

Техничко решење

Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре (РДЦ) преносних мрежа

Аутори:

Игор Бундало, Горан Јакуповић, Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски

Година: 2020.

Корисник:

Електромрежа Србије АД

Начин коришћења:

Иницијална верзија система се налази у оперативној употреби у Регионалном диспечерском центру Нови Сад, а нова је у фази пробног рада у Регионалном диспечерском центру Београд

Рецензенти:

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре (РДЦ) преносних мрежа
Аутори	Игор Бундало, Горан Јакуповић, Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски (Институт Михајло Пупин)
Категорија	Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (M82) К=6 Доказ: Уговор
Кључне речи	SCADA, EMS, информациони систем

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):
Техничко решење је рађено за потребе Електромреже Србије АД
Година када је решење комплетирано:
2019
Година када је почело да се примењује и од кога:
Примена техничког решења је почела у 2020. години, пуштањем у рад SCADA/EMS система у регионалном диспечерском центру Београд Корисник: Електромрежа Србије АД
Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:
Техничко-технолошке науке; информационо-комуникационе технологије, Енергетске технологије
Рецензенти техничког решења:

Технички елаборат:

- Проблем који се техничким решењем решава
- Стање решености тог проблема у свету
- Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже
- Референце
- Рецензије техничког решења
- Одлука научног већа са захтевом да се категоризује техничко решење
- Валидан доказ о примени техничког решења (уговор, потврда корисника)
- Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно

ТЕХНИЧКИ ЕЛАБОРАТ

Проблем који се техничким решењем решава:

Интеграција обновљивих извора енергије у електроенергетски систем, нова правила тржишта и управљања као и све већи захтеви за координацијом рада оператора преносних система (TSO) и оператора дистрибутивних система (DSO) захтева све комплексније система управљања у регионалним диспечерским центрима. Како постојећи SCADA системи у РДЦ-овима не могу да одговоре на све ове захтеве, донесена је одлука да се постојећи SCADA системи у РДЦ-овима замене модерним SCADA/EMS системима. Основни мотив за увођење новог SCADA/EMS система је обезбеђивање функционалности, како динамичког бојења елемената електроенергетског система на дисплејима, тако и анализа сигурности које нису постојале у претходним SCADA системима у РДЦ-овима.

Приликом имплементације новог SCADA/EMS система водило се рачуна о томе да се са једне стране у што већој мери изврши миграција постојећег модела података SCADA система, а са друге стране да се обезбеди висок степен интеграције модела података између SCADA и EMS подсистема. Систем се налази у оперативној употреби у РДЦ Нови Сад, пуштен је пробни рад у РДЦ Београд а у плану је да се уведе и у остале РДЦ-ове (Крушевац, Бор и Ваљево).

Програм за динамичко бојење елемената електроенергетског система на дисплејима треба да у реалном времену прати све промене у топологији мреже и да на основу повезаности расклопних апарата одреди сва електрична острва као и њихова стања енергизованости. На тај начин се одређује и стање енергизованости свих појединачних елемената који се показују на SCADA приказима и обезбеђује бојење елемената у складу са задатом конвенцијом. Тиме се значајно повећава информативност тако креираних приказа у односу на класична, статичка решења са приказима на којима боја служи само за приказ напонског нивоа дела мреже а не његовог актуелног стања енергизованости.

Класични SCADA системи не поседују напредне функционалности за идентификацију и отклањање грешака аналогних мерења и статуса расклопних апарата који пристижу са терена. Апликација процесор мрежне топологије која је део EMS подсистема, поседује низ функционалности чија је намена идентификација грубљих грешака код аналогних мерења и статуса расклопних апарата, док апликација за естимацију стања на основу напредних статистичких прорачуна обезбеђује комплетнији, конзистентнији и тачнији опис опсервабилног дела мреже тако да диспечери у сваком тренутку имају верну слику стања електроенергетског система као и информацију о актуелним нарушавањима сигурности система. Апликација за диспечерски прорачун токова снага омогућава кориснику проверу сигурности система у случају неких планираних управљачких акција. Могуће је едитовање базног случаја у смислу укључивања или искључивања опреме како би се проверило да ли долази до нарушавања неког од струјних или напонских ограничења, пре него што се изврши нека стварна управљачка акција.

Имајући у виду значајне трошкове који прате системске поремећаје и распадае, избегавање појаве чак и једног таквог догађаја у систему уз помоћ EMS подсистема, значајно превазилази трошкове развоја и имплементације једног таквог решења.

Одржавање SCADA/EMS система на више удаљених географских локација представља посебан изазов, нарочито када се узме у обзир да већину активности у домену одговорности систем инжењера врши особље из Центра за обуку и развој (ЦОР) у оквиру Електромреже Србије. Како би се омогућило одржавање из једног центра извршена је информационо-комуникациона повезаност SCADA/EMS система регионалних диспечерских центара и Центра за обуку развој (ЦОР) у оквиру Електромреже Србије што се показало као један од битних фактора за поуздан и ефикасан рад система.

Стање решености тог проблема у свету:

Више година уназад, модерни национални и регионални центри управљања електроенергетским системом готово су незамисливи без SCADA/EMS система. Водећи светски произвођачи нуде разне конфигурације SCADA/EMS система у зависности од потреба наручиоца. Типично је основа сваке конфигурације базни SCADA систем и естиматор стања. Поред наведеног, у оквиру EMS подсистема се налази више мрежних апликација чија је основна намена повећање сигурности рада електроенергетског система.

Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже:

1. ФУНКЦИОНАЛНИ ОПИС МРЕЖНИХ АПЛИКАЦИЈА SCADA/EMS СИСТЕМА РЕГИОНАЛНИХ ДИСПЕЧЕРСКИХ ЦЕНТАРА

Мрежне апликације дају подршку кориснику (диспечери, оперативни планери) у праћењу, управљању и планирању рада електроенергетског система. У оквиру SCADA/EMS (енгл. Supervisory Control And Data Acquisition/ Energy Management System) система намењеног регионалним диспечерским центрима доступне су следеће мрежне апликације:

- Процесор мрежне топологије (енгл.NTP)
- Естиматор стања (енгл.SE)
- Прогноза/процена оптерећења по чворовима (енгл.BLF)
- Диспечерски прорачун токова снага (енгл.DPF)

Важан део EMS подсистема представља апликативна база података (АВР). Реализована је као релациона база података и представља централни репозиторијум података о елементима ЕЕС (генератори, далеководи, трансформатори, потрошачи), као и свих неопходних података за одређивање статичке топологије мреже (повезаност елемената, структура сабирница, опис сабирничких поља, расклопних апарата...). Статичка

повезаност елемената ЕЕС је описана повезаношћу њихових терминала са тзв. тополошким чворовима.

Осим "статичких", релативно непроменљивих података, апликативна база садржи и тзв. "динамичке" податке о вредностима аналогних мерења и статуса расклопних апарата добијеним из SCADA система. АВР садржи и системске параметре неопходне за рад мрежних апликација, као и одговарајуће податке који су потребни за везу са SCADA системом. Поред ових, у апликативну базу података се смештају и излазни резултати мрежних апликација. АВР је дистрибуирана у смислу да постоји више инстанци које имају различите намене и налазе се на различитим рачунарима. Постоје следеће инстанце АВР:

1. АВР-RT-„Real-time“ инстанца АВР која се налази на апликативном серверу. Ово је инстанца која се користи за „real-time“ циклус естимације. Постоји само једна инстанца АВР-RT.
2. АВР-STRT-„Study real-time“ АВР (студијска база која се иницијализује из реалног времена). Постоји на свим радним станицама, односно има више инстанци (једну по станици). Ова инстанца базе мора да има идентичан статички део података као АВР-RT о чему воде рачуна систем инжењери.
3. АВР-STST-„Студијска“ инстанца АВР. Постоји на свим радним станицама, односно има више инстанци (једну по радној станици). Ова база се попуњава на основу студијских случајева који садрже све статичке и динамичке податке потребне за описивање стања ЕЕС-а за одговарајући временски тренутак. Све манипулације са студијским случајевима врше се помоћу наменске апликације Savescape Manager.
4. АВР-ECL-Инстанца АВР која се користи за одређивање енергизованости. Налази се на SCADA серверима. Ова база има другачији садржај у односу на АВР-RT и АВР-STRT.

