

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јована Вујасиновића

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 886 од 16.5.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јована Вујасиновића под насловом: "Терминал за даљинско управљање станицом за пуњење електричних возила која се напаја из обновљивих извора енергије", /*"Terminal for remote control of renewable energy sources powered station for electric vehicles charging"*. На јавној усменој одбрани теме докторске дисертације Комисија је донела закључак да наслов дисертације треба кориговати, тако да гласи:

Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила
(енг. „Terminal for remote control of hybrid station for electric vehicles charging”).

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Вујасиновић Јован 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 шеснаест 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.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је уписао докторске студије на Електротехничком факултету у Београду школске 2019/2020. године на модулу Електротехника и рачунарство. Током докторских студија испунио је све обавезе и положио испите предвиђене наставним планом.

	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1	Примена микрорачунара	10	9
2	Сензорски системи и специјална инструментација	10	9
3	Фазно синхронисане петље	10	9
4	Интеграција обновљивих извора у дистрибутивни систем	10	9
5	Системи за дистрибуирано мерење и управљање	10	9
6	Одабрана поглавља из енергетске електронике	10	9
7	Пројектовање наменских рачунарских система	10	9
8	Теорија телекомуникационог саобраћаја	10	9
9	Сензорске мреже	10	9
10	Енглески језик	10	6
11	Студијски истраживачки рад I		15
12	Студијски истраживачки рад II		15
13	Научно стручни рад		3
	Укупно		120

У даљем тексту је наведен списак публикација кандидата Јована Вујасиновића.

Научни радови у истакнутим међународним часописима (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

Саопштења са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. Vladan Lapčević, 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, Nikola Rajaković „Analiza uticaja interoperabilnosti na troškove uvođenja sistema za daljinsko očitavanje brojilima i upravljanje potrošnjom“, XXXV međunarodno savetovanje ENERGETIKA; June 2020, Zlatibor, Serbia
5. 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
6. 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
7. 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
8. 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
9. 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
10. 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

Саопштења са скупа националног значаја штампано у целини (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, 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
4. 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
5. Jovan Vujasinović, Goran Savić; „Primena veštačke inteligencije na terminal za daljinsko upravljanje stanice za punjenje električnih vozila koja se napaja iz obnovljivih izvora električne energije“, 66. konferencija ETRAN, Jun 2022, Novi Pazar, Srbija

Техничка и развојна решења (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, Istvan 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, Istvan 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

Приручници

1. M.Prokin, R.Đurić, J.Vujasinović, Osnovi analogne elektronike – priručnik za laboratorijske vežbe, Akademska misao, Beograd, 2006.
2. M.Prokin, R.Đurić, J.Vujasinović, G.Savić, Osnovi elektronike (svi odseci osim odseka za elektroniku) – priručnik za laboratorijske vežbe, Akademska misao, Beograd, 2006.

Учешће на пројектима

1. „Sistem za daljinsko očitavanje i upravljanje potrošnjom brojila električne energije“, rukovodilac prof. dr Slavoljub Marjanović, ICEF
2. „Inteligentne energetske mreže“, rukovodilac prof. dr Nikola Rajaković

Дана 29.05.2023. године на Електротехничком факултету у Београду, Јован Вујасиновић је имао јавни усмени испит о подобности теме и кандидата пред комисијом у саставу:

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

Комисија је једногласно закључила да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације и оценила испит оценом задовољно.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада кандидата Јована Вујасиновића и узимајући у обзир претходно наведене чињенице, Комисија је стекла увид у способности и научно-истраживачки рад кандидата, те констатује да је кандидат:

- Положио све испите и завршио све обавезе предвиђене наставним планом и програмом и тиме остварио 120 ЕСПБ бодова.
- Јавно одбранио тему докторске дисертације 29.05.2023. године пред комисијом формираном о од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду.
- Публиковао укупно шеснаест радова, од којих је један публиковано у врхунском међународном часопису, десет на међународним скуповима и пет на скуповима националног значаја, што га квалификује за научни рад.
- Има вишегодишње искуство у наставно-научном раду на Електротехничком факултету Универзитета у Београду где је учествовао у извођењу наставе из предмета: Електроника 1, Електроника 2, Елементи електронике, Основи аналогне електронике, Аналогна електроника, Рачунарска електроника, Линеарна електроника, Техничка документација и Компоненте и електронска кола.

