

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Јована Вујасиновића

Одлуком бр. 1470/32 од 10.10.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јована Вујасиновића, под насловом

„Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила”

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Јован Вујасиновић је школске 2019/2020 године, уписао докторске академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, на модулу Електроника и рачунарство. Све испите предвиђене наставним планом и програмом докторских студија положио је са просечном оценом 10,00.

Кандидат је 04.05.2023. године пријавио тему за израду докторске дисертације. За ментора су предложени др Милан Прокин, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, и Др Горан Савић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Комисија за студије трећег степена је 09.05.2023. године разматрала предлог теме за израду докторске дисертације и упутила Наставно-научном већу предлог за именовање Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је 16.05.2023. године именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације, у саставу:

1. Др Милан Поњавић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
2. Др Жељко Ђуришић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет,
3. Др Жељко Деспотовић, научни саветник, Универзитет у Београду – Институт Михајло Пупин,

Јавна усмена одбрана теме докторске дисертације одржана је 29.05.2023. године. Комисија за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације оценила је усмену одбрану предложене теме као успешну (оцена „задовољно”).

Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду је 13.06.2023. године усвојило Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације. За ментора дисертације именовани су др Милан Прокин, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, и Др Горан Савић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Веће научних области техничких наука дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације (Решење број : 61206-2509/2-23 од 10.07.2023).

Кандидат је 28.09.2023. године предао докторску дисертацију на преглед и оцену. Комисија за студије трећег степена потврдила је 03.10.2023. године испуњеност потребних услова за подношење предлога за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета Универзитета у Београду именовало је 10.10.2023. године Комисију за преглед и оцену докторске дисертације под насловом „Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила” (Одлука бр. 1470-32 од 10.10.2023. године), у саставу:

1. Др Предраг Пејовић, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
2. Др Зоран Чича, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет
3. Др Жељко Деспотовић, научни саветник, Универзитет у Београду – Институт Михајло Пупин

1.2. Научна област дисертације

Дисертација кандидата Јована Вујасиновића припада научној области Техничке науке, електротехника и рачунарство, ужа научна област Електроника, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

За менторе дисертације одређени су др Милан Прокин, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, и Др Горан Савић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, због истакнутих доприноса у ужој области Електронике.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Јован Вујасиновић дипл. инж. електротехнике (Београд, 5. III 1977.). Дипломирао је 2001. године на Електротехничком факултету у Београду, где је и магистрирао 2013. године.

Од 2001. до 2007. године био је асистент-приправник на Катедри за електронику на Електротехничком факултету у Београду и на Ваздухопловној академији у Жаркову, где је изводио наставу из следећих предмета: Електроника 1, Електроника 2, Елементи електронике, Основи аналогне електронике, Аналогна електроника, Рачунарска електроника, Линеарна електроника, Техничка документација и Компоненте и електронска кола. Од 2010. до 2017. године радио је у Институту „Михајло Пупин“ у Београду. У 13 наврата је био члан комисија за оцену и одбрану дипломских радова.

Као коаутор, објавио је два наставна приручника. Главна област Вујасиновићевог научног и стручног рада је даљинска комуникација и управљање системима и, у ужем смислу, системи за паметно управљање енергијом. Заједно са својим менторима и сарадницима, до сада је објавио седамнаест научних радова из ових области, од тога десет на међународним скуповима и један у истакнутом међународном часопису са импакт фактором. Са стручним радовима је учествовао на више домаћих и

међународних скупова.

Поред научних и стручних радова, Вујасиновић је, са сарадницима, израдио више пројеката за домаће и стране наручиоце, и аутор је девет признатих техничких решења из области даљинске комуникације и управљања системима. Учествовао је у два пројекта технолошког развоја које је финансирало Министарство за науку и заштиту животне средине Србије.

Јован Вујасиновић је суоснивач предузећа Meter&Control d.o.o. из Београда које се бави развојем и производњом система за паметно управљање енергијом, са међународном репутацијом. Био је иницијатор оснивања и председник Групације произвођача опреме за мерење електричне енергије при Привредној комори Србије, а потом и председник Групације произвођача електричних, оптичких уређаја и електронике у ПКС. Члан је техничке комисије N013 – Општи аспекти за снабдевање електричном енергијом, мерење електричне енергије и управљање оптерећењем при Институту за стандардизацију Србије.