За управљање инстанцама АВР и њиховим архивираним садржајем, тј. savescape-овима користи се софтверски пакет Savescape Manager (SCM). У оквиру SCM подржане су функционалности креирања, снимања и уређивања savescape-ова, као и инстанцирање АВР-ова на основу одабраног savescape-а из репозиторијума. Savescape-ови се чувају у Savescape репозиторијуму (SCM REP). Предвиђено је да се SCM REP налази на архивском (историјском) серверу.

1.1 Функционални опис процесора мрежне топологије

Процесор мрежне топологије на бази статичке повезаности опреме и вредности статуса расклопних апарата прикупљених путем SCADA система, одређује топологију система и врши детекцију електричних острва у мрежи. На основу генерисане топологије одређује еквивалентни модел мреже типа чворови-гране са генерисаним параметрима еквивалентног модела. Генерисаном еквивалентном моделу мреже се придружују мерења добијена са SCADA система. NTP детектује неенергизовани део мреже и одређује сва енергизована електрична острва.

NTP модел је у потпуности оријентисан на чворове и гране, тако да се претпоставља да се мрежа састоји од опреме са највише два крајња чвора. У случају да је неопходно моделовати опрему са више од два терминала попут тронамотајних трансформатора, таква опрема се мора декомпоновати у више грана (у случају тронамотајних трансформатора у три двонамотајна).

Процесирање топологије се спроводи у две фазе. У првој фази се "тополошки" чворови, тј. сви могући крајеви расклопних апарата, спајају у одговарајуће "електричне" или агрегиране чворове кроз процесирање повезаности укључених расклопних апарата. У овој фази "гране" су затворени расклопни апарати, чворови су тополошки чворови, а "острва" су агрегирани или електрични чворови тј. скуп свих секција сабирница, спојних поља и крајева далековода или трафоа који су галвански повезани (у енглеској терминологији су тополошки чворови "nodes" а електрични "buses"). По завршетку процесирања расклопне опреме се добија низ електричних чворова чији редни бројеви иду од 0 до неке вредности, обично за ред величине мање од броја тополошких чворова.

У другој фази процесирања топологије гране представљају далеководе и трансформаторе, а чворови су електрични чворови. Процесирањем повезаности грана се формирају електрична острва. Исти алгоритам се користи у обе фазе, тј. за процесирање топологије расклопних апарата и повезаности електричних острва.

Сви елементи мреже се интерно моделују преко Y четворопола као генералнијег модела од Π еквивалентне схеме. Овим је омогућено и моделовање трансформатора са померајем фазе.

1.1.1 Еквивалентирање и асоцирање мерења

По завршетку процесирања топологије се на генерисаној мрежи чворови гране асоцирају појединачна или агрегирана мерења. Мерења се агрегирају у случају да постоји више мерења напона или инјектирања у истом електричном чвору. Агрегирају се мерења напона преко средње вредности и инјектиране снаге сабирањем, али само уколико се сва мерења присутна. Уколико неко од компонентних мерења инјектиране снаге недостаје, одустаје се од формирања композитног мерења, сматра се да не постоји мерење укупне инјектиране снаге у том чвору. Уколико неко од мерења напона превише одступа од осталих мерења напона у истом електричном чвору, такво мерење се опционо одбацује.

Предвиђено је да може да постоји само по једно мерење од сваке врсте у једном тополошком чвору, а ако постоји више SCADA мерења истог типа, врши се њихова селекција и процесирање на бази механизма приоритета и квалитета мерења тако да ће процесору топологије бити достављено само исправно мерење највишег приоритета.

У случају да се мерење једне физичке величине састоји од више појединачних мерења као што је то често случај са мерењима напона и инјектираних снага, врши се еквивалентирање мерења тако што се прорачунава вредност и тежински фактор еквивалентног мерења на основу вредности и тежинских фактора појединачних мерења.

1.1.2 Одређивање енергизованости

Након еквивалентирања и асоцирања мерења се врши одређивање енергизованости. Енергизованост се одређује тако што се гледа да ли неко острво има макар једно мерење напона веће од задатог прага. Уколико се пронађе такво мерење, свим чворовима који припадају том острву се додељује флег да су енергизовани. Опционо се може енергизованост одредити и на основу присуства генератора. Ова могућност је опциона, јер естиматор нема никакве користи од енергизованог острва које не садржи ниједно мерење напона, оно ће све једно бити неопсервабилно. Ипак у неким ситуацијама овакво одређивање енергизованости може бити од користи, као што је означавање бојама енергизованог дела мреже на једнополним схемама.

1.1.3 Преестимациона анализа

NTP такође врши и преестимациону анализу или валидацију модела, при чему се детектују грубе грешке у топологији и мерењима. Постоје следеће функције преестимационе анализе:

1. Детекција превеликих међусобних одступања мерења напона у истом електричном чвору и опциона елиминација мерења која превише одступају.
2. Детекција токова снага на висећим гранама. Не дозвољава се ток активне снаге већи од одређеног прага на било ком крају гране која је откачена на макар једном крају као и ток реактивне снаге на "висећем" крају.
3. Детекција превелике разлике токова снага на различитим крајевима грана.
4. Провера I Кирхофовог закона за токове снага које се сустичу у чвору. Збир мора бити мањи од одређеног прага
5. Детекција уземљивача који уземљују у иначе енергизованом делу мреже.
6. Детекција снага генератора које се налазе изван лимита

1.2. Функционални опис Естиматора стања (SE)

Естиматор стања обезбеђује комплетнији, конзистентнији и тачнији опис опсервабилног дела мреже. У основи, циљ естимације је одређивање варијабли стања (комплексни напони) путем минимизације суме квадрата отежаних одступања естимираних и измерених величина уз одбацавање неисправних мерења. Резултати естимације стања представљају основу за остале мрежне апликације.

У овом софтверском пакету постоји могућност избора између различитих алгоритама естимације:

- Нормалне једначине
- Брзи декуплован алгоритам
- Гивенсове ротације

Алгоритам на бази Гивенсових ротација је нумерички најстабилнији при чему има задовољавајуће перформансе тако да се препоручује његова употреба.

У случају да се инјектирања састоје од више индивидуалних генератора или потрошњи, након естимације се одређују њихове појединачне вредности уколико за то постоји довољан број мерења.

Естиматор детектује преоптерећења генератора, далековода или трансформатора, односно V_{max} напоне V_{min} ван лимита. Резултатима естимације приступа апликација за Диспечерски прорачун токова снага. Резултати естимације се приказују на SCADA једнополним шемама као и у облику детаљних табеларних извештаја.

Естиматор стања користи следеће улазне податке:

- модел мреже генерисан процесором мрежне топологије (НТП)

- телеметрисане величине са SCADA система преузете у реалном времену
- ручно унете вредности (уколико их има)
- процењене потрошње од BLF програма
- тежинске факторе аналогних мерења
- граничне вредности величина за које се детектују напонска, струјна и прекорачења активних и реактивних снага.

