

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА НОВИ САД

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију</p> <p>Решењем бр. 012-199/58-2016, од 30. 03. 2017. године, декан Факултета техничких наука, именовao је комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. др Владимир Стрезоски, редовни професор, електроенергетика, 06.06.1995., Факултет техничких наука, Нови Сад, председник 2. др Горан Швенда, редовни професор, електроенергетика, 14.11.2013., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан 3. др Драган Поповић, редовни професор, електроенергетика, 13.10.2004., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан 4. др Александар Ранковић, ванредни професор, електроенергетика, 9.12.2015., Факултет техничких наука, Чачак, члан 5. др Андрија Сарић, редовни професор, електроенергетика, 01.01.2015., Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Владан, Драган, Крсман</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>01.11.1985., Сарајево, Босна и Херцеговина</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив:</p> <p>Факултет техничких наука, Нови Сад, Енергетика, електроника и телекомуникације, Електроенергетика, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:</p> <p>2014, Енергетика, електроника и телекомуникације</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p>

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Специјализовани алгоритми за детекцију, идентификацију и естимацију лоших података у електродистрибутивним мрежама

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графика и сл.

У докторској дисертацији су описане постојеће методе детекције лоших података и идентификације лоших мерења, које су традиционално преузете из естимације стања преносних мрежа. Наглашена је немогућност ефикасне примене постојећих алгоритама у дистрибутивним мрежама. Докторска дисертација предлаже нове специјализоване методе за детекцију лоших области и података, као и за идентификацију лоших мерења. Предложене методе су развијене користећи кључне карактеристике дистрибутивне мреже, као што је корелација између доминантних псеудо мерења. Детекција лоших области додатно идентификује области мерења и фазе које су погођене лошим податком, користећи ново-развијени распрегнути Хи-квадрат тест, са предложеном специјализованом метриком у том тесту. Предложена идентификација лоших мерења идентификује вишеструка лоша мерења користећи специјализовани избељени резидуал, а који се рачуна применом трансформације избељивања на вектор резидуала мерења, у циљу репараметризације и декорелације тог вектора. Докторска дисертација додатно предлаже специјализовану методологију за естимацију фазне конективности у предефинисаном скупу чворова са трофазним, двофазним и монофазним конекцијама, користећи нова условна ограничења уграђена у трофазну естимацију стања дистрибутивних мрежа.

Примена и ефикасност предложених алгоритама верификована је на два карактеристична тест система.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља:

1. Увод
2. Потреба за истраживањем
3. Типичне грешке у електричном моделу дистрибутивне мреже
4. Статичка WLS естимација стања у дистрибутивним мрежама
5. Корелација мерења и ефекат распростирања резидуала
6. Детекција лоших података у дистрибутивним мрежама
7. Идентификација лоших мерења у дистрибутивним мрежама
8. Естимација фазне конективности у дистрибутивним мрежама
9. Корекција псеудо мерења на бази AMI података
10. Визија имплементације предложених алгоритама у ADMS
11. Примена
12. Закључак

Физички опис рада: 12 поглавља, 190 страна, 114 цитата, 32 табеле и 24 слике.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У уводу (Глава 1) сажето је дат преглед истраживане проблематике и садржаја докторске дисертације на основу којег читалац може да стекне знања потребна за разумевање материје којом се кандидат бави у докторској дисертацији.

У глави 2 дати су разлози због којих је осмишљено истраживање обрађено докторском дисертацијом, као и циљеви истраживања.

У глави 3 дат је преглед типичних грешака у електричном моделу дистрибутивне мреже, смештеном у информационим системима дистрибутивних предузећа, као и њихов утицај на квалитет естимације стања дистрибутивних мрежа. Прецизно је изложено који типови грешака се обрађују у докторској дисертацији.

У глави 4 представљене су основи теорије трофазне естимације стања активних дистрибутивних мрежа, која је основни алат за алгоритме предложене у докторској дисертацији.

Глава 5 описује степен корелације мерења и ефекат распрострањања резидуала у дистрибутивним мрежама, чиме се јасно постављају и квантификују проблеми које предложена методологија мора да реши у циљу ефикасне примене.

У глави 6 најпре је дат преглед постојећих класичних алгоритама за детекцију лоших података, широко примењених у преносним мрежама, са посебним акцентом на њихове теоријске недостатке за примену у дистрибутивним мрежама. Предложен је специјализовани алгоритам за детекцију лоших области мерења и лоших фаза унутар тих области, применом ново-развијеног распрегнутог Хи-квадрат теста.