Ожењен је, отац троје деце. Живи и ради у Београду.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је по форми и структури у потпуности усклађена са Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду. Докторска дисертација је написана на српском језику, латиничним писмом, и има укупно 121 страна. Садржи 74 слике, 19 табела и 87 библиографских референци. Делови дисертације су:

- Насловна страна на српском језику
- Насловна страна на енглеском језику
- Страна са информацијама о ментору и члановима комисије
- Страна са наведеном захвалницом и посветом
- Страна са подацима о докторској дисертацији на српском језику
- Страна са подацима о докторској дисертацији на енглеском језику
- Садржај
- Списак слика
- Списак табела
- Списак скраћеница
- Текст рада по поглављима:
 1. Увод
 2. Преглед стања технике
 3. Архитектура и димензионисање система за даљинско управљање станицама за пуњење електричних возила
 4. Увођење IoT у станицу за пуњење електричних возила која се напаја из обновљивих извора енергије
 5. Управљање потражњом и интеграција хибридне станице за пуњење електричних возила у паметну мрежу
 6. Примена вештачке интелигенције на терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила
 7. МД развој терминала за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила
 8. Закључак
- Списак коришћене литературе
- Биографија аутора
- Изјава о ауторству
- Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада
- Изјава о коришћењу

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље указује на значај развоја инфраструктуре за пуњење електричних возила, првенствено кроз константно повећање броја станица за пуњење електричних возила које се напајају из обновљивих извора електричне енергије, а све у циљу смањења загађења ваздуха. Даље се приказује важност управљања у тако добијеним електроенергетским системима, што на нивоу микромреже, што на нивоу дистрибутивне паметне мреже, као и потреба за пројектовањем система за даљинско управљање станица за пуњење електричних возила које се напајају из обновљивих извора енергије. Такође разматрају се и предности када је оваква станица прикључена и на дистрибутивну електроенергетску паметну мрежу, и функције које треба да има централна компонента оваквог система, односно терминал са даљинску контролу тако добијене хибридне станице за пуњење електричних возила. Затим су наведени основни циљеви и значај предметног истраживања.

У другом поглављу представљен је преглед стања технике. Могу се наћи слични системи за управљање енергијом код индустријских и комерцијалних потрошача, односно паметних зграда. Такође, могу се наћи и радови који се баве појединачним подсистемима, као и радови који се баве методом МД развоја софтвера (model-driven development), односно објектно оријентисаним начином програмирања embedded софтвера иако нису чести. Отворена питања су пројектовање обједињеног система за даљинско управљање станицама за пуњење електричних возила, које се напајају из обновљивих извора електричне енергије и развој обједињеног терминала за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила. Приликом решавања ова два питања, простори за побољшање су у категоризацији самих станица, односно терминала, као и развој софтвера коришћењем МД методе.

У трећем поглављу је описана архитектура система за даљинско управљање станицама за пуњење електричних возила које се напајају из обновљивих извора енергије и/или електроенергетске мреже. Систем омогућава обједињавање већег броја функционалности које доприносе ефикаснијем коришћењу засебних подсистема, као што су: подсистем за даљинско управљање пуњачима електричних возила, подсистем за даљинско управљање паметним батеријама, подсистем за даљинско управљање паметним бројилима и подсистем за даљинско управљање фискалним касама. Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила, као кључни део система, има могућност комуникације са пуњачима електричних возила, паметном батеријом за складиштење енергије, паметним бројилом и фискалним касама. Сви ови делови система се физички налазе у станици за пуњење електричних возила. Поменути терминал преко одговарајуће конекције ка интернету, има могућност преноса ускладиштених података добијених од наведених периферних делова система (пуњача електричних возила, паметне батерије за складиштење енергије, паметног бројила и фискалних каса), као и њиховог праћења и подешавања, што ствара предуслове и за даљу обраду тих информација. Приступ тим подацима имају и платформе као што су платформа за кориснике пуњача електричних возила (преко које корисници пуњача електричних возила, односно власници електричних возила, добијају све релевантне информације о пуњачима електричних возила) и платформа за трговину електричном енергијом (која омогућава трговину електричном енергијом, расположивом у систему). Осим тога, поменути подаци су доступни и информационом систему оператера електродистрибутивног система, информационом систему Пореске управе, као и самом власнику станице за пуњење електричних возила. То омогућава добављачима електричне енергије, комуналним предузећима, контролним органима, провајдерима услуга и индустријским и комерцијалним корисницима (= произвођачи енергије + потрошачи), односно менаџерима кампуса и објеката да набаве огромне количине података и обраде их користећи врхунску аналитику и технологију вештачке интелигенције.

Четврто поглавље се бави описом увођења IoT у станицу за пуњење електричних возила која се напајају из обновљивих извора енергије. Предложена IoT архитектура има за циљ увођење стандардизоване интеграције станица за пуњење у IoT систем паметног града чиме би се значајно смањили проблеми интероперабилности и повећала брзина увођења станица у концепт паметног града. У том контексту су размотрени интерфејс за повезивање и комуникацион протокол за везу терминала са периферијом (паметно бројило, паметна батерија, фискална каса, пуњач електричних возила итд.), као и интерфејс за повезивање и комуникациони протокол за везу терминал са облаком, који представља платформу паметног града, односно везу са одговарајућим информационом системима (електродистрибуција, пореска управа, снабдевачи, корисници пуњача, власници итд.)