Естиматор стања користи следеће типове мерења:

- токови активних и реактивних снага
- активне и реактивне инјектиране снаге
- модули напона
- преносни односи LTC трансформатора
- нулте инјекције

1.2.1 Функција анализе опсервабилности

Функција анализе опсервабилности утврђује да ли се комплетна мрежа може естимирати. Уколико не може, одређују се острва која се могу естимирати (опсервабилна острва). Такође се извршава идентификација локација за псеудо мерења, како би се комплетна мрежа учинила опсервабилном.

У случају да постоје опсервабилна острва и неопсервабилни део мреже, естимација се врши у целом систему коришћењем псеудо мерења добијених од BLF програма. Алокација и преузимање псеудо мерења треба се врши на такав начин да псеудо мерења имају што мањи утицај на иначе опсервабилне делове мреже .

Уколико нека телеметрисана аналогна мерења нису тренутно доступна, постоји могућност да се последња забележена мерења користе још неки период који ће дефинисати корисник. Таква мерења имају смањен тежински фактор, који такође дефинише корисник.

Уколико и поред увођења псеудо мерења и даље постоје опсервабилна острва и неопсервабилни део мреже, естимација треба да се спроведе у свим појединачним опсервабилним острвима.

Уколико постоји више електричних острва, естимација се у једном пролазу спроведи у свим појединачним електричним острвима.

1.2.2 Детекција и идентификација лоших података (BD – Bad data analysis)

Естиматор стања детектује, идентификује и одбацује лоша мерења. По одбацивању или корекцији мерења, естимација се понавља да би се добио коначан резултат.

Детекција лоших података се врши тако што се пореди функције циља са одговарајућим прагом, али се врши и поређење појединачних нормализованих резидуала са

одговарајућим праговима. Уколико је резултат теста позитиван, приступа се идентификацији лоших мерења.

Идентификација лоших података се може вршити коришћењем следеће две методе:

- Метод сукцесивних елиминација
- Метод компензације мерења

Код методе сукцесивних елиминације се пореде нормализовани резидуали грешака мерења са унапред задатим прагом. Мерења са установљеним великим грешкама се коригују и поново се приступа естимацији. Код поновљеног циклуса естимације се користи већ раније факторисана информациона матрица. Потом се поново приступа тесту детекције лоших података. Поступак се понавља све док тест не постане негативан. Елиминација (корекција) погрешних мерења се може вршити појединачно или у групама, бирајући нормализоване резидуале са највећим вредностима.

Код методе "компензације мерења" идентификација лоших података се врши у две фазе. У првој фази се мерења са највећим нормализованим резидуалима сукцесивно елиминишу и придодују листи сумњивих мерења названих "компензациони скуп". Вредности резидуала мерења после елиминације (корекције) неког мерења се добијају без понављања естимације. Користи се линеарна зависност између поремећаја у мерењима и промена у резидуалима мерења. Затим се преостала мерења анализирају на присуство лоших података по два горе наведена критеријума. Када се сва лоша мерења елиминисана, завршава се фаза 1. У фази 2 се врши коначна класификација лоших мерења поређењем нормализованих естимираних грешака са статистички добијеним праговима. Мерења која се покажу исправним се враћају у скуп коректних мерења. Затим се врши коначна естимација, али без поновне факторизације матрице појачања. Да би се она избегла, примењује се корекција мерења уместо елиминације. Коригована (компензована) вредност се израчунава тако да се добија исти резултат естимације као да је мерење елиминисано.

1.3. Функционални опис програма за прогнозу/процену оптерећења по чворовима

Програм за процену оптерећења чворова (BLF) процењује оптерећење у свим потрошачким чворовима за било који захтевани тренутак. Он такође аутоматски генерише псеудомерења у нетелеметричним потрошачким чворовима за потребе рестаурације опсервабилности код естимације стања.

Процена инјектираних снага у чворовима се врши на основу историјске базе података са факторима учешћа појединачних потрошњи. Историјска база се ажурира на основу естимираних вредности инјектираних активних и реактивних снага у електричним чворовима.

За сваку потрошњу (ниво конзума) у бази података се чувају два параметра:

- фактор учешћа активне снаге
- однос реактивне и активне снаге инјектирања.

Сетови фактора учешћа (модел потрошњи) се чувају за сваки сат, сваки карактеристични дан у недељи, за сваку сезону, као и за специјалне датуме (празнике). У режиму рада у реалном времену BLF прорачунава MW и MVAr потрошње у свим потрошачким чворовима на основу фактора учешћа из своје историјске базе и тренутног оптерећења система. У том режиму се BLF извршава циклично заједно са естиматором стања, јер од њега преузима податке за ажурирање историјске базе.

BLF према томе има две основне подфункције:

- ажурирање фактора учешћа на основу података из естимације стања које се врши алгоритмом са експоненцијалним изглађивањем након сваке успешно извршене естимације стања
- процена оптерећења чворова уз обезбеђивања псеудомерења за потребе естимације стања.

1.4. Функционални опис програма за диспечерски прорачун токова снага (DPF)

Функција Диспечерских прорачуна токова снага омогућава кориснику проверу сигурности система у случају неких планираних управљачких акција. Програм за диспечерски прорачун токова снага (dispatch power flow) прорачунава токове снага у систему на основу података о задатим инјектирањима и напонима. Прорачун се врши на основу задатог базног случаја (basecase) добијеног из реалног времена или историјских архива. Basecase формира процесор топологије на основу статичких података, статуса апарата и естимираних величина. Процесор топологије одређује и типове чворова за LF прорачун (PV, PQ, баланси).

Корисник има могућност едитовања базног случаја у смислу укључивања или искључивања опреме како би проверио да ли долази до нарушавања неког од струјних или напонских ограничења, пре него што се изврши нека стварна управљачка акција. По извршеним изменама, над базним случајем се поново прорачунавају токови снага и проверава да ли је дошло до нарушавања неког ограничења. Корисник такође има могућност скалирања потрошње, која се даје у процентима од вредности која се налази у бази и то за све потрошње у систему. тј ручног уноса вредности конзума.

Примењује се стандардни Newton-Raphson алгоритам. Поштујују се ограничења генератора по Мах и Мин реактивној снази. У случају достизања реактивних лимита током итеративног прорачуна, PV чворови се претварају у PQ чворове. Оперативна ограничења су струјна преоптерећења далековода, привидне снаге трансформатора и напонска ограничења.

Полазни случај (basecase) се такође проверава на ограничења. DPF у реалном времену користи последње стање система добијено SE програма. Уколико је систем подељен на више електричних острва, прорачун токова снага се спроведе у свим појединачним електричним острвима у једном пролазу. Могуће је да услед низа тестираних управљачке акција настане неуравнотеженост потрошње и производње која мора бити коригована снагама генератора. За разлику од анализе испада

код које се увек тачно зна колика је испала снага на основу листе испале опреме, овде се дисбаланс снаге за свако електрично острво проналази на основу укупне производње, укупне потрошње, снаге губитака и снага размена електричног острва са неопсервабилним и редукованим делом. Пре стартовања DPF-а прорачуна за свако електрично острво се одређује да ли постоји баланс:

- укупне производње
- укупне потрошње
- процењене снаге губитака (на основу процента губитака преузетог из естимације)
- снаге размена са неопсервабилним и редукованим делом

У случају дисбаланса производњи и потрошњи у систему, снага се прераспоређује на све преостале генераторе на два начина “према резервама“ или према „снагама“ зависно од избора корисника. Снага се прераспоређује само унутар електричног острва где је настао испад. Могућа је прерасподела само по опсервабилним генераторима. Према томе, исправно балансирање је могуће само уколико су сви генератори опсервабилни. Уколико је електрично острво подељено на више опсервабилних, није могуће балансирање генератора. Уколико не постоји довољна резерва снаге у острву, генератори се постављају на своје граничне (максималне или минималне) вредности.

