

НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ

ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу одржаној 22.10.2020. год. (број одлуке: 01-1/3771-13) и на седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 10.11.2020. год. (број одлуке: IV-04-810-12) одређени смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом "Модел управљања дидактичким флексибилним ћелијама применом технологије радио фреквентне идентификације" и испуњености услова кандидата Глигорија Миркова, дипл. инж. маш. На основу података којима располажемо и компетенција чланова комисије у области производно машинство, из које је предложена тема докторске дисертације, достављамо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације и процена научног доприноса крајњег исхода рада

У предложеном нацрту докторске дисертације, кандидат је образложио предмет и циљеве рада, али и истакао актуелност и сам значај истраживања у области моделирања и управљања дидактичким флексибилним ћелијама.

Од самог настанка, па све до данас када аутоматизација и флексибилност између осталих захтева, представљају и кључне аспекте компјутером интегрисане производње и Индустрије 4.0 при чему управљање флексибилних производним системима има изузетан значај.

Управљање се може вршити на различитим нивоима, почев од рачунарског управљања појединим јединицама производног система у реалном времену; управљање производним ћелијама, ћелијама за монтажу, мерење и контролу и транспортним системима као и на координацију и контролу рада комплетног флексибилног производног система.

Увођење нових технологија које припадају оквиру који доноси Индустрија 4.0 (као што су савремене информационо – комуникационе технологије, унапређен ниво аутоматизације и сл.) у значајној мери мења концепт и начин управљања и функционисања производних система.

Са развојем Интернет ствари (IoT-Internet of things) а нарочито са појавом и најширом доступношћу РФИД систем и могућности њихове примене у производним и пре свега флексибилним системима, појављује се поуздан метод аутоматског прикупљања информација и идентификације ресурса у

реалном времену. Сходно томе, подаци о производу и процесу могу бити прикупљани, размењивани, обрађивани и чувани у систему, и сходно томе могу бити примењивани за унапређење флексибилности или тражених перформанси производних система односно померање ка парадигми интелигентне производње. У овом моменту се могу идентификовати значајна питања везана за могући примену РФИД технологије у оквиру флексибилних система и то: развој оквира базираном на РФИД за интеграцију аутоматизованих производних система и менаџмент информационих система у фабрикама при чему РФИД технологија омогућава следљивост у реалном времену, видљивост и интероперабилност у циљу унапређења перформанси система.

Примена RFID уређаја омогућује нове могућности моделовању FMC (Flexible Manufacturing Cell–флексибилна производна ћелија) која отвара нове правце при пројектовању, да би се постигла првенствено већа флексибилност. Децентрализовано управљање у FMC-у, засновано је на систему рачунарске интелигенције, користи информације које носе RFID tag-ови. Ове информације са RFID tag-ова применом адекватних софтверских решења дају могућност управљања која су по свом карактеру интелигентна, прилагодљива и активна у проналажењу поступка производње. Подаци за производњу појединачних обрадака (нпр. специфичне операције, технолошки поступци, квалитет, време, приоритет) могу се уписати путем RFID технологије на адекватан носач информација (tag) који је повезан са компонентом што децентрализује процес управљања, а сам процес чини флексибилнијим. Правилно распоређени RFID читачи на плочи у близини производне линије имају улогу праћења, контроле и детекције објеката. Овако заснован систем би требало потенцијално да обезбеди високу флексибилност система што је и предмет истраживања ове докторске дисертације.

Ограничена флексибилност и недовољна брзина одзива на брзе промене производног програма код класичне FMC архитектуре може бити потенцијално надокнадива применом RFID технологије, а огледа се у повећању способности подређених рачунара унутар система, односно рачунари унутар система добијају на значају у односу на пређашњу делимичну аутономну контролу. Флексибилни систем у новонасталој ситуацији добија нову улогу, а задаци који се реализују су сложенији, претходно непознати управљању, тј. непредвидиви, обрађивани у реалном времену процеса или, у посебним случајевима, позивани из меморије рачунара управљачког система.

При функционисању класичних флексибилних система, у посматраном случају дидактичких FMC, јављају се вишеструки проблеми који се могу груписати у више категорија. Једна од њих се односи на слабију флексибилност транспортног система тј. дистрибуција делова чији узроци могу потицати од централног система управљања, а нарочито је изражена код делова мањег габарита и сложеније конфигурације.

Други проблем је везан за мали број контролисаних улазно-излазних функција и непотпуну интеграцију DNC (Direct Numerical Control) у систем управљања. Ови недостаци директно утичу на измену програма у управљачким јединицама чиме је смањена флексибилност целокупног система. Један од могућих проблема унутар флексибилног система је и привремено одлагање делова у приручном складишту.

