења укупне потрошње ваздуха под притиском у аутоматизованим системима. У том циљу извршено је истраживање и предложен развој нових структура енергетски ефикасног аутоматизованог система ваздуха под притиском.

Потребно је нагласити да докторска дисертација представља добру основу за нова истраживања у овој области, како у погледу примене предложених алгоритама за повећање енергетске ефикасности, тако и у погледу развоја флексибилних система за сакупљање и употребу искоришћеног ваздуха под притиском.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације

По оцени чланова Комисије, најзначајнији доприноси докторске дисертације мр Милана Шешлије, дипл. инж. су:

- оригиналан предлог новог алгоритма за развој енергетски ефикасног система ваздуха под притиском са рекулперацијом енергије ваздуха под притиском у процесу потрошње,
- оригинални предлог новог алгоритма за развој енергетски ефикасног пнеуматског система са рекулперацијом енергије ваздуха под притиском у процесу производње,
- оригинални предлог методе рекулперације ваздуха под притиском,
- изложен је системски приступ повећању енергетске ефикасности у системима ваздуха под притиском,
- предложен је системски прилаз који омогућава рационално трошење и ефикасну производњу, припрему и дистрибуцију ваздуха под притиском у производним системима, а ефекти његове примене огледају се у: повећању укупне енергетске ефикасности система ваздуха под притиском, смањењу потрошње електричне енергије у систему, смањењу цене ваздуха под притиском, смањењу губитака из инсталација ваздуха под притиском, повећању квалитета ваздуха под притиском, смањењу потреба за одржавањем, развоју аутоматизованог система који омогућава интеграцију, надзор и олакшано управљање овим системом, побољшање перформанси система ваздуха под притиском, унапређењу технолошких производних система где се пнеуматика примењује и повећању радног века пнеуматских компоненти,
- урађени су експериментални модели и извршена је експериментална верификација: сакупљања искоришћеног ваздуха под притиском и враћање сакупљеног ваздуха под притиском у затворено пнеуматско коло,
- мерења су вршена савременом опремом у лабораторијским условима, а добијени резултати су критички анализирани,
- доказано је да: сакупљањем искоришћеног ваздуха под притиском и његовим враћањем у систем се повећава енергетска ефикасност система ваздуха под притиском, сакупљањем искоришћеног ваздуха под притиском може да се обави тако да се сачува његова способност да обави рад, а да се не угрозе радне карактеристике актуатора и, енергетска ефикасност система вадуха под притиском може да се повећа ако се формира затворено пнеуматско коло,
- доприноси остварени у овој дисертацији су: развијено је пнеуматско управљачко коло за сакупљање и потрошњу ваздуха под притиском, формирано је затворено пнеуматско коло коришћењем стандардне пнеуматске опреме, развијен је поступак обједињеног управљања сакупљањем искоришћеног ваздуха под притиском из актуатора и враћање прикупљеног ваздуха у део за потрошњу, применом рекулперације ваздуха под притиском већи део ваздуха се дуже задржава у систему и смањује се количина загађивача који се испуштају у атмосферу и захваљујући рекулперацији енергије ваздуха под притиском у систему се могу користити компресори мање снаге.

Истраживања спроведена у овој дисертацији и добијени резултати отварају могућност да се истраживања прошире на развој флексибилних система за сакупљање и употребу искоришћеног ваздуха под притиском.

Будућа истраживања би требало усмерити да се на постојећи лабораторијски експериментални модел инсталише појачавач притиска и примени рекулперација енергије ваздуха под притиском, сагледају могућности уштеде енергије ваздуха под притиском и упореде резултати са добијеним резултатима из ове дисертације.

Један део резултата, непосредно проистеклих или везаних за ову дисертацију, већ је верификован у научним радовима објављеним у истакнутим међународним и домаћим часописима, као и у зборницима са међународних и домаћих конференција, који су цитирани у оквиру литературе.

Оцена самосталности научног рада кандидата

Кандидат Милан О. Шешлија је у научно-истраживачком раду везаном за докторску дисертацију показао велику самосталност, која се посебно огледа кроз предлог алгоритма за енергетску ефикасност, нове приступе његовој теоријској анализи, као и иницирању алгоритма за одабир методе рекулперације ваздуха под притиском. Наравно, претходно објављени резултати, укључујући практичну имплементацију развијеног модела, представљају у целини резултат заједничког рада са истраживачима Лабораторије за мехатронику на Факултету техничких наука у Новом Саду. Провером докторске дисертације на плагијаризам од стране Универзитета у Нишу потврђена је њена оригиналност као и самосталност научног рада кандидата, при чему индекс сличности указује углавном на аутоцитате из објављених радова кандидата.

ЗАКЉУЧАК

На основу целовитог увида може се закључити да поднета докторска дисертација мр Милана О. Шешлије, дипл. инж. садржи низ оригиналних научних доприноса развоју енергетски ефикасног пнеуматског управљачког система са рекулперацијом енергије ваздуха под притиском. Резултати истраживања поседују значајне научне доприносе, који, са једне стране, имају теоријски значај, а са друге стране, указују да је предложени начин рекулперације искоришћеног ваздуха под притиском погодан за широку примену у пракси. Приказаним резултатима обезбеђена је добра основа за будућа истраживања у научној области енергетске ефикасности у системима ваздуха под притиском.

Имајући у виду значај обрађене проблематике и остварене научне резултате, чланови Комисије предлажу Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу да прихвати докторску дисертацију кандидата мр Милана О. Шешлије, дипл. инж. под насловом „Системски прилаз развоју енергетски ефикасног мултиактуаторског пнеуматског управљачког система са рекулперацијом енергије ваздуха под притиском" и одобри њену усмену одбрану.



КОМИСИЈА

Број одлуке НСВ о именовану
Комисије

НСВ број 8/20-01-009/23-017

Датум именовања Комисије

22.11.2023. године

Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	Проф. др Саша С. Николић, ванредни професор Аутоматика (Ужа научна област) Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)	председник 
2.	Проф. др Зоран Јовановић, редовни професор Аутоматика Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу	ментор 

	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
3.	Проф. др Бобан Веселић, редовни професор		члан
	Аутоматика	Универзитет у Нишу, Електронски факултет у Нишу	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
4.	Проф. др Владислав Благојевић, редовни професор		члан
	Производни системи и технологије	Универзитет у Нишу, Машински факултет у Нишу	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
5.	Проф. др Слободан Дулић, редовни професор		члан
	Мехатроника, роботика и аутоматизација и интегрисани системи	Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука у Новом Саду,	
	(Ужа научна област)	(Установа у којој је запослен)	
Датум и место: 11/12/2023 год., Ниш			