У петом поглављу је обухваћено је управљање потражњом и интеграција хибридне станице у паметну мрежу. Дата је општа анализа како се може управљати потражњом за електричном енергијом. Показано је и како се управљање потражњом

примењује код хибридне станице. Затим је предложен контролер за управљање станицом на основу fuzzy логике. У овом осетљивом процесу интеграције микромреже у паметну електроенергетску мрежу, анализирано је шта је битно са становишта дистрибутивне паметне електроенергетске мреже, а шта са становишта власника микромреже.

Примена вештачке интелигенције на терминал за даљинску контролу хибридне станице је представљена у поглављу 6. Како терминал омогућава даљинско управљање пуњачима електричних возила, паметним батеријама, паметним бројилима, фискалним касама и евентуално даљинско управљање обновљивим извором електричне енергије и другим уређајима у оквиру објекта, неопходно је дефинисати и разрадити одговарајући алгоритам управљања радом терминала. Стога је разматрана реализација тог управљања применом вештачке интелигенције. На овај начин овакве станице за пуњење електричних возила могу постати потпуно аутономне у свом раду, и дати оптималне резултате, што би подигло њихову доступност корисницима електричних возила.

Седмо поглавље садржи опис реализације хардвера и софтвера терминала за даљинску контролу хибридне станице. Разматране су различите категорије овог уређаја: light, standard и extended терминал, који се могу применити код резиденцијалне, комерцијалне и индустријске станице, респективно. Описан је хардвер за сваку од ових варијанти терминала. За развој софтвера, иако се ради о уређају са уграђеним софтвером, коришћена је веома напредна метода, односно метода МД развоја (МД развој (model-driven development) – развој вођен моделом, развој помоћу модела), која омогућава брз и ефикаснији развој и одржавање уређаја. Дати су резултати примене ове методе на терминалу за даљинско управљање фискалним касама. Они су упоређени са резултатима развоја терминала за даљинско управљање паметним бројилима без примене ове методе. Урађена је и симулација развоја терминала за даљинско управљање хибридном станицом. Приказани метод се може користити у будућности за бржи и квалитетнији развој уграђеног софтвера.

На крају рада, у оквиру закључног поглавља, сажето су наведени резултати истраживања и истакнути су основни доприноси докторске дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Повећање броја произведених и коришћених електричних возила, има за циљ смањење загађења животне средине и штетних ефеката које оно са собом носи, а који су последица емисије штетних гасова возила на дизел и бензински погон. Међутим, предуслов да би употреба возила на електрични погон заиста допринела смањењу загађења животне средине, је да електрична енергија која се користи за пуњење електричних возила буде произведена из извора који не загађују животну средину, тј. из обновљивих извора електричне енергије. То доводи и до неминовног развоја инфраструктуре за пуњење електричних возила, што се огледа и у сталном повећању броја станица за пуњење електричних возила које се напајају из обновљивих извора електричне енергије. Уколико су овакве станице додатно прикључене и на електроенергетску мрежу, такве станице називамо хибридне станице за пуњење електричних возила.

У последње време сведоци смо феномена да многа домаћинства практично постану хибридне станице за пуњење електричних возила. Ово се дешава из два разлога. Први разлог је тај што, осим што прелазе на електричне аутомобиле, власници уграђују пуњаче у своје домове. Други разлог је што све више домаћинстава постају потрошачи, односно истовремено и купци и произвођачи електричне енергије. Сваки потрошач може код куће да угради соларне панеле или ветрогенераторе како би не само производио и користио произведену електричну енергију за сопствене потребе већ и да би, у случају вишкова, имао право да уђе на тржиште, прода струју и добије надокнаду за то. Ово омогућава потрошачу да самоиницијативно смањи своје трошкове и повећа приход. Потрошачи такође имају могућност да се удружују или оснивају локалне енергетске заједнице, које би окупиле више потрошача и тиме истовремено задоволиле сопствене потребе за електричном енергијом и биле конкурентније на тржишту при продаји вишка производње. Агрегатори су учесници на тржишту који комбинују потрошњу или производњу електричне енергије од више потрошача и тргују њом на тржишту.

Повећање доступности станица за пуњење електричних возила, како корисницима електричних возила, тако и оператерима електродистрибуције, снабдевача и пореске управе, као и власницима и корисницима саме станице, остварује се интеграцијом у један већи систем, захваљујући којем се постиже уштеда времена и новца, и ефикаснија употреба електродистрибутивне мреже. Да би се оствариле функционалности тог система, које су од значаја свим корисницима, реализовано је даљинско управљање станицом за пуњење електричних возила. Кључни уређај који омогућава поменуто даљинско управљање је терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила.