Како се проучава дидактички флексибилни обрадни систем то се у ову проблематику морају уврстити и елементи наставног процеса (безбедност, очигледност, дуална контрола процеса и верификација написаног програма, и др.) као и избор адекватних компоненти које чине систем као целину. Како се у свету овом проблематиком бави мали број фирми то се решење морају потражити у лабораторијама високошколских установа које у циљу правилног наставног процеса морају

одређене програмске кодове оставити отвореним, а све у циљу специфичности интегрисане опреме, наставног процеса, одржавања, машинског учења или реинжењеринга.

На основу свега наведеног постоји јасно дефинисан научни приступ проблему предложеног нацрта докторске дисертације, идентификовани су кључни проблеми и истраживачка питања чије ће решавање произвести одговарајући научни допринос.

Веза са досадашњим истраживањима

Анализом актуелне литературе у овој области, коју је кандидат користио при изради пријаве теме докторске дисертације, долази се до закључка да је сам предмет истраживања моделирања и модела управљања флексибилним ћелијама веома актуелан и постоје неки проблеми који још нису решени, па се велики број истраживача из предметне области бави овом темом.

Анализирајући доступну литературу кандидат је направио план свог истраживања, и полазне основе будућег испитивања. Презентована литература и њена анализа недвосмислено указују на следеће чињенице: индустријска револуција Индустрија 4.0 односно употреба савремених технологија, а на првом месту информационо комуникационих технологија има велики утицај на све аспекте управљања производним системима. Примена ИЦТ као и РФИД технологије омогућава прикупљање, обраду, складиштење и у потребе читавог спектра података који се могу користити за остваривање бољих перформанси производних система при чему кандидат има у фокусу специјалну класу флексибилних система, а то су дидактичке флексибилне ћелије.

Увидом у досадашња истраживања кандидата, која су представљена у научним и стручним часописима, као и у радове изложене на међународним конференцијама, може се закључити да кандидат Глигорије Мирков, дипл. инж. маш. има искуства у области истраживања и то анализи могућности примене РФИД у процесу флексибилне производње и примене РФИД у служби флексибилног програмирања CNC машина.

Закључује се да приказани нацрт докторске дисертације садржи све потребне елементе да се израдом докторске дисертације даје одговарајући научни допринос у области моделирања и унапређења управљања флексибилним ћелијама на бази употребе РФИД технологије..

Увидом у досадашња истраживања кандидата, која су представљена у научним и стручним часописима, као и у радове изложене на међународним конференцијама, као и комплетну биографију и радно искуство кандидата, може се закључити да кандидат Глигорије Мирков, дипл. инж. маш. има искуства у области истраживања флексибилних ћелија и флексибилних система.

2. Образложење предмета, метода и циља који уверљиво упућују да је предложена тема од значаја за развој науке

Предмет, циљеви и хипотезе ове дисертације обухватају следеће

Предмет овог рада је анализа модела управљања технолошким ћелијама и креирање новог унапређеног модел а који одговара захтевима које поставља Индустрија 4.0

Како се модел управљања односи на дидактичке FMC то се сету наведене проблематике могу прикључити и поставке које се морају узети у обзир, а елементи су дидактичког приступа, што укључује одређени степен перцепције, ниво учења, представљање знања, закључивање и реакцију чиме би систем имао карактер адаптивног интелигентног система. Једна од активности обухвата сакупљање, припрему и анализу података са циљем побољшања квалитета и ефикасности управљања како би се омогућило праћење и унапређивање перформанси процеса као и постизање постављених циљева процеса.

Циљ овог рада је развој модела управљања дидактичким флексибилним ћелијама (FMC-a) заснованој на RFID технологији и рачунарској интелигенцији, у циљу решавања проблема флексибилности, оптимизације и идентификације делова при чему је неопходно укључити и специфичне захтеве који се тичу дидактичких систем.

Основне хипотезе од којих се полази при раду на докторској дисертацији су:

- Могуће је развити модел који би могао функционално да апроксимира динамички променљиве утицаја различитих радних стања флексибилног система,
- Могуће је остварити аутоматску идентификацију делова, оптимално и динамичко планирање задатака и дистрибуцију делова интеграцијом нове опреме и модела у постојећу архитектуру,
- Могуће је идентификовати и унапредити утицајне факторе за побољшање управљања и мониторинга,

Очекивани резултат ове докторске дисертације је развој модела управљања који има научни и практични допринос, а базиран је на савременим информационим технологијама. Добијени резултати на пољу имплементације RFID технологија у модел управљања, се могу користити за побољшање перформанси дидактичких флексибилних обрадних система што би се одразило на:

- повећање флексибилности система,
- унапређење и оптимизацију технолошког процеса,
- поузданију идентификацију делова,
- брже и поузданије решавање транспортног проблема, и
- подизање нивоа изучавања.