У глави 7 дат је преглед постојећих класичних алгоритама за идентификацију лоших мерења, широко примењених у преносним мрежама, са посебним акцентом на њихове теоријске недостатке за примену у дистрибутивним мрежама. Предложен је специјализовани алгоритам за идентификацију лоших индивидуалних мерења, који се заснива на трансформацији корелисаних резидуала мерења у декорелисане избелене резидуале мерења, применом трансформације избелјивања.

У глави 8 предложен је нови алгоритам за естимацију фазне конективности у предефинисаном скупу сумњивих чворова. Алгоритам се базира на модификацији трофазне естимације стања дистрибутивних мрежа са ново-уведеним условним ограничењима и ограничењима типа једнакости.

У глави 9 описан је оригиналан практичан приступ за корекцију квалитета псеудо мерења, користећи широко доступне податке са паметних бројила, као што су статуси бројила и читавања потрошње.

У глави 10 представљена је визија имплементације наведених алгоритама у напредном систему за управљање дистрибутивним мрежама, чиме се прецизно описује могућност и визија индустријске примене предложених алгоритама у дистрибутивним предузећима широм света.

У глави 11 дати су резултати примене постојећих и предложених алгоритама на два тест система, од којих је један тест систем едукативне природе, док други тест систем представља реалан дистрибутивни средњапонски извод. Резултати примене постојећих алгоритама указују на њихове недостатке у примени, док резултати примене предложених алгоритама доказују њихову ефикасност у примени на реалне дистрибутивне мреже.

У глави 12 дати су закључци докторске дисертације и могући правци будућег рада у предметној области.

На крају докторске дисертације дат је списак коришћене литературе.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

1. V. D. Krsman, A. T. Sarić, „Verification and estimation of phase connectivity and power injections in

distribution network," *Electric Power Systems Research*, vol. 143, pp. 281-291, February 2017. (M22)

2. V. D. Krsman and A. T. Sarić, „Bad area detection and whitening transformation-based identification in three-phase distribution state estimation," *IET Generation, Transmission & Distribution*, (Accepted for publication). (M22)
3. V. Krsman, B. Tešanović, J. Dojić „Pre-processing of pseudo measurements based on AMI data for distribution system state estimation," *MedPower 2016*, Belgrade, November 2016. (M33)
4. V. D. Krsman, A. T. Sarić and N. V. Kovački, „Including of branch resistances in linear power transmission distribution factors for fast contingency analysis," *International Transactions on Electrical Energy Systems*, Vol. 22, Issue 7, pp. 961-975, October 2012. (M23).

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Традиционалне технике детекције лоших података и идентификације лоших мерења које се користе у естимацији стања преносних мрежа, не могу се директно применити у естимацији стања дистрибутивних мрежа. У докторској дисертацији је доказана немогућност њихове примене, што је директна последица разлика преносних и дистрибутивних мрежа у погледу степена редунадансе мерења, броја псеудо мерења и степена корелације мерења унутар области мерења. У овој докторској дисертацији представљени су алгоритми детекције лоших области, идентификације лоших мерења и естимације одређених лоших података, а који су специјализовани за дистрибутивне мреже, односно њихов карактеристичан (мали) степен редунадансе, број псеудо мерења и степен корелације мерења.

Специјализовани алгоритам детекције лоших области, представљен у докторској дисертацији, базира се на распрегнутом Хи-квадрат тесту и тесту фазних резидуала. Развијена је посебна метрика у Хи-квадрат тесту, тако да уважи ефекат јаке корелације резидуала мерења. Распрезање Хи-квадрат теста извршено је по фазама и по областима мерења, с обзиром да у дистрибутивним мрежама постоји пуна корелација псеудо мерења исте фазе у истој области мерења. За разлику од традиционалног теста детекције, који само указује на постојање лошег податка у целој дистрибутивној мрежи, нови тест указује на постојање лошег података у индивидуалним фазама области мерења. Традиционални алгоритам идентификације у основи заснива се на нормализованим резидуалима мерења, што узрокује на немогућност ефикасне примене у дистрибутивним мрежама, услед ефекта распрострањавања резидуала. Предложени специјализовани алгоритам идентификације лоших мерења ефикасно идентификује једнострука и вишеструка лоша мерења, користећи критеријум највећег избељеног резидуала унутар једне фазе једне области мерења. Избељени резидуали уведени су применом трансформације избељивања, којом се репараметризује (трансформише) простор класичних корелисаних резидуала у простор декорелисаних (избељених) резидуала.