Предмет ове дисертације је архитектура система за даљинско управљање станицама, и развој основне компоненте система - терминала за даљински надзор и контролу хибридне станице. Предвиђено је да терминал преко локалне ИОТ мрежне инфраструктуре буде повезан са пуњачима електричних возила, паметном батеријом за складиштење енергије, обновљивим извором електричне енергије, паметним бројилом, фискалним касама, корисничким уређајима и осталим потребним уређајима. С друге стране, терминал за даљински надзор и контролу хибридне станице је конектован са облаком преко Интернета. На тај начин се омогућава низ надзорних сервиса као што су праћење, обрада и складиштење података који се добију од пуњача електричних возила, паметне батерије за складиштење енергије, обновљивих извора електричне енергије, паметног бројила и фискалних каса, као и подешавање истих. Поменути подацима у облаку приступ има низ платформи: платформа за кориснике пуњача електричних возила, платформа за трговину електричном енергијом, информациони

систем оператера електродистрибутивног система, информациони систем Пореске управе као и друге платформе од интереса. Преко платформе за кориснике пуњача електричних возила власници електричних возила добијају све информације о пуњачима електричних возила, док се преко платформе за трговину електричном енергијом обавља трговина електричном енергијом расположивом у систему. Подацима у облаку приступ имају и власници хибридних станица. Ти подаци се обрађују коришћењем напредних алгоритама, којима се остварује ефикасна употреба дистрибутивне мреже, битне уштеде у систему и омогућава остваривање иновативних паметних енергетских услуга.

Терминал са обједињеном контролом пуњача, обновљивог извора, паметне батерије, бројила и фискалне касе је оригиналан уређај. Извршена је дефиниција и класификација типова терминала по капацитету (броју возила), па је развијен хардвер за сва три типа терминала. Иако се ради о уређају са уграђеним софтвером, коришћена је веома напредна метода, односно метода МД развоја (МД развој (model-driven development) – развој вођен моделом, развој помоћу модела), која омогућава брз и ефикаснији развој и одржавање уређаја. Све ово довољно говори о оригиналности докторске дисертације.

Популарност електричних аутомобила временом расте. У неким земљама број електричних возила расте из године у годину. Међутим, тржиште електричних возила у неким другим земљама је још увек у настајању, о чему сведочи недостатак инфраструктуре за пуњење возила или незнатна потражња за таквим услугама на локацијама где је таква инфраструктура већ успостављена, а да не говоримо о оскудној продаји електричних возила. Стога је развој инфраструктуре и услуга за пуњење возила и интеграција обновљивих извора енергије у систем од великог значаја за даљи развој индустрије електричних возила, а тиме и очувања савремене борбе за смањење глобалног загревања. Све ово довољно говори о савремености ове докторске дисертације.

Коначно, тема и предмет докторске дисертације су, поред великог теоријског значаја, једнако интересантни и актуелни из угла инжењерске праксе, јер представљају још једну примену информационих и комуникационих технологија у једном од актуелних проблема који заузима значајно место у краткорочним и средњорочним стратегијама развоја готово свих земаља у Европи и свету.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације, кандидат је детаљно истражио релевантну литературу из научне области којом се бави дисертација. Литература наведена у дисертацији броји 81 библиографску јединицу, на основу чега се може закључити да је кандидат остварио темељан увид у резултате досадашњих истраживања у предметној научној области. У оквиру наведене литературе налазе се и радови кандидата, који су презентовани на међународним конференцијама и публиковани у међународном часопису са импакт фактором, а који су проистекли из рада на докторској дисертацији или су у директној вези са темом дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У току израде докторске дисертације спроведене су различите методе истраживања. Најпре је извршено прикупљање, систематизација и детаљна анализа постојећих знања у области истраживања са циљем да се сагледа проблематика и утврде смернице у наредним фазама истраживања. Урађена је компаративна анализа различитих приступа који се користе у литератури и индустрији и дефинисана је архитектура обједињеног система и разрада сваког појединачног подсистема. Потом је извршена категоризација обједињеног терминала према броју возила и разрада

хардвера за сваку варијанту. Развој софтвера је вођен моделом, односно извршено је моделирање софтвера и разрада главног програма, свих потребних драјвера и потпрограма, као и потпрограма за извршење процеса. Модели су реализовани на подсистемима, и приказани су и анализирани њихови резултати. Поред тога, је извршена је и симулација рада модела на целом систему на примеру резиденцијалне станице, коришћењем програмског пакета Хомер. Извршена је анализа свих добијених података и тако експериментално верификован рад у различитим околностима. Примењене методе су у потпуности примерене проблемима који су решавани у дисертацији, што је довело до остварења постављених циљева дисертације.

3.4. Применљивост остварених резултата

Истраживања у вези развоја терминала за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила, која су урађена у оквиру докторске дисертације имају велики и неоспоран научни и практичан значај имајући у виду извршена пројектовања, дизајнирања, симулације и реализације, као и предложена решења у циљу побољшања управљања енергијом.