Комисија закључује да кандидат Јован Вујасиновић у сваком погледу испуњава услове за рад на предложеној теми.

2. Предмет, циљ и значај истраживања

Повећање броја произведених и коришћених електричних возила, има за циљ смањење загађења животне средине и последичних штетних ефеката. То доводи и до повећања броја развоја инфраструктуре за пуњење електричних возила, а самим тим и до повећања броја станица за пуњење. Свакако, предуслов да би употреба возила на електрични погон заиста допринела смањењу загађења животне средине, јесте да електрична енергија која се користи за пуњење електричних возила буде зелена енергија, односно енергија произведена из извора који не загађују животну средину, тј. из обновљивих извора електричне енергије.

Заступљеност електричних возила у саобраћају варира у зависности од степена развоја и еколошке политике сваке појединачне државе, али генерално не постоји довољно развијена инфраструктура за пуњење возила уз недовољну флексибилност услуга на локацијама где је таква инфраструктура већ успостављена. Стога је развој инфраструктуре и услуга за пуњење возила као и интеграција обновљивих извора енергије у електроенергетске системе од великог значаја за даљи развој употребе електричних возила, а тиме и интензивирања напора за смањење глобалног загревања [1-2], [19-23].

Локација на којој се електрична енергија преноси батеријама електричног возила назива се *станица за пуњење електричног возила*, или краће само *станица*. При томе се под електричним возилима, у контексту ове теме, подразумевају возила друмског саобраћаја - првенствено се мисли на електричне аутомобиле.

Електрична енергија станица се може обезбедити на неколико начина:

- I. Идеално, али и недовољно практично, решење би било да станица има локално инсталисане обновљиве изворе електричне енергије који су довољни за независно напајање станице.
- II. Класичан приступ је да се станица напаја преко електроенергетске мреже, и ако је могуће да купује само зелену енергију.
- III. Прагматично решење је хибридна конфигурација, односно комбинација прва два решења. Хибридна конфигурација омогућава да станица користи енергију добијену из својих инсталисаних обновљивих извора, а недостајућу енергију да преузима од електроенергетске мреже и то по могућству зелену енергију.

Свака станица може да садржи један или више приступних портова преко којих се електрично возило повезује на пуњач. Број портова у случају малих станица, какве су на пример приватне станице у породичним домаћинствима, може да буде од један до свега неколико. У случају великих станица каве су предвиђене на пример за шопинг младе, или јавне гараже, број портова може да буде и неколико стотина, док у случају средње великих станица какве су на пример предвиђене за фирме, хотеле или замену постојећих бензинских станица, број портова може да варира од неколико па до стотину.

Посебну пажњу треба обратити на мале станице које ће неминовно у будућности представљати битан део инфраструктуре за пуњење електричних возила [24]. У последње време сведоци смо да многа домаћинства практично постају станице трећег типа – хибридне станице. Ово се дешава из два разлога. Осим што прелазе на електричне аутомобиле, власници уграђују и пуњаче у своје гараже. Други разлог је што све више домаћинстава постају тзв. *прозјумери*, односно истовремено и купци и произвођачи електричне енергије. Такво домаћинство може у оквиру своје некретнине да угради на пример соларне панеле како би не само производило и користило произведену електричну енергију за сопствене потребе већ и да би, у случају вишка, имало могућност да уђе на тржиште електричне енергије, прода вишак и добије надокнаду за то. Прозјумери такође имају могућност да се удружују или оснивају локалне енергетске заједнице, које би окупиле више прозјумера и тиме истовремено задовољиле сопствене потребе за електричном енергијом и биле конкурентније на тржишту електричне енергије при продаји производног вишка.

Иако је хибридна реализација станице потпуно оправдана у случају малих станица, могућа је, а и пожељна (уколико је економски оправдана) код већих и средње великих станица, па се и код њих може појавити потреба за билатералном трговином електричном енергијом.

Као и код сваког тржишта, неминовно се појављују и тржишни брокери – агрегатори, који комбинују потрошњу/производњу електричне енергије од више потрошача и тргују њом на тржишту, и којима је неопходно ефикасно и у реалном времену доставити пре свега биланс расположиве енергије којом могу да располажу у трансакцијама.