Резултати су теоријски (односе се на побољшање постојећег модела управљања), али имају и апликативну примену (кроз унапређење управљања FMC-a). На основу побољшаног модела управљања проистиче могућност пројектовања софтверског пакета, који ће омогућити подршку флексибилнијој, ефективнијој обуци и школовању кадрова у области флексибилне производње.

Методе истраживања

Кандидат ће за реализацију докторске дисертације користити аналитичке, нумеричке и експерименталне методе у циљу развоја модела управљања флексибилним ћелијама.

Методе које ће се користити у истраживању током израде ове докторске дисертације су:

- Методе научног прикупљања реалних података из пословно-производних система заснованих на савременим производним филозофијама,
- Методама синтезе научног истраживања добијених резултата оствариће се систематизација знања о моделу управљања,
- Метода рачунарских симулација базирана на програмском пакету за нумеричке прорачуне у циљу верификације унапређеног модела управљања,
- Методе моделирања динамичких система и провера функционалности с посебним акцентом на конфликтне и паралелне операције,
- Савремени концепт рачунарске интелигенције користиће се за моделирање и предвиђање узајамног рада компонената флексибилног система,
- Метод FCPN у комбинацији са техникама рачунарске интелигенције или теорија функција уверења (Dempster-Shafer-ова теорија) користиће се за решавање редоследа операција,
- Методама софтверског инжењерства заснованих на RFID технологији обезбедиће се двосмеран ток информација између пројектовања и производње у FMC-у.

Оквирни садржај докторске дисертације

Оквирни садржај рада:

1. Увод
2. Приказ стања изведених дидактичких флексибилних ћелија
3. Преглед литературе
4. Модел управљања дидактичком флексибилном ћелијом
5. Евиденциони системи у анализи, верификацији и имплементацији предложеног модела управљања флексибилном ћелијом
6. Закључна разматрања
7. Литература

У поглављу 1 треба представити предмет и циљ дисертације, полазне хипотезе, очекиване резултати и методе које ће се у истраживању примењивати. Овде ће бити дат и план дисертације по поглављима са кратким образложењем.

У поглављу 2. биће дате основне карактеристике изведених FMC/FMS управљачких архитектура са посебним освртом на дидактичке флексибилне системе заступљене у образовним институцијама. Дефинисаће се општи и посебни проблеми који прате флексибилне производне система са наглашеном проблематиком која прати дидактичку опрему.

У поглављу 3. Презентовани су принципи класификације научних радова који дају предност праћењу производа у систему, затим научних радова који доминантно презентују достигнућа везана за моделе управљања. Такође у овом поглављу треба класификовати и анализирати транспортне проблема и разматрати технолошке захтеве у производном процесу која примењује RFID технологију .

У поглављу 4. Треба презентовати нови модел управљања дидактичком флексибилном ћелијом базиран на употреби RFID технологије. На основу анализа из претходних поглавља и увида у постојеће моделе потребно је развити и презентовати нову, унапређени модел управљања флексибилним ћелијама који ће бити базиран на RFID технологији.

У поглављу 5 потребно је завршити тестирање, верификацију и валидацију развијеног модела управљања флексибилним технолошким ћелијама на бази употребе RFID технологије, а са становишта доношења одлука.

У поглављу 6 треба презентовати доприносе, извршити презентацију доказаности хипотеза и оствареног циља истраживања, као и презентовање научних и практичних доприноса до којих се дошло. На крају је потребно презентовати ограничења спроведеног истраживања и указати на правце даљег истраживања.

У поглављу 7 треба презентовати коришћену литературу.

3. Образложење теме за израду докторске дисертације које омогућава закључак да је у питању оригинална идеја или оригиналан начин анализирања проблема

На основу прегледа досадашњих истраживања и представљања саме концепције рада, долази се до закључка да постоји потреба за развојем новог модела управљања флексибилним ћелијама.

Развој модела управљања дидактичким флексибилним ћелијама на бази примене савремених информационих технологија, а на првом месту радио фреквентне идентификације , који укључује дефинисане захтеве општег типа, али и дидактичке захтеве је оригинала идеја кандидата.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са датим образложеним предметом, методама и циљем рада, а која је произишла на основу прегледа доступних научних радова објављених у научним и стручним часописима, као и на међународним конференцијама, оригинална идеја кандидата Глигорија Миркова, дипл. инж. маш.

4. Усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложене хипотезе, извора података, метода анализе са критеријумима науке уз поштовање научних принципа у изради коначне верзије докторске дисертације

Кандидат Глигорије Мирков, дипл. инж. маш. је у пријави теме докторске дисертације обухватио све елементе савременог научно-истраживачког рада, поштујући основне критеријуме науке, научне циљеве и методе анализе, спровођењем постојећих и развијањем оригиналних идеја научног истраживања. У достављеној пријави теме докторске дисертације кандидат се служио одговарајућом терминологијом из области која е предмет рада. Избором савремених доступних чланака из научних часописа, радова са научних и стручних конференција и друге литературе кандидат је показао способност анализе научних радова и утврђивања хипотеза за даља теоријска, експериментална и нумеричка истраживања. Кандидат је, на основу утврђених хипотеза, предложио аналитичка, нумеричка, експериментална и теоријска истраживања. На основу свега Комисија истиче да постоји потребна усклађеност дефиниције предмета истраживања, основних појмова, предложених хипотеза, извора података, метода анализа са критеријумима науке уз поштовање научних принципа.

5. Преглед научно-истраживачког рада кандидата

а. Кратка биографија кандидата

Глигорије Мирков рођен је у Београду 25.01.1956. Диплому Машинског факултета - Универзитета у Београду у својству дипломираног машинског инжењера одсека за производно машинство, стекао је 1981 год. са просечном оценом 7.45, а дипломирао са оценом 9., тренутно је запослен у „Политехници“ – школи за нове технологије Нови Београд на радном месту професора машинске групе предмета

Радно искуство:

- „Индустрија машина и трактора“ а.д. Београд. Конструктор и консултант за више специјалних машина алатки и алата (машине за дубоко бушење, машина за бушење и резање навоја за део дуплих прстију косачице ИМТ-Бољевац, раме хидраулика, конструкција лоренц ножева ...) као и реконструкција тада постојећих машина алатки. (1981-1986.)
- „Политехничка Академија“, Нови Београд. Асистент на предмету „Одржавање CNC система“ (до 2010) и стручни сарадник – администратор softwareProEngineer (сада Creo). Професор машинске групе предмета. (Аутоматизација производње Флексибилни производни системи,, Компјутерска графика, Моделирање машинских елемената и конструкција, и др.)

- „Политехника“ – школа за нове технологије Нови Београд на радном месту професора машинске групе предмета као што су Моделирање машинских елемената и конструкција, Флексибилни производни системи.

Додатно искуство:

- „Ингомонт“ д.о.о., Београд (овлашћени представник фирме „HASCO“ у Р.Србији). Стручни сарадник и консултант за област пројектовања алата за ињекционо бризгање пластике. (2002 - данас.)
- „Завод за унапређење образовања и васпитања“ Републике Србије – Центар за развој програма и уџбеника – Сектор за средње стручно образовање и васпитање. Послови учешћа у “стручним тимовима и комисијама” (државна матура, планови, програми, стручна мишљења, консултантске услуге, стратегија развоја образовања и васпитања, сажимање – редуција градива). Активно ангажовање у раду стручних тимова на изради планова и програма и редуцији изборних предмета машинске струке за средње образовање; Више написаних стручних мишљења и оцена за рукописе уџбеничке литературе за средње школе.
- „Завод за уџбенике и наставна средства“, Београд (од 1992. - данас). Аутори и коаутор уџбеника машинске струке за средње школе. Аутор електронске књиге у средњем образовању. Редактура више рукописа и написаних рецензија дела уџбеничке литературе за средње школе. Поменута искуства се односе на области компјутерског конструисања и пројектовања, CNC технологије, аутоматизације производње, машинских елемената и др.
- Основао и водио фирму „Pro/Ing“ о.д. Београд. Предузеће за пројектовање и инжењеринг. (1995-2002.) У оквиру ове делатности осмислио и заједно са сарадницима реализовао систем софтвера за симулацију и аутоматско програмирање дидактичких CNC машина EMCO (Austria), а исти је на основу одобрења Министарства просвете коришћен у школама Републике Србије и Северне Македоније (software APCAM сличан програмском језику APT, и сам APT као и симулације CNC глодалице и CNC струга јер их наведене машине нису имале).
- Учешће на пројекту стручне и опште државне матуре

6. Научно-истраживачки рад

Као аутор или коаутор објавио укупно 5 радова у научно-стручним часописима као и на међународним и домаћим научно-стручним скуповима.