Добијени резултати у експерименталној анализи су показали неколико важних чињеница. Показало се да примена МД методе развоја значајно повећава брзину, квалитет и ефикасност развоја и одржавања терминала. Такође, показало се и да је за примену веома важно категорисати терминал према потребном капацитету и према томе развити неколико варијанти хардвера. Како то значајно утиче на производну цену уређаја, тиме се стварају економски услови за примену уређаја у различитим ситуацијама: ценовно најповољнији терминал за резиденцијалне кориснике, терминал средње цене за комерцијалне кориснике и најскупљи терминал за индустријске кориснике. На тај начин је показано и да је за скалабилност терминала, односно да је за повећање броја уређаја којима се жели управљати даљински преко терминала, довољно повећати процесорску моћ и капацитет меморије терминала. Затим, показало се да терминали задовољавају сигурносне аспекте, односно да је закључак да систем лозинки у комбинацији са енкрипцијом података обезбеђује довољан степен заштите у погледу безбедности комуникације, података и терминал уопште.

У дисертацији је показано да увођење посебног уређаја за управљање енергијом у хибридне станице за пуњење електричних возила, односно у домаћинства код резиденцијалних станица, у својој базичној примени доноси значајне финансијске уштеде власнику станице, односно домаћинства, на начин што терминал обезбеђује да се своја произведена енергија троши за сопствене потребе. Такође, објашњено је да у мало напреднијој примени може власнику донети и зараду, на начин што би терминал обезбедио оптималну трговину електричном енергијом.

У досадашњој пракси разматрани су развој и реализација појединачних терминала у појединачним системима. У дисертацији је показано да обједињени терминал даје најбоље резултате и у погледу цене имплементације система и у погледу квалитета функционисања. Даљинска контрола омогућава контролу поменутих уређаја из једног центра на даљину. На пример, контрола свих паметних бројила из једног центра омогућава оператеру дистрибуције да управља електричном мрежом на страни потрошње, што је постало неопходност због појаве великог броја малих и средњих извора електричне енергије, као и електрична возила. Контрола свих паметних батерија из једног центра омогућава добављачу да оптимизује трговину електричном енергијом и постигне веће приносе. Контрола свих фискалних каса из једног центра омогућава пореској управи да лако и брзо прати наплаћени порез и смањи утају пореза. Контрола свих ЕВ пуњача из једног центра омогућава власницима електричних возила да имају правремене информације о оптималном месту за пуњење својих возила. Поред тога, даљинска контрола омогућава власницима станица да њима управљају у реалном времену где год да се налазе.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самосталан научни рад

Јован Вујасиновић је током докторских студија, као и током целокупног досадашњег рада, показао све особине неопходне за самосталан научноистраживачки рад. У прилог томе сведочи и чињеница да је до сада публикувао укупно 17 научно-стручних радова и 9 техничких и развојних решења. Кандидат је из области којом се бави дисертација публикувао један рад у истакнутом међународном часопису (М22), 10 саопштења са међународног скупа (М33), 6 саопштења са скупа националног значаја (М63) и 9 техничких и развојних решења (М81) .

Начин на који је написана докторска дисертација и научни доприноси који су у њој представљени потврђују спремност кандидата за самосталан научни рад, почевши од систематичног прегледа доступне литературе, преко уочавања недостатака и ограничења постојећих метода, до развоја методологије која превазилази уочене недостатке. Научни рад кандидата одликује темељан и систематичан приступ решавању научних проблема.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОСИ

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Најзначајнији научни доприноси коју су остварени у оквиру докторске дисертације огледају се у следећем:

- У поређењу са другим радовима, ниједан од постојећих приступа не нуди систем, односно терминал са обједињеном контролом пуњача, обновљивог извора, паметне батерије, бројила и фискалне касе.
- Извршена је дефиниција и класификација типова терминала по капацитету (броју возила) који треба да се подржи са становишта комуникационе инфраструктуре
- Реализован је хардвер, односно приказане су електричне шеме за сва три типа терминала
- Додатно, поред реализације хардвера терминала који омогућава комуникацију са свим овим наведеним уређајима, овај рад пружа и МД развој, односно модел за (како структурирану, тако и) објектно оријентисану реализацију наменског (embedded) софтвера, који се може уопштено користити за примену код система паметних мерења, паметних градова, паметних кућа, паметне мреже и паметног управљања енергијом уопште.
- Овај модел добијен применом методе МД развоја је дао одличне резултате у пракси приликом примене код терминала за даљинско управљање фискалним касама, омогућивши истовремено и много бржу и квалитетнију израду и одржавање софтвера уз задржавање довољног нивоа контроле брзине извршавања и количине потребне радне и програмске меморије.
- Урађено је димензионисање резиденцијалне хибридне станице за пуњење електричних возила.
- Дат је предлог унификације комуникационог протокола са становишта презентације уређаја у станици употребом DLMS/COSEM протокола као основе, чиме се омогућује лакша интеграција станице/терминала у окружење паметног града, али и ефикаснији развој целокупног екосистема паметних градова.
- У погледу примене техника аутоматског управљања у терминалу за даљинско управљање хибридном станицом, дат је предлог примене контролера на бази fuzzy логике.
- У погледу примене техника вештачке интелигенције, урађена је анализа са посебним освртом на примену машинског учења, конкретно технике појачаног учења, и то тзв. Q учења.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У овој докторској дисертације је развијен терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила. За потребе овог развоја извршено је димензионисање резиденцијалне хибридне станице.

Оно што се може у даљем наставку истраживања радити је димензионисање комерцијалне и индустријске хибридне станице. Такође, може се радити на даљем развоју аутономног независног рада терминала, тако да он буде у стању да самостално управља енергијом на начин да је у исто време обезбеђена стабилност у електроенергетској паметној мрежи и остварен максималан профит власника кроз

оптималну трговину електричном енергијом. То је могуће постићи даљом разрадом техника аутоматског управљања и техника вештачке интелигенције, односно применом контролера на бази fuzzy логике и машинског учења, конкретно технике појачаног учења, и то тзв. Q учења.

Свакако би била интересантна анализа рада станице која се напаја само из обновљивих извора електричне енергије, односно станице која нема прикључак на електроенергетску мрежу.

У даљем раду може се размотрити и развој преводиоца који би аутоматски генерисао програмски код на основу модела, као и развој софтвера за димензионисање резиденцијалне, комерцијалне и индустријске хибридне станице за пуњење електричних возила.

4.3. Верификација научних доприноса

У периоду дужем од двадесет година, Јован Вујасиновић је радио и водио развој, истраживање и имплементацију многих производа из области даљинског управљања разним уређајима из области система паметних мерења, паметних градова, паметних кућа, паметне мреже и паметног управљања енергијом уопште. За ово време реализовани су паметна електрична бројила и терминали за даљинско управљање паметним бројилима у разним варијантама. Ови производи су сертификовани у признатим међународним лабораторијама и имплементирани широм света. Поред тога, реализовани су и терминали за даљинско управљање фискалним касама, информациони систем за даљинско управљање паметним бројилима, као и информациони систем за надзор и аутоматску контролу пуњења батерија. Ови производи су сертификовани у националним лабораторијама и имплементирани у Србији. Ова дисертација садржи наведене резултате и искуства.

Јован Вујасиновић је објавио 17 научно-стручних радова и 9 техничких и развојних решења. Кандидат је научне доприносе који представљају резултат истраживања у оквиру докторске дисертације публиковао један рад у истакнутом међународном часопису (M22), 10 саопштења са међународног скупа (M33), 6 саопштења са скупа националног значаја (M63) и 9 техничких и развојних решења (M81). Поред тога резултати рада у вези архитектуре и димензионисања система за даљинско управљање станице за пуњење електричних возила која се напаја из обновљивих извора, за различите цене енергије или других параметара су планирани за објављивање у истакнутом међународном часопису.

Списак радова и решења је дат у наставку. Подвучени су радови који су објављени након уписа докторских академских студија.

Категорија M22:

- [1] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Milan Prokin; „*Model-Driven Developed Terminal for Remote Control of Charging Station for Electric Vehicles Powered by Renewable Energy*“, *Electronics* (ISSN: 2079-9292) 2023, 12(8), 1769; DOI: 10.3390/electronics12081769

Категорија M33:

- [1] Vladan Lapcević, Saša Manojlović, **Jovan Vujasinović**, Slavoljub Marjanović; „*Experimental results on the load management system and remote meter reading system*“; XI International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK 2002; September 2002; Portoroz; Slovenia;
- [2] Slavoljub Marjanović, **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Saša Manojlović, Branislav Ninković, Petar Mededović; „*Sistem za daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom*“

- električne energije*“; VI Savetovanje Bosanskohercegovačkog Komiteta CIGRE; novembar 2003; Neum; Bosnia and Herzegovina;
- [3] Nikola Rajaković, Dušan Nikolić, **Jovan Vujasinović**; „*Cost benefit analysis for implementation of a system for remote control and automatic meter reading*“; Power Tech 2009; June 2009, Bucharest, Romania
 - [4] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Aleksandar Rakić; „*Upravljanje potražnjom kod stanice za punjenje električnih vozila koja se napaja iz obnovljivih izvora energije*“, Proceedings of the 28th Telecommunications Forum (TELFOR), November 2020, Belgrade, Serbia
 - [5] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Zoran Čiča; „*Uvođenje IoT -a u stanicu za punjenje električnih vozila koja se napaja iz obnovljivih izvora energije*“, Proceedings of the 28th Telecommunications Forum (TELFOR), Novembar 2020, Belgrade, Serbia
 - [6] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić; „*Demand Side Management and Integration of a Renewable Sources Powered Station for Electric Vehicle Charging into a Smart Grid*“, 15. International Conference on Applied and Theoretical Electricity ICATE, May 2021, Craiova, Romania
 - [7] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Ilija Batas Bjelić, Nikola Rajaković; „*Decreasing the implementation costs of smart metering systems with interoperability*“, IEEE 2021 International Workshop on Metrology for Industry4.0 & IoT, June 2021
 - [8] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Milan Prokin; „*Terminal for Remote Control of Renewable Energy Sources Powered Station for Electric Vehicles Charging*“, 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing, June 2021, Budva, Montenegro
 - [9] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Zeljko V. Despotović „*Architecture and Sizing of System for Remote Control of Renewable Energy Sources Powered Station for Electric Vehicles Charging*“, 7th IEEE International Energy Conference ENERGYCON 2022, May 2022, Riga, Latvia
 - [10] **Jovan Vujasinović**, Zoran Čiča, Goran Savić, „*IoT Based Renewable Sources Powered Station for Electric Vehicles Charging*“, 16th International Conference on Advanced Technologies, Systems and Services in Telecommunications - TELSIS 2023, Nis, Serbia, October 2023.