Остварење практично ефикасне експлоатације станица, како корисницима електричних возила, тако и власницима саме станице, оператерима електродистрибуције, пореској управи, агрегаторима, и осталим правним лицима укљученим у трговину, захтева интеграцију појединих функционалних делова у један већи систем као и добро организовану архитектуру системске инфраструктуре [25]. Тиме се постиже уштеда времена, новца, као и ефикаснија употреба електродистрибутивне мреже.

Предмет ове дисертације је архитектура, хардверска и софтверска реализација система за контролу хибридне станице, са сврхом да се обезбеде потребни сервиси који су од значаја свим корисницима. Да би се кроз сервисе ефикасно оствариле потребне функционалности таквог система, биће реализована даљинска контрола, а кључна компонента који омогућава поменуто даљинско управљање је терминал за даљински надзор и контролу.

Стога је примарни циљ истраживања 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 [18]. Са друге стране, терминал за даљински надзор и контролу хибридне станице ће бити конектован са облаком преко Интернета. На тај начин ће се омогућити 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 ће имати 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 ће добијати све информације о пуњачима електричних возила, док ће се преко платформе за трговину електричном енергијом обављати трговина електричном енергијом расположивом у систему. Подацима у облаку приступ ће имати и власници хибридних станица. Ти подаци ће се обрађивати коришћењем напредних алгоритама, којима ће се остваривати ефикасна употреба дистрибутивне мреже, битне уштеде у систему и омогућавати остваривање иновативних паметних енергетских услуга.

Поред надзора биће омогућена и комплетна даљинска контрола поменутих уређаја, типично из једног центра [27]. 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 електричних 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 пуњача електричних возила 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 њиме управљају у реалном времену где год да се налазе.

2.1. Преглед повезаних радова и стање у струци

У погледу прегледа радова повезаних са овом темом, могу се пронаћи бројни радови који се баве појединачним подсистемима који су предвиђени за интеграцију у комплетан систем хибридне станице. Тако је у радовима [3,4] приказана анализа хардвера и софтвера терминала за систем за даљинско управљање бројилима, док је у радовима [5,6] приказана анализа хардвера и софтвера за систем за даљинско управљање фискалним касама, док радови [7–12] пружају анализу система за даљинско управљање ЕВ пуњачима. У раду [13] дат је преглед радова на системима и терминалима за даљинско управљање станицама за пуњење електричних возила напајаних соларном електраном. Референца [14] приказује систем за даљинско управљање паметним батеријама.

Како је развој софтвера система хибридне станице предвиђен по моделом вођеној методологији, анализирани су радови који се баве развојем вођеним моделом, односно објектно оријентисаним начином програмирања уграђеног (*embedded*) софтвера. Рад [15] даје модел објектно оријентисаног програмирања који се примењује у аутомобилској индустрији. У раду [16] се говори о тренду да се развој уграђеног софтвера помера са ручног програмирања на развој вођен моделом (МДД) и зашто је важно да се обезбеди квалитет уграђеног софтвера. Рад [17] разрађује верификацију усаглашености протокола коришћењем провере софтверског модела за развој уграђених система вођен моделом.

Рад [26] сагледава економски угао предметне теме, док се радови [28–31] баве сигурношћу преноса и чувања података.

Постоји много новијих радова који показују висок научни интерес за решавање проблема у вези са овом темом, да наведемо само неке. Оптимизована је локална енергетска заједница са различитим типовима потрошача (кућни, комерцијални и индустријски), а сваки од њих је опремљен фотонапонским панелом и батеријским системом [19]. Финансијске и економске користи у вези са управљањем електричним возилима у технологијама од возила до зграде (V2B), од возила до куће (V2H) и од возила до мреже (V2G) представљене су у [20]. Све већи продор електричних возила може да представља неколико изазова за електроенергетске системе, посебно за дистрибутивне системе, због увођења значајног неизвесног оптерећења, што се може решити методама кластерисања [21]. У складу са случајношћу производње фотонапонске енергије и пуњења електричних возила, способности динамичког одзива, способности подршке за напајање, ефективног времена конвергенције, стабилности система, стопе кварова система и других карактеристика регионалних оптерећења који су свеобухватно анализирани, предложен је

модел управљања електричном енергијом мреже пуњача електричних возила и дистрибуираних соларних електрана, тако да према одређеним статистичким карактеристикама, дистрибуирани соларне електране буду концентрисане и пуњење електричних возила буде распоређено да приоритет има потрошња у близини [22]. Сензор дубине ЗЕД 2и се може користити у апликацији за аутоматско пуњење електричних возила заснованој на роботу ради даљег побољшања [23].