Алгоритам естимације фазне конективности, представљен у докторској дисертацији, естимира фазе и редослед фаза у трофазним, двофазним и монофазним конекцијама које су сумњиве и које се називају непотврђени чворови. Алгоритам се заснива на трофазној отежаној средње-квадратној естимацији стања дистрибутивних мрежа, проширеном са карактеристичним ограничењима једнакости и условним ограничењима. Као последица ове чињенице, алгоритам је могуће применити у широком скупу дистрибутивних мрежа различитог типа, тополошке конфигурације и напонских нивоа. Алгоритам корекције псеудо мерења заснива се на статусима паметних бројила и вредностима потрошње са њих. Предложена методологија уважава различите временске константе читавања потрошње са тих бројила, те предлаже корекцију минималне вредности псеудо мерења и/или тежинског фактора мерења, а све у циљу повећања тачности естимације стања на нетелеметричним деловима дистрибутивне мреже.

У докторској дисертацији извршен је низ симулација на два тест система, односно на две различите дистрибутивне мреже од којих је једна едукативне природе, а друга представља реалан дистрибутивни извод. Резултати симулација јасно указују на неефикасност класичних алгоритама и ефикасност ново-предложених алгоритама у примени на дистрибутивне мреже.

Предложени алгоритми доносе одговарајуће техничке и економске доприносе дистрибутивним предузећима која управљају мрежом помоћу специјализованих софтверских пакета. Технички доприноси огледају се у повећању ефикасности приликом управљања дистрибутивном мрежом, с обзиром да алгоритам детекције лоших области омогућава јасно познавање делова дистрибутивне

мреже на којима се може веровати прорачунатим управљачким акцијама (не постоји лош податак) и делова дистрибутивне мреже на којима се не може веровати прорачунатим управљачким акцијама (постоји лош податак). Алгоритам идентификације лоших мерења у комбинацији са алгоритмом естимације фазних конективности минимизује време постојања невалидног модела фазне конективности, што повећава број делова дистрибутивне мреже на којима се може веровати прорачунатим управљачким акцијама, а то је суштински важно за сигурно и ефикасно софтверско управљање дистрибутивном мрежом. Економски доприноси огледају се у значајној редукацији трошкова одржавања електричног модела, с обзиром да алгоритам идентификације лоших мерења у комбинацији са алгоритмом естимације фазне конективности омогућава стратешку и минималну проверу података у пољу.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Докторском дисертацијом су свеобухватно, систематично и коректно:

- 1) описани постојећи алгоритми детекције лоших података и идентификације лоших мерења, са акцентом на ефикасност њихове примене у дистрибутивним мрежама;
- 2) предложени нови алгоритми детекције лоших области мерења и идентификације лоших мерења, специјализовани за примену у дистрибутивним мрежама;
- 3) предложен алгоритам естимације фазне конективности у предефинисаним чворовима;
- 4) предложен алгоритам корекције вредности и тежинских фактора псеудо мерења на основу података са паметних бројила;
- 5) примењени предложени алгоритми на конкретним тест системима и нумерички показана њихова ефикасност;
- 6) дати закључци и даљи могући правци истраживања.

Тумачење закључака је јасно, недвосмислено и истраживачки коректно. Сви добијени резултати су стављени у добар контекст и приказани прегледно.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Докторска дисертација доказује неоправданост примене класичних алгоритама детекције и идентификације лоших података у дистрибутивним мрежама. Она предлаже нове и оригиналне алгоритме за детекцију лоших података, идентификацију лоших мерења, а који на потпуно нов и оригиналан начин употребљавају Хи-квадрат тест и трансформацију избељивања у естимацији стања. Додатно, докторска дисертација предлаже алгоритам за естимацију фазне конективности изведен из естимације стања, који на оригиналан начин примењује ново-уведена ограничења у оптимизациону процедуру у трофазној естимацији стања дистрибутивних мрежа. Наведене карактеристике, као и резултати примене на тест системима, чине предложене специјализоване алгоритме адекватним за примену у дистрибутивним мрежама.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Докторска дисертација нема недостатака који би имали утицај на остварене резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
<p>- <u>да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана</u></p> <p>На основу претходно изнетих чињеница, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом „Специјализовани алгоритми за детекцију, идентификацију и естимацију лоших података у електродистрибутивним мрежама“ кандидата Владана Крсмана прихвати и кандидату одобри одбрана.</p>

др Владимир Стрезоски, ред. проф., председник

др Горан Швенда, ред. проф., члан

др Драган Поповић, ред. проф., члан

др Александар Ранковић, ванр.проф., члан

др Андрија Сарић, ред. проф., ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.