Kategorija M63:

- [1] Vladan Lapčević, Saša Manojlović, **Jovan Vujasinović**, Slavoljub Marjanović; „*Rezultati primene sistema za daljinsko očitavanje brojila električne energije u urbanoj sredini*“; I Simpozijum INFOTEH-JAHORINA; mart 2002; Jahorina; Bosna i Hercegovina;
- [2] Vladan Lapčević, Saša Manojlović, **Jovan Vujasinović**, Slavoljub Marjanović; „*Rezultati primene sistema za daljinsko očitavanje brojila električne energije u ruralnoj sredini*“; XLVI Konferencija za ETRAN; jun 2002; Teslić; Bosna i Hercegovina;
- [3] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Nikola Rajaković „*Analiza uticaja interoperabilnosti na troškove uvođenja sistema za daljinsko očitavanje brojilima i upravljanje potrošnjom*“, XXXV međunarodno savetovanje ENERGETIKA; June 2020, Zlatibor, Serbia
- [4] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Željko Đurišić; „*Arhitektura sistema za daljinsko upravljanje stanice za punjenje električnih vozila koja se napaja iz obnovljivih izvora*“, 64. konferencija ETRAN; septembar 2020, Novi Sad, Srbija
- [5] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić, Milan Prokin; „*Terminal za daljinsko upravljanje stanicom za punjenje električnih vozila koja se napaja iz obnovljivih izvora energije*“, XX simpozijum INFOTEH- Jahorina, mart 2021, Jahorina, Bosna i Hercegovina
- [6] **Jovan Vujasinović**, Goran Savić; „*Primena veštačke inteligencije na terminal za daljinsko upravljanje stanice za punjenje električnih vozila koja se napaja iz*

Kategorija M81:

- [1] **Jovan Vujasinović**, Vladan Lapčević, „Elektronsko brojilo sa PLC komunikacijom“, tehničko rešenje urađeno je za „Sitel“ i G-Net, rešenje je realizovano 2003 godine, rešenje koristi i primenjuje „Elektrovojvodina“,
- [2] **Jovan Vujasinović**, Saša Manojlović, Goran Savić, „Koncentrator u sistemu daljinskog očitavanja i upravljanja brojilima električne energije“, tehničko rešenje urađeno je za „Sitel“, rešenje je realizovano 2003 godine, rešenje koristi i primenjuje „Elektrovojvodina“,
- [3] **Jovan Vujasinović**, Ištvan Alfeldi, „Baza podataka u sistemu daljinskog očitavanja i upravljanja brojilima električne energije“, predloženo tehničko rešenje urađeno je za „Sitel“, rešenje je realizovano 2003 godine, rešenje koristi i primenjuje „Elektrovojvodina“,
- [4] **Jovan Vujasinović**, Ištvan Alfeldi, „Softver za generisanje izveštaja iz baze podataka u sistemu daljinskog očitavanja i upravljanja brojilima električne energije“, tehničko rešenje urađeno je za „Sitel“, rešenje je realizovano 2003 godine, rešenje koristi i primenjuje „Elektrovojvodina“
- [5] **Jovan Vujasinović**, Goran Lukić, „Softver za GSM konekciju sa koncentratorima u sistemu daljinskog očitavanja i upravljanja brojilima električne energije“, predloženo tehničko rešenje urađeno je za „Sitel“, rešenje je realizovano 2003 godine, rešenje koristi i primenjuje „Elektrovojvodina“,
- [6] **Jovan Vujasinović**, Goran Lukić, „Server za GPRS konekciju sa koncentratorima u sistemu daljinskog očitavanja i upravljanja brojilima električne energije“, tehničko rešenje urađeno je za „Sitel“, rešenje je realizovano 2003 godine, rešenje koristi i primenjuje „Elektrovojvodina“,
- [7] **Jovan Vujasinović**, Danko Đurić, „Komunikator za daljinsko upravljanje fiskalnim kasama“, tehničko rešenje urađeno je za „SDD-ITG“, rešenje je realizovano 2004 godine, rešenje koristi i primenjuje „Agrokop“ i drugi,
- [8] **Jovan Vujasinović**, Danko Đurić, „Terminal za daljinsko očitavanje fiskalnih kasa“, tehničko rešenje urađeno je za „SDD-ITG“, rešenje je realizovano 2005 godine, rešenje koristi i primenjuje Prvi Maj“ i drugi,
- [9] **Jovan Vujasinović**, Saša Gavrilović, „Informacioni sistem za nadzor i automatsko upravljanje punjenja akumulatora (formaže)“, tehničko rešenje urađeno je za „G-Net“, rešenje je realizovano 2007 godine, rešenje koristi i primenjuje Fabrika akumulatora u Somboru