Селектовани релевантни радови из области истраживања

- [1] Arunkumar, P.; Vijith, K. IOT enabled smart charging stations for electric vehicle. *Int. J. Pure Appl. Math.* 2018, 119, 247–252.
- [2] Macioszek, E. Electric vehicles—Problems and issues. In *Smart and Green Solutions for Transport Systems. TSTP 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*; Sierpiński, G., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2019; Volume 1091. https://doi.org/10.1007/978-3-030-35543-2_14.
- [3] Lapčević, V.; Manojlović, S.; Vujasinović, J.; Marjanović, S. Experimental results on the load management system and remote meter reading system. In *Proceedings of the XI International Electrotechnical and Computer Science Conference ERK 2002*, Portorož, Slovenia, 23–25 September 2002.
- [4] England, B.S.; Alouani, A.T. Internet-based advanced metering and control infrastructure of smart, *Electrical Engineering* (2021) 103:2989–2996, <https://doi.org/10.1007/s00202-021-01287-5>
- [5] Vujasinović, J. Terminal for Remote Reading and Management of Fiscal Cash Registers. M.S. Thesis, University of Belgrade, School of Electrical Engineering, Belgrade, Serbia, 2013.
- [6] Prokin, M.; Prokin, D. Improved fiscal devices with additional services. In *Proceedings of the 5th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, Bar, Montenegro, 12–16 June 2016.
- [7] Prokin, M.; Stojković, J.; Čabarkapa, M.; Prokin, D. Optimal control of chargers for electric vehicles. In *Proceedings of the 8th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO)*, Budva, Montenegro, 10–14 June 2019.
- [8] Zhang, C.; Huang, Q.; Tian, J.; Chen, L.; Cao, Y.; Zhang, R. Smart grid facing the new challenge: The management of electric vehicle charging loads. *Energy Procedia* 2012, 12, 98–103.
- [9] Xu, G.; Bai, L. Heuristic methods for optimal electric vehicle charging scheduling in smart grid. *Int. J. Autom. Logist.* 2013, 1, 22–46.
- [10] Crisostomi, E.; Shorten, R.; Stuedli, S.; Wirth, F. *Electric and Plug-in Hybrid Vehicle Networks: Optimization and Control*; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2018.
- [11] Tang, W.; Zhang, Y.J. (A.) *Optimal Charging Control of Electric Vehicles in Smart Grids*; Springer Briefs in Electrical and Computer Engineering; Springer: Cham, Switzerland, 2017.

- [12] Rajakaruna, S.; Shahnian, F.; Ghosh, A. Plug in Electric Vehicles in Smart Grids—Charging Strategies; Power Systems; Springer: Singapore, 2015.
- [13] Khan, S.; Ahmad, A.; Ahmad, F.; Shemami, M.S.; Alam, M.S.; Khateeb, S. A comprehensive review on solar powered electric vehicle charging system. *Smart Sci.* 2017, 6, 54–79.
- [14] Sonnen Batterie. Available online: <https://sonnengroup.com/sonnenbatterie/> (accessed on 1 September 2020).
- [15] Konrad, S.; Cheng, B.H.C.; Campbell, L.A. Object Analysis Patterns for Embedded Systems. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 2004, 30, 970–992.
- [16] Liggesmeyer, P.; Trapp, M. Trends in Embedded Software Engineering. *IEEE Softw.* 2009, 26, 19–25.
- [17] Moffett, Y.; Dingel, J.; Beaulieu, A. Verifying Protocol Conformance Using Software Model Checking for the Model-Driven Development of Embedded Systems. *IEEE Trans. Softw. Eng.* 2013, 39, 1307–1325.
- [18] Vujasinović, J.; Savić, G.; Prokin, M. Terminal for Remote Control of Renewable Energy Sources Powered Station for Electric Vehicles Charging. In Proceedings of the 10th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 7–10 June 2021.
- [19] Faia, R.; Soares, J.; Vale, Z.; Corchado, J.M. An Optimization Model for Energy Community Costs Minimization Considering a Local Electricity Market between Prosumers and Electric Vehicles. *Electronics* 2021, 10, 129. <https://doi.org/10.3390/electronics10020129>.
- [20] Barreto, R.; Faria, P.; Vale, Z. Electric Mobility: An Overview of the Main Aspects Related to the Smart Grid. *Electronics* 2022, 11, 1311. <https://doi.org/10.3390/electronics11091311>.
- [21] Nazari, M.; Hussain, A.; Musilek, P. Applications of Clustering Methods for Different Aspects of Electric Vehicles. *Electronics* 2023, 12, 790. <https://doi.org/10.3390/electronics12040790>.
- [22] He, Q.; Wu, M.; Sun, P.; Guo, J.; Chen, L.; Jiang, L.; Zhang, Z. Research on a Charging Mechanism of Electric Vehicles for Photovoltaic Nearby Consumption Strategy. *Electronics* 2022, 11, 3407. <https://doi.org/10.3390/electronics11203407>.
- [23] Tadic, V. Study on Automatic Electric Vehicle Charging Socket Detection Using ZED 2i Depth Sensor. *Electronics* 2023, 12, 912. <https://doi.org/10.3390/electronics12040912>.
- [24] Vujasinović, J.; Savić, G.; Despotovic, Z. Architecture and Sizing of System for Remote Control of Renewable Energy Sources Powered Station for Electric Vehicles Charging. In Proceedings of 7th IEEE International Energy Conference (ENERGYCON), Riga, Latvia, 9–12, May 2022.
- [25] Vujasinović, J.; Savić, G.; Čiča, Z. Uvođenje IoT u stanicu za punjenje električnih vozila koja se napaja iz obnovljivih izvora energije. In Proceedings of the 28th Telecommunication Forum TELFOR, Belgrade, Serbia, 24–25 November 2020.