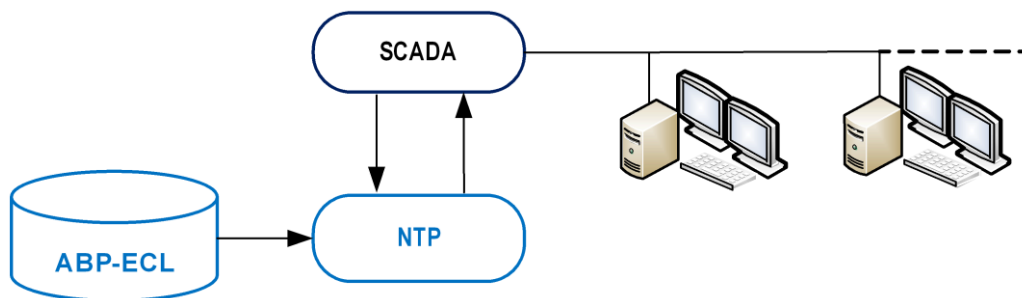
Такође се проверава да ли је дошло до укидања свих генератора који припадају једном електричном чвору. Само уколико су сви генератори укинута, чвор се преименује из PV у PQ тип. Уколико у електричном чвору у коме су укинута сви генератори не постоје и потрошње, вредност инјектирања се поставља на 0. Уколико постоје, вредност инјектирања се смањује за суму укинутих генератора у том чвору. Корисник преко посебног параметра може да дефинише и маргину у којој се врши балансирање, тј. дефинише се "мртва зона" у процентима у којој се не врши балансирање.

2. РЕЖИМИ РАДА МРЕЖНИХ АПЛИКАЦИЈА

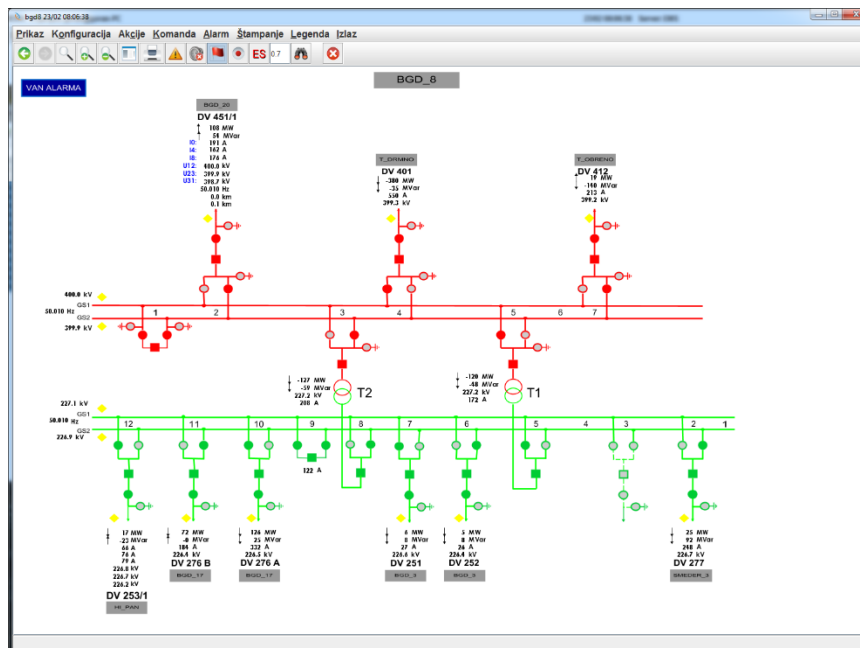
2.1. Мрежне апликације у режиму динамичког бојења елемената ЕЕС-а

У режиму динамичког бојења елемената ЕЕС-а циклично се позива процесор топологије у циклусима реда 300 ms. Комплетно процесирање врши се на активном SCADA серверу. Модел мреже који се користи у овом режиму налази се у АВР ЕСЛ (Слика 1). Резултати процесирања приказују се на SCADA дисплејима (Слика 2) . Различитим бојама или различитим начинима како се цртају елементи мреже, могуће је визуелно приказати различите статусе у којима се налазе елементи мреже. На овај начин могуће је приказати следеће информације о елементима мреже:

- Статус (Празан ход-укључен само са једне стране, оптерећен-обострано укључен, уземљен)
- Напонски ниво
- Валидност (нпр. проверавају се ситуације да ли је уземљени део под напоном)



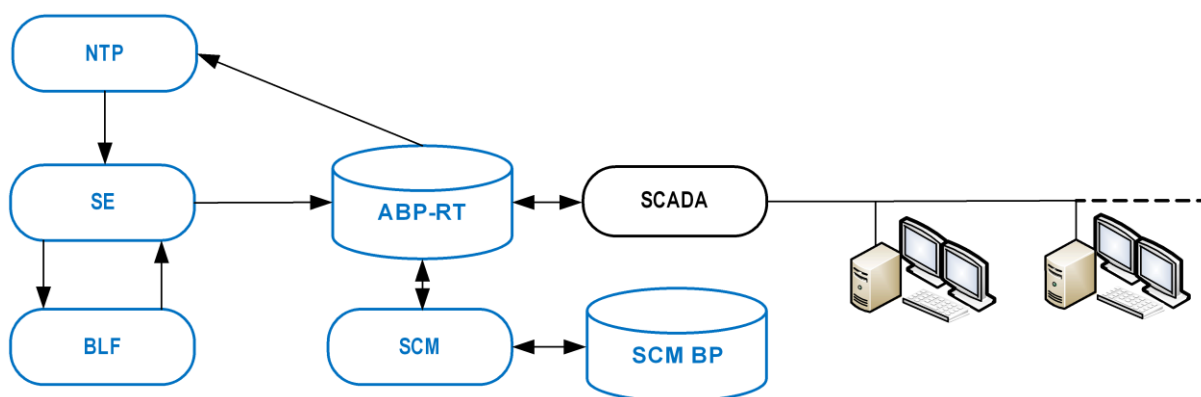
Слика 1. Мрежне апликације у режиму динамичког бојења елемената ЕЕС-а



Слика 2. Динамички приказ стања елемената ЕЕС-а

2.2. Мрежне апликације у real-time режиму

У real-time режиму мрежне апликације (процесор топологије, естиматор стања и БЛФ) се извршавају аутоматски и циклично како би се омогућило праћење стања електроенергетског система и евентуално указало на актуелна нарушавања сигурности система (Слика 3). Дужина циклуса је конфигурабилна и корисник има могућност заустављања циклуса. Пожељно је да дужина циклуса буде што краћа. Типично се за систем димензионалности као што је РДЦ Београд циклус подешава на 30 секунди. Такође, у оквиру Savecase Manager-а постоји могућност аутоматског периодичног чувања студијских случајева у циљу постоперативне анализе.



Слика 3. Мрежне апликације у real-time режиму

Праћење рада естиматора стања и BLF-а врши се преко real-time управљачког интерфејса (Слика 4).