• Списак објављених радова

M22

1. **Gligorije Mirkov, Zoran Bakić, Mirko Đapić, RFID technology in the function of generating flexible robotic sequences of the FMC**, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering ,2019, vol. 41 br. 12, str. -, DOI: <https://doi.org/10.1007/s40430-019-2048-5>, ISSN 1678-5878

M52

1. Зоран Бакић, **Глигорије Мирков**, Мр. Радиша Жуњанин, Од идејног пројекта до готовог производа: Техничка документација, декларација о усаглашености, Српски знак о усаглашености у духу хармонизованог техничког законодавства РС, Техничка Дијагностика, 2015 (2), 34-41. ISSN, 1451-1975
2. **Глигорије Мирков**, Зоран Бакић, Радиша Жуњанин: Анализа могућности примене радио фреквенте идентификације у процесу флексибилне производње, Техника-Машинство, 2017 (6), 852-864, DOI: 10.5937/tehnika1706852M, ISSN 0461-2531
3. **Глигорије Мирков**, Зоран Бакић, Мирко Ђапић: RFID технологија у служби флексибилног програмирање CNC машина, ИМК 14. октобар, 2019, 25 (2), 31-41, UDC 621 ISSN 0354-6829

7. Предлог за ментора са његовим референцама којима се доказује испуњености услова за менторство

Комисија предлаже да ментор докторске дисертације буде др Миладин Стефановић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Изабране референце:

1. Arso Vukicevic, Ivan Macuzic, Marko Djapan, **Miladin Stefanovic**, Safe-Tag Mobile: A novel JavaScript framework for real-time management of unsafe conditions and unsafe acts in SMEs, Safety Science, Vol.120, No.December 2019, pp. 507-516, ISSN 0925-7535, Doi 10.1016/j.ssci.2019.07.024, 2019 [M21]
2. Arso Vukicevic, Marko Djapan, Petar Todorovic, Milan Eric, **Miladin Stefanovic**, Ivan Macuzic, Decision support system for dimensional inspection of extruded rubber profiles, IEEE Access, Vol.7, No.1, pp. 112605-112616, ISSN 2169-3536, Doi 10.1109/ACCESS.2019.2934561, 2019 [M21]
3. **Miladin Stefanovic**, The Objectives, Architectures and Effects of Distance Learning Laboratories for Industrial Engineering Education, Computers and Education, Vol.69, No. November 2013, pp. 250-262, ISSN 0360-1315, Doi 10.1016/j.compedu.2013.07.011, 2013 [M21a]
4. Slavko Arsovski, Zora Arsovski, **Miladin Stefanović**, Danijela Tadić, Aleksandar Aleksić, Organizational resilience in a cloud based enterprises in a supply chain: a challenge for innovative SMEs, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol.30, No.4-5, pp. 409-419, ISSN 0951-192, Doi <https://doi.org/10.1080/0951192X.2015.1066860> 2017, [M22]
5. Milan Eric, **Miladin Stefanovic**, Aleksandar Djordjevic, Nikola Stefanovic, Milan Misic, Nebojsa Abadic and Pavle Popovic, Production process parameter optimization with a new model based on a genetic algorithm and ABC classification method, Advances in Mechanical Engineering, Vol.8, No.8, pp. 1-18, ISSN 1687-8132, Doi 10.1177/1687814016663477, 2016 [M23]

На основу свега наведеног у претходном делу овог извештаја, Комисија доноси следећи


ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Глигорије Мирков, дипл. инж. маш., испуњава све предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације. Предложена тема докторске дисертације је оригинална и има научну заснованост. Предложена методологија израде докторске дисертације је у складу са научним принципима. Очекивани резултати докторске дисертације би требало да представљају оригинални научни допринос у развоју новог модела управљања дидактичким флексибилним ћелијама применом технологије радио фреквентне идентификације. Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке Крагујевцу да тему за докторску дисертацију:

„Модел управљања дидактичким флексибилним ћелијама применом технологије радио фреквентне идентификације“


прихвати и одобри њену израду кандидату Глигорију Миркову, дипл. инж. маш. Комисија предлаже да ментор докторске дисертације буде др Миладин Стефановић, редовни професор Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

У Новом Саду и Крагујевцу 16.11.2020.



Др Богдан Недић, редовни професор - **Председник
Комисије**

Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Ужа научна област: Производно машинство



Др Миладин Стефановић, редовни професор
Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу
Уже научне области: Производно машинство и
Индустријски инжењеринг



Др Елеонора Десница, ванредни професор
Технички факултет "Михајло Пупин", Универзитет у
Новом Саду
Ужа научна област: Индустијско инжењерство