- [26] Vujasinović, J.; Savić, G.; Batas Bjelic, I.; Rajakovic, N. Decreasing the Implementation Costs of Smart Metering Systems with Interoperability. In Proceedings of IEEE 2021 International Workshop on Metrology for Industry4.0 & IoT, Virtual Conference, 7–9 June 2021.
- [27] Vujasinović, J.; Savić, G. Demand Side Management and Integration of a Renewable Sources Powered Station for Electric Vehicle Charging into a Smart Grid. In Proceedings of 15th International Conference on Applied and Theoretical Electricity ICATE, Craiova, Romania, 27–29, May 2021.
- [28] Internet of Things Poses Opportunities for Cyber Crime; Federal Bureau of Investigation: Washington, DC, USA, 2015.
- [29] Prokin, M.; Prokin, D.; Nešković, A.; Nešković, N. Cybersecurity of improved fiscal devices. In Proceedings of the 7th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 10–14 June 2018.
- [30] Eisenach, J.A.; Barfield, C.; Glassman, J.K.; Loyola, M.; Tews, S. An American Strategy for Cyberspace—Advancing Freedom, Security and Prosperity; American Enterprise Institute: Washington, DC, USA, 2016.
- [31] Pa, Y.M.; Suzuki, S.; Yoshioka, K.; Matsumoto, T.; Kasama, T.; Rossow, C. IoTPOT: A novel honeypot for revealing current IoT threats. *J. Inf. Process.* 2016, 24, 522–533.

3. Полазне хипотезе

Истраживање у оквиру предметне дисертације базира се на следећим хипотезама:

- Постоји потреба за универзалном архитектуром хибридних станица
- Централна компонента архитектуре је терминал
- Терминал треба да омогући даљинско читавање свих регистара појединих компоненти система, даљинско подешавање свих параметара и покретање свих могућих радњи преко локалних портова у ЕВ пуњачима, паметним батеријама, паметним бројилима и фискалним касама од стране корисника електричних возила, оператера дистрибуције електричне енергије, добављача и пореске управе, као и за власнике и кориснике станица за пуњење електричних возила.
- За паметна бројила постоје регистри активне енергије и реактивне енергије, профил наплате, максимална потражња и квалитет електричне енергије, евиденција догађаја и сл., параметри тарифних политика, ограничења снаге и сл. и радње прикључења или искључења потрошача и сл.
- За паметне батерије постоје регистри статуса капацитета, профил наплате и сл., параметри режима рада (пуњење/пражњење), дозвола (дозвола/забрана пуњења), цена енергије итд. радње пуњења батерије из мреже, пражњења батерије у мрежу, пуњења батерије из обновљивих извора и преноса енергије из обновљивих извора у мрежу.
- За ЕВ пуњаче постоје регистри укупно потрошене енергије, дневно потрошене енергије, профил наплате итд., параметри ограничења максималне потрошње током дана, цена енергије, режим рада (пуњење/пражњење), и дозвола (дозвола/забрана). наплате, итд.