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Јована Вујасиновића под насловом „Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила” у целини је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме и испуњава све суштинске и формалне услове предвиђене Законом о високом образовању, као и прописима Универзитета у Београду и Електротехничког факултета.

У предметној докторској дисертацији је развијен оригинални терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила. Терминал је развијен коришћењем напредне МД методе развоја. Хардвер терминал је према капацитету развијен за три категорије, односно за резиденцијалне, комерцијалне и индустријске станице. Димензионисана је резиденцијална хибридна станица. Дати су и предлози унифицирања комуникационог протокола употребом DLMS/COSEM протокола, примене контролера на бази fuzzy логике са употребом машинског учења, конкретно технике појачаног учења, и то тзв. Q учења. Развијени терминал има велику практичну примену јер омогућава даљинску контролу свих уређаја у хибридној станици за пуњење електричних возила од стране овлашћених страна, и доноси значајне финансијске уштеде или приходе власнику станице, односно домаћинства. Контрола свих паметних бројила из једног центра омогућава оператеру дистрибуције да управља електричном мрежом на страни потрошње. Контрола свих паметних батерија из једног центра омогућава добављачу да оптимизује трговину електричном енергијом и постигне веће приносе. Контрола свих фискалних каса из једног центра омогућава пореској управи да лако и брзо прати наплаћени порез и смањи утају пореза. Контрола свих ЕВ пуњача из једног центра омогућава власницима електричних возила да имају правовремене информације о оптималном месту за пуњење својих возила. Поред тога, даљинска контрола омогућава власницима станица да њима управљају у реалном времену где год да се налазе. МД метода развоја омогућава бржи и ефикаснији развој и одржавање софтвера. Практична применљивост је демонстрирана у дисертацији на примеру терминала за даљинско управљање бројилима, терминала за даљинско управљање фискалним касама и терминала за даљинску управљање резиденцијалном хибридном станицом.

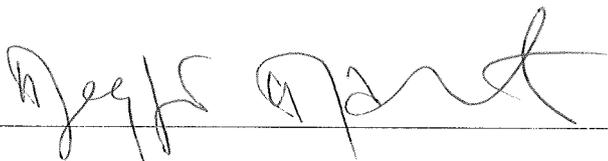
Докторска дисертација кандидата Јована Вујасиновића представља резултат вишегодишњег истраживачког рада у области система за даљинску контролу, односно терминала за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила. Научне и практичне резултате, проистекле из истраживања спроведеног у оквиру докторске дисертације, кандидат је представио стручној јавности на међународним конференцијама и објавио у врхунским часописима, потврђујући тиме њихову актуелност и оригиналност. Такође, кандидат је научне и практичне резултате представио и у великом броју техничких решења, односно кроз сертификоване производе који су своју примену нашли како у земљи, тако и широм света. На основу увида у предметну докторску дисертацију и радове кандидата, комисија констатује да дисертација представља оригиналан, савремен и практично применљив научни допринос, те да је кандидат током израде дисертације показао способност за даљи самосталан научноистраживачки рад.

Током израде докторске дисертације, као и током целокупног трајања докторских студија, кандидат Јован Вујасиновић је показао склоност ка научноистраживачком раду и способност за самосталан научноистраживачки рад. Комисија констатује да је кандидат Јован Вујасиновић, магистар електротехнике, испунио све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

Имајући у виду наведено, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила” кандидата Јована Вујасиновића изложи на увид јавности, прихвати и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 26.10.2023. године

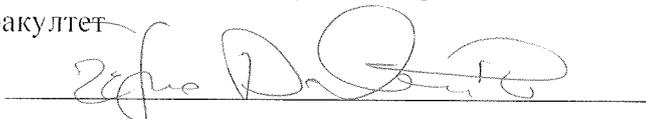
Чланови комисије



Др Предраг Пејовић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички
факултет



Др Зоран Чича, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички
факултет



Др Жељко Деспотовић, научни саветник,
Универзитет у Београду – Институт Михајло Пупин,