Подешавања

ESTIMATOR

Vreme poslednjeg ciklusa

START	10/05/16 15:19:43
KRAJ	10/05/16 15:19:49

Vreme uspešne estimacije

START	10/05/16 15:19:43
KRAJ	10/05/16 15:19:49

Estimacija konvergirala

ZAUSTAVI

BLF

Vreme poslednjeg ciklusa

START	10/05/16 15:19:51
KRAJ	10/05/16 15:19:51

Vreme uspešnog blf-a

START	10/05/16 15:19:51
KRAJ	10/05/16 15:19:51

Ok

ZAUSTAVI

Analiza ispada (CA)

Vreme poslednjeg ciklusa

START	dd/mm/yy hh:mm:ss
KRAJ	dd/mm/yy hh:mm:ss

Vreme uspešne analize ispada

START	dd/mm/yy hh:mm:ss
KRAJ	dd/mm/yy hh:mm:ss

POKRENI

Informacije o sistemu

Estimacija konvergirala
 Sistem nije u celosti opservabilan
 Estimacija validna
Delovi mreže isključeni iz modela
 Ukupan broj energizovanih ostrva: 1
 Procenat gubitaka u sistemu: 10.6 %

Broj trafostanica po naponskom nivou: 437
 Broj topoloških čvorova: 6037
 Broj električnih čvorova: 936
 Broj rasklopnih aparata: 6770
 Broj trafoa: 153
 Broj merenja: 2367
 Broj injeckiranja: 703

Validacija Modela

14 merenja napona sa rasipanjem
 65 merenja napona sa prevelikim odstupanjem od naponskih nivoa
 41 otklacenih grana sa tokovima
 25 grana sa neslaganjem tokova
 61 cvorova sa MW neslaganjima
 24 cvorova sa MWAr neslaganjima
 1 uzemljivanja pod naponom
 33 generatora van opsega

Analiza ispada (CA)

Prekoračenja

Po dalekovodima: 6
 Po dalekovodima prvog stepena: 1
 Po dalekovodima drugog stepena: 5
 Po trafoima: 34
 Broj naponskih prekoračenja: 3
 Broj generatora sa estimiranim snagama van opsega: 19

Sumarno po čvorovima

Izlaz

Слика 4. Real-time управљачки интерфејс

На горњем делу форме real-time управљачког интерфејса налазе се два активна индикатора стања за естиматор стања и BLF (неактиван индикатор стања односи се на апликацију алализа испада која није део конфигурације SCADA/EMS система намењеног РДЦ-овима). На индикаторима се налазе информације о временима последњег циклуса и временима успешног извршења програма као и дугмад за покретање/заустављање програма.

Индикатори мењају боју у зависности од регуларности рада:

- Индикатор стања је зелене боје када је стање регуларно односно када се периодично извршавају мрежне апликације и генеришу одговарајући извештаји
- Индикатор стања је црвене боје када се на серверу заустави генерисање извештаја
- Индикатор стања је наранцасте боје када се на серверу заустави извршавање програма или из неког другог разлога програм буде заустављен

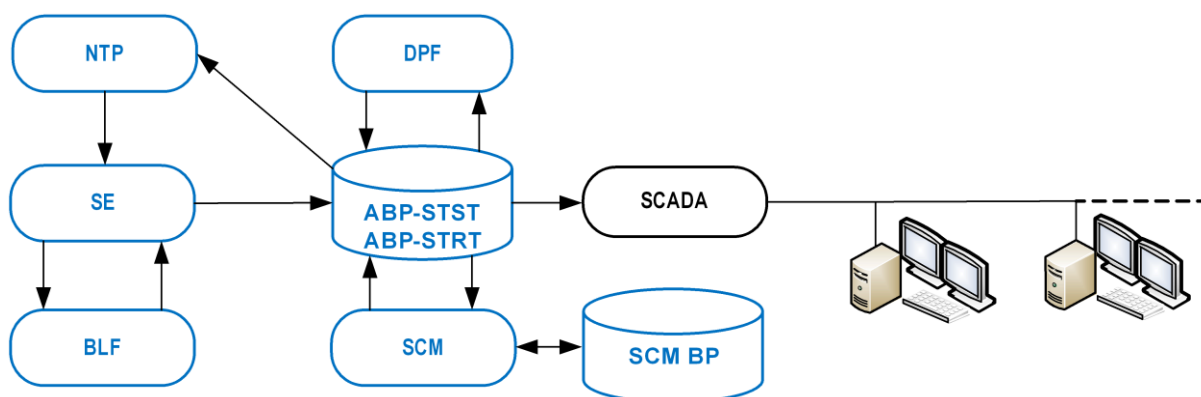
На форми се налазе 3 активна текстуална поља:

- Информације о систему - овде су приказане релевантне информације које се односе на последњи циклус естимације

- Валидација модела – овде су приказани сумарни резултати преестимационе анализе који се односе на последњи циклус
- Прекорачења – овде су приказани сумарни резултати о прекорачењима који се односе на последњи циклус

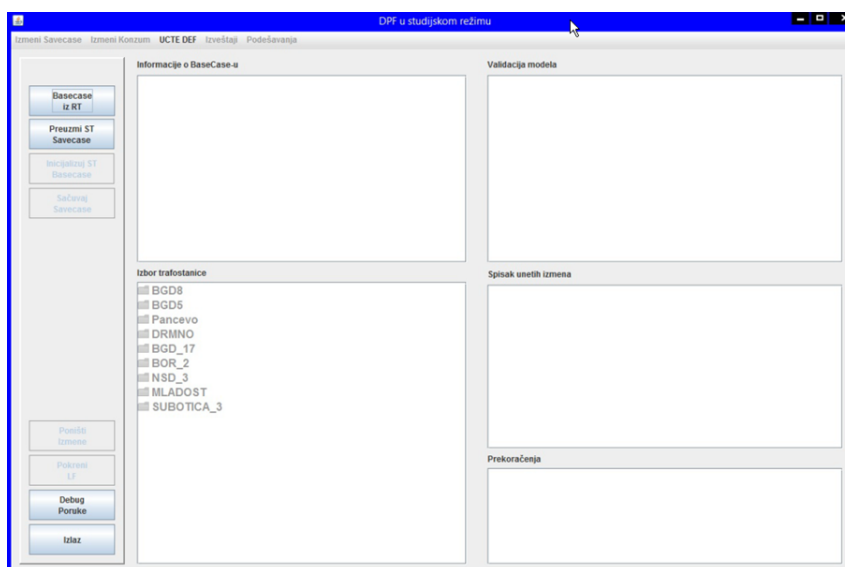
2.3. Мрежне апликације у студијском режиму

У студијском режиму извршавање мрежних апликација се врши на захтев корисника (Слика 5). Студијске анализе је могуће вршити над телеметријским подацима из реалног времена (ST-RT режим) или над сачуваним студијским случајевима (ST-ST режим). Основна студијска мрежна апликација је DPF, а расположива је такође и студијска верзија естиматора стања.



Слика 5. Мрежне апликације у студијском режиму

Основна Форма апликације DPF приказана је на Слици 6.



Слика 6. Основна форма апликације ДПФ

2.3.1 DPF у ST-RT режиму

Притиском на дугме Basecase из RT извршавају се следеће акције:

1. Копирају се динамички подаци из real-time базе (ABP RT) у инстанцу базе за студијске анализе над real-time подацима (ABP STRT). Због очувања перформанси се копирају само динамички подаци (мерења и статуси). Статички подаци се не копирају јер се они мењају само када се промени статички модел. Због тога је битно да систем инжењер по потреби усклади ABP STRT базу са ABP RT базом коришћењем одговарајуће процедуре. Заједно са динамичким подацима се преносе и сва подешавања мрежних апликација која важе у реалном времену. На тај начин се обезбеђује истоветност резултата са real-time режимом. Уколико корисник измени нека подешавања која утичу на рад апликација, ове измене ће бити сачуване заједно са статичким и динамичким подацима уколико се сачува savecase.

2. Извршава се процес естимације и на основу естимираних величина, статичких података и статуса расклопних апарата формира се basecase тј. модел мреже са одговарајућим чворовима типа PQ, PV и баланским који имају придружене вредности инјектираних снага и напона.

Након овога, корисник може да изврши неку замишљену управљачку акцију променом статуса расклопне опреме или да изврши скалирање конзума. Коначно, притиском на дугме Pokreni LF извршава се прорачун токова снага.

2.3.2 DPF у ST-ST режиму

Процедура коришћења DPF-а у ST-ST режиму је следећа:

1. Притиском на дугме Preuzmi ST Savecase покреће се дијалог за избор savecase-а (овај дијалог је део SCM). Изабрани savecase се потом преноси у чисто студијску инстанцу базе (ABP STST). Преноси се комплетна база, и статички и динамички подаци. Такође се преносе и сва подешавања која су важила када је savecase сачуван.
2. Притиском на дугме Inicijalizuj ST Basecase припрема се basecase за даљи прорачун при чему се извршава прорачун естимације да би се прорачунале одговарајуће вредности снага и напона у PV, PQ и баланском чвору.
3. Корисник може да изврши неку замишљену управљачку акцију променом статуса расклопне опреме или да изврши скалирање конзума.
4. Притиском на дугме Pokreni LF извршава се прорачун токова снага.

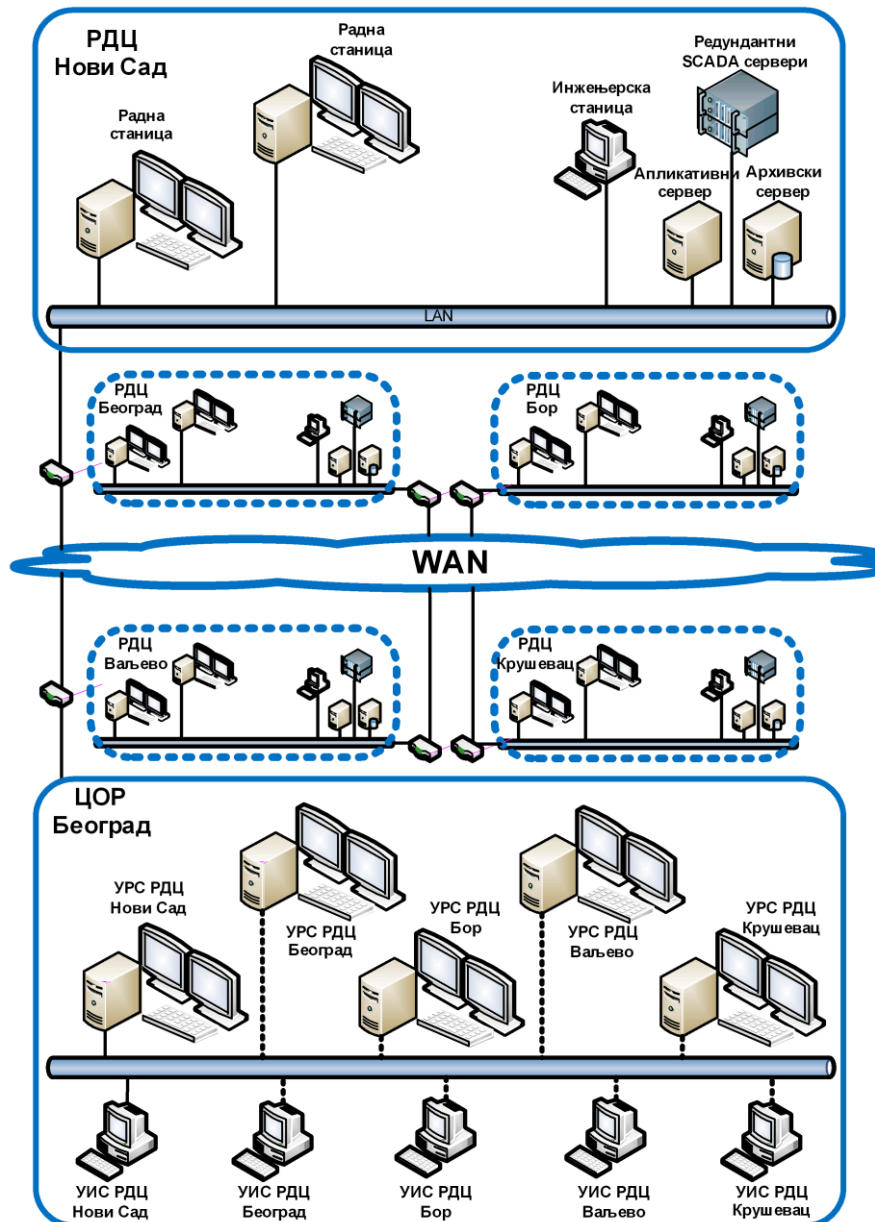
3. ИНФОРМАЦИОНО-КОМУНИКАЦИОНА ПОВЕЗАНОСТ SCADA/EMS СИСТЕМА РДЦ-ОВА И ЦОР-А

Приликом пуштања система у рад и у гарантном периоду, све компоненте SCADA/EMS система налазиле су се у објекту РДЦ Нови Сад. Имајућу у виду да активности систем инжењера у домену одржавања мрежних апликација у већем делу врши особље из НДЦ Београд, донесена је одлука да се у просторијама Центра за обуку и развој (ЦОР) инсталирају удаљена инжењерска станица (УИС) и удаљена радна станица (УРС).

Удаљена радна станица у ЦОР-у подржава исте функционалности као и радна станица у РДЦ НС, односно то је компонента SCADA/EMS система преко које корисници (диспечери и оперативни планери) врше активности надзора, управљања и оперативног планирања рада дела електроенергетске мреже која је у надлежности одговарајућег центра управљања. Дефинисањем области одговорности, могуће је нпр. дефинисати да се преко удаљених радних станица може вршити преглед извештаја мрежних апликација у реал-тима режиму и могу користити све функционалности мрежних апликација у студијском режиму али да се забрани даљинско командовање.

Удаљена инжењерска станица у ЦОР-у подржава исте функционалности као и инжењерска станица у РДЦ НС. Инжењерска станица је компонента SCADA/EMS система која има улогу централног места за креирање и одржавање свих потребних SCADA/EMS ресурса: база, динамичких приказа, извештаја и слично. Инжењерска станица се користи и за тестирање SCADA/EMS ресурса пре актуелизације (пребацавање на радни центар управљања) истих.

На Слици 7. приказана је информационо комуникациона повезаност SCADA/EMS система регионалних диспечерских центара и Центра за обуку развој у оквиру Електромреже Србије. Испрекиданом линијом представљени су РДЦ-ови у којима је у плану замена постојећих SCADA система новим ИМП SCADA/EMS системом. Ово ће омогућити одржавање SCADA/EMS система РДЦ-ова из једног центра што се већ показало као један од битних фактора за поуздан и ефикасан рад система.



Слика 7. Информационо комуникациона повезаност SCADA/EMS система РДЦ-ова и ЦОР-а

Референце:

- [1] Игор Бундало, Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нина Стојановић, Нинел Чукалевски, Ивана Јовановић, Татјана Ракић, Александра Михајловић Богданоски, Владимир Нетај, Нада Турудија, “Мрежне апликације SCADA/EMS система регионалних диспечерских центара”, 19. СИМПОЗИЈУМ SIGRE Србија-Управљање и телекомуникације у ЕЕС, On-line, 20-23. октобар 2020.

- [2] Мрежне апликације-корисничко упутство за систем инжењере**
- [3] Мрежне апликације-корисничко упутство за диспечере**

Рецензије

Одлука научног већа упућена Матичном одбору са захтевом да се категоризује техничко решење

ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН
АУТОМАТИКА Д.О.О.
БЕОГРАД
Број: 2858/2-18
Датум: 14 DEC 2018 год.

(100)

АКЦИОНАРСКО ДРУШТВО
„ЕЛЕКТРОМРЕЖА СРБИЈЕ“ БЕОГРАД
Број: 500-00-УГР-446/2018-001
12-12-2018 год.
БЕОГРАД, Кнеза Милоша 11

УГОВОР бр. 258 18

Уговорне стране:

Акционарско друштво „Електромрежа Србије“, Београд,
улица Кнеза Милоша бр.11, Београд,
кога заступа директор Јелена Матејић, дипл.економиста,
(у даљем тексту: Наручилац)

и

ИМП Аутоматика доо, Београд
улица Волгина бр.11, Београд,
кога заступа мр. Миленко Николић,
(у даљем тексту: Испоручилац)

Уговорне стране констатују:

- да је Наручилац на основу чл. 36. став 1. тачка 2. Закона о јавним набавкама („Сл. Гласник РС“, бр. 124/12) спровео преговарачки поступак без објаве јавног позива јавне набавке бр. 258 18 – Надоградња SCADA система у РДЦ Београд;
- да је Испоручилац доставио понуду број 2858/1-18 од 19.11.2018. године, која се налази у прилогу Уговора и саставни је део овог Уговора (Прилог 1.);
- да је Наручилац на основу понуде Испоручиоца и Одлуке о додели уговора бр. 700-00-ЈН-262/2018-009 од 26.11.2018. године изабрао Испоручиоца за испоруку опреме, која је предмет овог Уговора.

Члан 1.

Предмет овог Уговора је набавка, испорука и имплементација софтвера за надоградњу SCADA система у РДЦ (у даљем тексту: софтвер), у свему према Понуди Испоручиоца бр.2858/1-18 од 19.11.2018. (Прилог 1. Уговора), Техничком делу конкурсне документације (Прилог 2. Уговора) и Споразуму о безбедности и здрављу на раду (Прилог 3. Уговора).

Члан 2.

Укупна уговорена вредност предмета уговора из члана 1. овог Уговора, без ПДВ-а износи:34.944.000,00 (словима: тридесет четири милиона девет стотина четрдесет четири хиљаде), у динарској противвредности, а према јединичним ценама датим у Обрасцу структуре цена из Прилога 1 овог Уговора.

Цена се не може мењати на више током реализације уговора.

Ценом су поред испоруке и имплементације софтвера, обуке, потребних тестова обухваћени и сви зависни трошкови за извршење предмета Уговора, укључујући, али не ограничавајући се на трошкове дневница, путне трошкове, трошкове боравка и смештаја, трошкове осигурања за ангажовано особље Испоручиоца, као и било који други трошкови из или у вези са извршењем предмета уговора.

Члан 3.

Наручилац ће Испоручиоцу извршити плаћање уговорене цене, на основу пријема појединачно испостављених рачуна и пратеће документације, на следећи начин:

Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно:

Игор Бундало

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало , Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (TIS-TE), 2011.</i>	Верификована
M81	1252368	2012	Нина Радновић, Иванка Перковић, Игор Бундало , Јелена Цар, Нинел Чукалевски, Сузана Цветићанин, <i>Програмски пакет апликације за праћење погонских догађаја на енергетској опреми (POD), 2012.</i>	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало , <i>Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП), 2013.</i>	Верификована
M81	1201333	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало , Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ), 2013.</i>	Верификована
M81	1201479	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало , Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП), 2013.</i>	Верификована
M81	1201529	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало , Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА), 2013.</i>	Верификована
M81	206065	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Игор Бундало , Совјетка Крстонијевић, Јелена Цар, Нинел Чукалевски, <i>Апликациони пакет за естимацију стања електроенергетске мреже (SE), 2014.</i>	Верификована
M81	206081	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски, Игор Бундало , Јелена Цар, <i>Апликациони пакет за диспечерске прорачуне токова снага у мрежи (DPF), 2014.</i>	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Игор Бундало , Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање</i>	Верификована

			података из система управљања (PSU), 2014.	
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски, Игор Бундало , Горан Јакуповић, Совјетка Крстонијевић, Иванка Перковић, Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, <i>Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M85	1225248	2015	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Г. Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, И. Бундало , Нина Радновић, <i>Прототип апликације за краткорочну прогнозу потрошње (СТЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M81	311061	2016	Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Јелена Цар, Игор Бундало , <i>Програмска подршка (EN-VO) за одређивање енергизованости мреже за потребе ЈП Електромреже</i> , 2016.	Верификована
M81	5072519	2018	Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски, Игор Бундало , <i>Програмски пакет за "Imbalance netting" регулационог блока (IMB-NET)</i> , 2018.	Верификована
M81	5152367	2019	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало , Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за прорачун параметара техничке ефикасности електрана (ТЕФ)</i> , 2019.	Неверификована
M82	5152173	2019	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Игор Бундало , Иванка Перковић, <i>Програмски систем за централно управљање производњом (GEC)</i> , 2019.	Неверификована
M82	5152095	2020	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Драгана Богојевић, Игор Бундало , <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПроТИС</i> , 2020.	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало , Горан Јакуповић, Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски, <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре</i> , 2020.	Неверификована

Горан Јакуповић

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (ТИС-ТЕ), 2011.</i>	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Иванка Перковић, Горан Јакуповић , Нина Радновић, Маја Минић, <i>База производно-техничких података (БТП)система ПРОТИС-ТЕ, 2012.</i>	Верификована
M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Иванка Перковић, Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (ЕОП), 2012.</i>	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало, <i>Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП), 2013.</i>	Верификована
M81	1201333	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ), 2013.</i>	Верификована
M81	1201479	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП), 2013.</i>	Верификована
M81	1201529	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА), 2013.</i>	Верификована
M81	206065	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић , Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Јелена Цар, Нинел Чукалевски, <i>Апликациони пакет за естимацију стања електроенергетске мреже (SE), 2014.</i>	Верификована

M81	206081	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић , Нинел Чукалевски, Игор Бундало, Јелена Цар, <i>Апликациони пакет за диспечерске прорачуне токова снага у мрежи (DPF)</i> , 2014.	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић , Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU)</i> , 2014.	Верификована
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски, Игор Бундало, Горан Јакуповић , Совјетка Крстонијевић, Иванка Перковић, Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, <i>Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M85	1225248	2015	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Г. Јакуповић , Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, И. Бундало, Нина Радновић, <i>Прототип апликације за краткорочну прогнозу потрошње (СТЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M81	311061	2016	Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Јелена Цар, Игор Бундало, <i>Програмска подршка (EN-VO) за одређивање енергизованости мреже за потребе ЈП Електромреже</i> , 2016.	Верификована
M85	1223085	2016	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Сузана Цветићанин, Павле Лучић, <i>Програмска подршка (STLF-Model) за идентификацију параметара модела краткорочне прогнозе потрошње ЕЕС</i> , 2016.	Верификована
M81	1409794	2017	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , С. Крстонијевић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације SDLF (Similar Day Load Forecast), Апликација SDLF (Similar Day Load Forecast)</i> , 2017.	Верификована
M81	1409780	2017	С. Крстонијевић, Н. Чукалевски, Г. Јакуповић , М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације STLF Модел у центру управљања, Апликација STLF-Модел</i> , 2017.	Верификована

M81	5072519	2018	Горан Јакуповић , Нинел Чукалевски, Игор Бундало, <i>Програмски пакет за "Imbalance netting" регулационог блока (IMB-NET), 2018.</i>	Верификована
M85	5072538	2018	Горан Јакуповић , Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.</i>	Верификована
M81	5152367	2019	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за прорачун параметара техничке ефикасности електрана (ТЕФ), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152173	2019	Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Игор Бундало, Иванка Перковић, <i>Програмски систем за централно управљање производњом (GEC), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало, Горан Јакуповић , Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски, <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152098	2020	Јелена Цар, Горан Јакуповић , Иванка Перковић, Тамара Јелић, <i>Прилагођење и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152095	2020	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић , Драгана Богојевић, Игор Бундало, <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПроТИС, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152169	2020	Горан Јакуповић , Тамара Јелић, Иванка Перковић, <i>Интеграција система управљања производњом са системом планирања у склопу ЦДС ЈП ЕПС, 2020.</i>	Неверификована

Жељко Аћимовић

1. Александар Цар, **Жељко Аћимовић**, Гордан Конечни, Александар Михајлов, Вељко Вучуревић, Микица Димитријевић: АПИ за подрску комуникацији по ИЕЦ 62056/ДЛМС протоколу, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: ЕДБ, Категорија: М85
2. Владимир Нешић, Вељко Вучуревић, Никола Марковић, **Жељко Аћимовић**, Огњен Ристић, Гордан Конечни, Жељка Зељковић: Имплементација ANSI C12.21 и TASE.2 протокола на ИМП контролерима за комуникацију са електричним бројилима, Реализација 2017, Примена 2017, Корисник: ХЕ Перућница, Категорија: М84

3. Владимир Нешић, Ђорђе Јовановић, Матија Живановић, Вељко Вучуревић, Гордан Конечни, Жељка Зељковић, Огњен Ристић, Горан Стефановић, **Жељко Аћимовић**: Диспечерски тренажни симулатор средњенапонске електричне мреже, Реализација 2018, Примена 2018, Корисник: ОДС "ЕПС Дистрибуција" доо Београд, Огранак Краљево, Категорија: М82
4. Вељко Вучуревић, Гордан Конечни, Никола Јемуовић, Жељка Зељковић, Никола Јевтовић, Горан Стефановић, Милица Ваљаревић, Милена Јосиповић, Сава Милосављевић, Никола Јелић, Александра Митровић, Урош Милошевић, Владимир Бартоломе, Урош Арсенић, Станко Дамњановић, Немања Прванов, Радослав Пејовић, Александар Недељковић, **Жељко Аћимовић**, Ивана Кршенковић, Владимир Чотра: Унификација центара управљања оператера дистрибутивног система, Реализација 2018, Примена 0, Корисник: ОДС "ЕПС Дистрибуција" доо Београд, Категорија: М84

Нинел Чукалевски

M85	1200897	2011	Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Апликативни подсистем техничког информационог система термоелектране (TIS-TE), 2011.</i>	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Иванка Перковић, Горан Јакуповић, Нина Радновић, Маја Минић, База производно-техничких података (ВТР) система PROTIS-TE, 2012.	Верификована
M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Иванка Перковић, Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (EOP), 2012.</i>	Верификована
M81	1252417	2012	Нина Радновић, Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Милош Стојић, Иванка Перковић, <i>Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о материјалима процеса (КМР), 2012.</i>	Верификована
M81	1252368	2012	Нина Радновић, Иванка Перковић, Игор Бундало, Јелена Цар, Нинел Чукалевски , Сузана Цветићанин, <i>Програмски пакет апликације за праћење погонских догађаја на енергетској опреми (POD), 2012.</i>	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало, <i>Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП), 2013.</i>	Верификована
M81	1201333	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Систем аутоматског управљања производњом ЕЕС (АГЦ), 2013.</i>	Верификована

M81	1201479	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за одређивање ЕЕС (НТП)</i> , 2013.	Верификована
M81	1201529	2013	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, И. Бундало, Ј. Цар, <i>Програмски пакет за анализу испада ЕЕС (ЦА)</i> , 2013.	Верификована
M81	206065	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Јелена Цар, Нинел Чукалевски , <i>Апликациони пакет за естимацију стања електроенергетске мреже (SE)</i> , 2014.	Верификована
M81	206081	2014	Милош Стојић, Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски , Игор Бундало, Јелена Цар, <i>Апликациони пакет за диспечерске прорачуне токова снага у мрежи (DPF)</i> , 2014.	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски , Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић, <i>Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU)</i> , 2014.	Верификована
M86	1341275	2014	Жељко Стојковић, Миленко Кабовић, Нинел Чукалевски , Горан Димић, Владимир Челебић, В. Секулић, Јованка Гајица, <i>Идејно решење система за одређивање дозвољеног струјног оптерећења далековода</i> , 2014.	Верификована
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски , Игор Бундало, Горан Јакуповић, Совјетка Крстонијевић, Иванка Перковић, Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, <i>Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M85	1225248	2015	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски , Г. Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, И. Бундало, Нина Радновић, <i>Прототип апликације за краткорочну прогнозу потрошње (СТЛФ)</i> , 2015.	Верификована
M81	311061	2016	Милош Стојић, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Јелена Цар, Игор Бундало, <i>Програмска подршка (EN-VO) за одређивање енергизованости мреже за потребе ЈП Електромреже</i> , 2016.	Верификована

M85	1223085	2016	Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Сузана Цветићанин, Павле Лучић, <i>Програмска подршка (STLF-Model) за идентификацију параметара модела краткорочне прогнозе потрошње ЕЕС, 2016.</i>	Верификована
M81	1409794	2017	Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, С. Крстонијевић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације SDLF (Similar Day Load Forecast), Апликација SDLF (Similar Day Load Forecast), 2017.</i>	Верификована
M81	1409780	2017	С. Крстонијевић, Н. Чукалевски , Г. Јакуповић, М. Стојић, П. Лучић, С. Цветићанин, <i>Програмска подршка апликације STLF Model у центру управљања, Апликација STLF-Model, 2017.</i>	Верификована
M81	5072519	2018	Горан Јакуповић, Нинел Чукалевски , Игор Бундало, <i>Програмски пакет за "Imbalance netting" регулационог блока (IMB-NET), 2018.</i>	Верификована
M85	5072538	2018	Горан Јакуповић, Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски , Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена Цар, <i>Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.</i>	Верификована
M82	5152173	2019	Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Игор Бундало, Иванка Перковић, <i>Програмски систем за централно управљање производњом (GEC), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152176	2020	Тамара Јелић, Нинел Чукалевски , Гордан Конечни, Сузана Цветићанин, Совјетка Крстонијевић, <i>Подсистем за прикуљање процесних података (ПзПП) из електрана, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало, Горан Јакуповић, Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски , <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре, 2020.</i>	Неверификована
M82	5152095	2020	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски , Горан Јакуповић, Драгана Богојевић, Игор Бундало, <i>Интеграција и увођење у експлоатацију апликација система ПроТИС, 2020.</i>	Неверификована