- За фискалне касе постоје регистри промета, ресетовања и сл. и параметри пореских стопа, артикала, цена, благајника итд.
- Поред тога, напредна функционалност терминала у некој наредној фази реализације може бити аутоматски режим операција у којој терминал доноси одлуке о томе шта да ради са батеријом, пуњачем и обновљивим изворима енергије у зависности од променљивих улаза (тренутна цена енергије, тренутна потрошња енергије, тренутна производња енергије, итд.).

4. Методе истраживања

У овом истраживању биће примењене следеће методе:

- Компаративна анализа различитих приступа који се користе у литератури и индустрији.
- Дефинисање архитектуре обједињеног система и разрада сваког појединачног подсистема.
- Категоризација обједињеног терминала и разрада хардвера за сваку варијанту.
- Развој софтвера вођен моделом, односно моделирање софтвера и разрада главног програма, свих потребних драјвера и потпрограма, као и потпрограма за извршење процеса.
- Реализација модела, и експериментална верификација рада у различитим околностима.
- Анализа експерименталних података.

5. Очекивани научни доприноси

Очекује се да ће ова дисертација довести до следећих научних доприноса:

- Биће конципирана и развијена архитектура хибридне станице са терминалом као централном компонентом
- Биће развијена архитектура самог терминала са обједињеном контролом пуњача, обновљивих извора енергије, паметне батерије, паметног бројила и фискалне касе, као и урађена категоризацију таквог терминала.
- Биће развијен хардвер терминала који омогућава контролу свих ових уређаја.
- Биће развијен софтвер терминала, коришћењем методе вођене моделирањем, односно развој модела за структурисану и објектно-оријентисану имплементацију уграђеног софтвера, који се може користити за примену у системима паметних градова, паметном мерењу, паметној кући, паметној мрежи и паметном управљању енергијом уопште.
- Биће развијен такав модел за имплементацију уграђеног софтвера, који омогућава много бржи и квалитетнији развој и одржавање софтвера, уз задржавање довољног нивоа контроле брзине извршења и количине потребне радне и програмске меморије.

Добијени научни резултати ће бити дати на увид јавности путем публикација у релевантним научним часописима и представљањем на научно-стручним скуповима.

6. План истраживања

Планирано је да се истраживање изведе у следећим фазама:

- I. Анализа релевантних приступа у литератури и индустрији
- II. Развој архитектуре обједињеног система
- III. Разрада сваког подсистема
- IV. Категоризација терминала
- V. Развој хардвера терминала
- VI. Развој модела софтвера терминала
- VII. Имплементација развијеног модела, реализација експерименталне лабораторијске поставке, и експериментална верификација модела.
- VIII. Анализа експерименталних резултата.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације и непосредног увида у досадашњи рад кандидата Јован Вујасиновић, магистра електротехнике, Комисија закључује следеће:

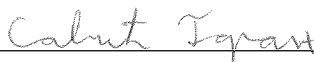
1. Кандидат испуњава све формалне и суштинске услове прописане Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду и Статутом Електротехничког факултета у Београду за израду докторске дисертације.
2. Предложена тема Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила (енглески „Terminal for remote control of hybrid station for electric vehicles charging”) је научно заснована, а резултати до којих ће се доћи изработом ове докторске дисертације представљаће значајан и оригиналан допринос. Тема припада ужој научној области Електроника.

На основу претходно изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да кандидату Јовану Вујасиновићу одобри израду докторске дисертације под називом **Терминал за даљинску контролу хибридне станице за пуњење електричних возила** (енглески „Terminal for remote control of hybrid station for electric vehicles charging”), а под менторством Др Милан Прокин, редовни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет и Др Горан Савић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет.

У Београду, 01.06.2023.



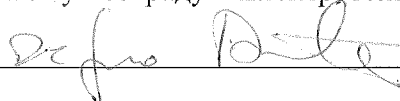
Др Милан Прокин, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



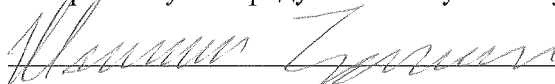
Др Горан Савић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



Др Милан Поњавић, редовни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет



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



Др Жељко Ђуришић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет