

Техничко решење

Прилагођење и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1

Аутори:

Јелена Цар, Горан Јакуповић, Иванка Перковић, Тамара Јелић

Година: 2020.

Корисник:

Електропривреда Србије, ХЕ Ђердап 1

Начин коришћења:

Прилагођење групног регулатора снаге на ХЕ Ђердап 1 омогућава управљање одабраним агрегатима у електрани Ђердап 1 из диспечерског центра ЈП ЕПС.

Рецензенти:

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Прилагођење и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1
Аутори	Јелена Цар, Горан Јакуповић, Иванка Перковић, Тамара Јелић (Институт Михајло Пупин, Аутоматика)
Категорија	Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (M82) K=6
Кључне речи	Групни регулатор активне снаге, даљинско управљање агрегатима

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):

Техничко решење је рађено за потребе Јавног Предузећа Електропривреда Србије

Година када је решење комплетирано:

2019

Година када је почело да се примењује и од кога:

Примена техничког решења је почела у 2020. години.

Корисник: Јавно Предузеће Електропривреда Србије

Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:

Енергетске технологије, Енергетска ефикасност ...

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:

Сумарни садржај пројекта

Увод

Са развојем тржишта електричне енергије у републици Србији, створиле су се потребе за оптимизацијом планирања производног микса енергетских компанија чија је примарна делатност трговина и производња електричне енергије. Предуслов оптимизације планирања производног микса, је побољшање процеса управљања производним капацитетима у реалном времену.

Развојем софтверске платформе за краткорочно и дугорочно планирање производног микса уз могућност његове оптимизације, појавила се потреба за развојем хардверске и софтверске платформе за његово успешно спровођење. Поред тога, уочена је и потреба за оптималним планирањем обима помоћних услуга које ЈП ЕПС пружа оператору преносног система као и за управљање и надгледање процеса производње електричне енергије у производним објектима ЈП ЕПС из диспечерског центра ЈП ЕПС.

Ова платформа треба да обезбеди надгледање производног процеса у реалном времену, могућност даљинског управљања генераторским јединицама у реалном времену, контролу пружања помоћних услуга у реалном времену и контролу дебаланса балансно одговорне стране ЈП ЕПС.

Надгледање производног процеса подразумева аквизицију свих неопходних података за планирање и управљање производним капацитетима, њихово приказивање у диспечерском центру ЈП ЕПС, као и аутоматско прослеђивање Централном планском систему (ЦПС). Поред података са производних објеката, приказују се и подаци прослеђени из ЦПС-а, који су резултат оптимизације планирања производног микса.

Даљинско управљање подразумева ручно и аутоматско управљање генераторским јединицама из удаљеног диспечерског центра без могућности покретања и заустављања. Такође, подразумева и аутоматско навођење генераторских јединица на планске вредности које се прослеђују из ЦПС-а.

Под контролом пружања помоћних услуга подразумева се могућност даљинског задавања дозволе, односно забране коришћења генераторских јединица, кориснику помоћних услуга, као и могућност директног вршења секундарне и терцијарне регулације од стране ЈП ЕПС. Корисник помоћних услуга прослеђује диспечерском центру ЈП ЕПС-а регулациону грешку коју је потребно отклонити, односно прослеђује захтеве за активацију терцијарне резерве.

Контрола дебаланса подразумева могућност коришћења баланских петљи приликом аутоматског управљања генераторским јединицама у циљу одржавања баланса производње и потрошње у оквиру ЈП ЕПС балансне групе.

Даљинско аутоматско управљање активном снагом генератора (производне јединице) се врши на бази планова (возних редова) који се добијају од ЦПС. Сви генератори/електране који су расположиви за даљинско управљање, а нису тренутно укључени у AGC/LFC (Automatic Generation Control/Load Frequency Control), се могу аутоматски наводити на задате (планске) вредности које доставља ЦПС. Производним јединицама којима није могуће аутоматско даљинско управљање, вредност планиране базне снаге добијена од ЦПС, се само прослеђује за приказ руковоацу електране на локалном SCADA/ДЦС систему.

Примарна регулација - Подаци о примарној регулацији (индикација да ли је јединица планирана за примарну регулацију) преузимају се од ЦПС. Ове информације ЦДС/СУП се прослеђују до ЕПС гејтвеја (коришћењем IEC 60870-5-104 протокола) на електрани и оператора преносног система (коришћењем IEC/TASE2 протокола).

Секундарна регулација – За разлику од досадашњег режима секундарне регулације, у коме је регулацију вршио само оператер преносне мреже (ЕМС АД), сада СУП препознаје два режима секундарне регулације:

- секундарну регулацију од стране оператора преносног система (ЕМС АД);
- секундарну регулацију од стране ЕПС.

Једна од модификација групног регулатора активне снаге, која је предмет овог елабората, је прилагођење управљачких алгоритама групног регулатора активне снаге управљању из два надређена центра управљања.

Стандардно решење секундарне регулације подразумева да је секундарна (AGC/LFC) регулација сервис који врши оператор преносног система (ТСО), односно ЕМС А.Д. У овом режиму оператор преносног система има директан приступ регулационим јединицама и њима управља регулационим импулсима „више/ниже“ или поставним вредностима (сетпоинтима). СУП омогућава диспечеру ЕПС-а да селектује јединице које су доступне оператору преносног система за AGC/LFC.

Алтернативни режим секундарне регулације је режим у коме ЕПС непосредно управља својим објектима у AGC. У овом режиму управљања, оператор преносног система (ЕМС А.Д.) објекте ЕПС-а види као јединствену „виртуелну електрану“ којој прослеђује регулациони захтев.

Полуаутоматска терцијарна регулација - Све информације (базне снаге, опсеге, расположивост) повезане са терцијарном резервом се преузимају од ЦПС. СУП омогућава полуаутоматску активацију терцијарне резерве на следеће начине:

- збирно за све електране ЕПС које су расположиве за терцијарну регулацију;
- појединачно по електранама које су расположиве за терцијарну регулацију.

Логика надлежности управљања (ЕПС/ЕМС)

Према тренутно важећим правилницима у електро-енергетском систему (ЕЕС) Србије, свака хидроелектрана се посматра као независна производна јединца (балансни ентитет). Ако хидроелектрана има више агрегата, тада се производња тих агрегата посматра збирно на излазу електране, а ангажовање појединих агрегата се врши на електрани, према тренутним погонским условима. Даљинско управљање хидроелектраном

подразумева даљинско задавање збирне активне снаге хидроелектране, а агрегати који су укључени у групну регулацију остварују задату снагу. Руковалац електране одређује који агрегат ће бити ангажован у даљинској регулацији.

Потребно је обезбедити да се даљинско задавање активне снаге може вршити из два диспечерска центра:

- диспечерски центар Електромреже Србије (AGC ЕМС или НДЦ - Национални диспечерски центар) који врши секундарну регулацију активне снаге производним погонима. Превасходни задатак овог центра је одржавање електро-енергетског система у балансу;
- диспечерски центар Електропривреде Србије (ЦДС ЕПС) који врши секундарну и даљинску терцијарну регулацију производним погонима. Превасходни задатак овог центра је краткорочно (унутар дневно) планирање производње, потрошње и трговине као и одржавање баланса производње и потрошње у оквиру балансно одговорне стране ЈП ЕПС (БОС ЈП ЕПС).

Такође, према тренутним правилима у електро-енергетском систему Србије, приликом ангажовања, хидроелектрана може да добија налоге за промену задате снаге на три начина:

- телефонски, из диспечерског центра ЈП ЕПС, уколико је за одређену хидроелектрану сатним планом рада предвиђена промена снаге;
- телефонски, из НДЦ, уколико постоји потреба за ангажовање хидроелектране у терцијарној регулацији;
- аутоматски, из НДЦ-а, када је у хидроелектрани претходно од стране руковоаца, на основу телефонског налога, укључен рад у секундарној регулацији.

Избор производних јединица које ће учествовати у секундарној или терцијарној регулацији се врши на основу листе приоритета која се свакодневно доставља од стране диспечерског центра (ЦДС) ЕПС. НДЦ, сем у случају угрожености рада ЕЕС, не може самоиницијативно да укључи производну јединицу у секундарну регулацију, или да изда налог за терцијарну регулацију, уколико му предметна производна јединица, није следећа на листи приоритета.

Након увођења производних јединица у систем даљинског управљања из ЦДС ЕПС, координација управљања производним јединицама у секундарној регулацији између два диспечерска центра вршиће се у ЦДС ЕПС даљинском центру, давањем дозволе и опсега снаге AGC ЕМС за управљање одговарајућом производном јединицом. Тачка интеграције комуникације (НДЦ-ЦДС) за даљинско управљање је производна јединица којом се управља, а руковалац хидроелектране има информацију из ког диспечерског центра стижу даљински налози. Налози се добијају комуникационо и представљају се на ХМИ оперативним приказима.

Стање решености тог проблема у свету:

У свету постоје расположива комерцијална решења за групне регулаторе активне снаге електрана. Типично су везана за основну електромеханичку и управљачку опрему

конкретног произвођача те опреме. Као последица тога што су произвођачка, ограничене су и могућности њихове интеграције и доградње. Наведено представља значајан проблем (и трошак) када исти треба интегрисати са управљачком опремом других испоручилаца.

Наведено даје апсолутну предност сопственом развоју, чији резултат омогућава доградњу, одржавање као и једноставнију и јефтинију имплементацију и повезивање. У наставку описано техничко решење је управо из те категорије, а илустровано је кроз (увек) неопходно прилагођење ГРАС конкретном управљаном објекту (електрани), у нашем случају ХЕ Ђердап 1.

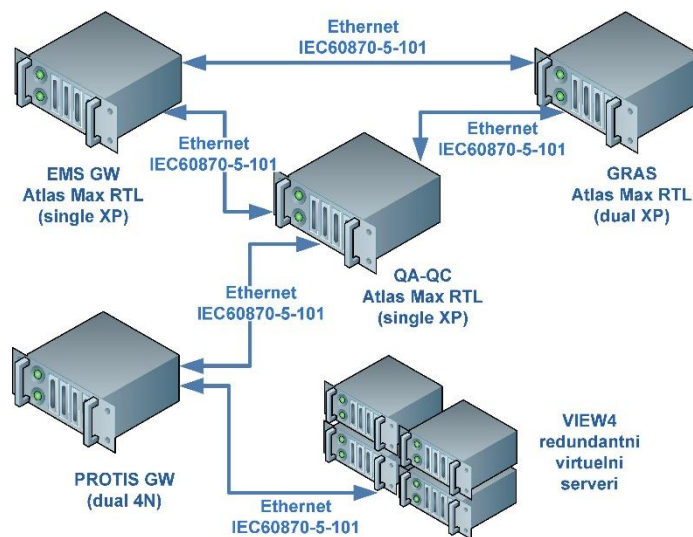
Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже:

Опис постојећег стања управљачког система на ХЕ Ђердап 1

Постојећа инфраструктура даљинског управљања за секундарну регулацију из система Електромреже Србија (AGC EMC) и система Производно Техничког Информационог Система ЕПС-а (ПРОТИС) дата је на слици 1.2.

AGC EMC врши секундарну регулацију преко групног регулатора снаге (ГРАС) на агрегатима које је руковалац изабрао да раде у секундарној регулацији. Задавање активне снага за групни регулатор у секундарној регулацији се врши преко импулса за промену снагу (на више и на ниже).

Размена сигнала са AGC EMC системом се врши комуникационо.



Слика 1.2 .Постојеће стање везе система AGC EMC, ПРОТИС и ГРАС-а

AGC EMC систем користи процесни контролер EMC GW за приступ групном регулатору активне снаге и потребним мерењима и сигнализацијама из електране преко QA-QC контролера.

Комуникација EMC GW и ГРАС контролера се врши преко серијске комуникације. Ова комуникациона линија превасходно служи за задавање активне снаге командама

више/ниже групном регулатором у секундарној регулацији. Потребна мерења и сигнализације ЕМС GW узима преко QA-QЦ контролера.

ПРОТИС систем користи процесни контролер ознаке ПРОТИС GW за приступ мерењима и сигнализацијама са електране. Преко QA-QЦ контролера, ПРОТИС GW добија потребне информације са електране. QA-QЦ контролер служи као концентратор сигнала из електране и комуникациони гејтвеј према ПРОТИС систему.

Главне карактеристике ове конфигурације су:

- двосмерна комуникација са ПРОТИС GW преко концентратора QA-QЦ, омогућава проширење скупа сигнала који се преносе између ПРОТИС GW и QA-QЦ, новим сигнаlima за потребе управљања из диспечерског центра ЕПС-а;
- постојећи ГРАС се може проширити новим режимима рада за потребе управљања из диспечерског центра ЕПС-а;
- може се омогућити да се даљинско управљање аутоматски пребаци на управљање из AGC ЕМС даљинског центра уколико дође до прекида комуникације са ЦДС ЕПС даљинским центром.

Постојећи групни регулатор активне снаге на ХЕ Ђердап 1

Групни регулатор активне и реактивне снаге је битна компонента локалног управљања електраном која обезбеђује одржавање укупне активне, односно реактивне снаге, на задатој вредности, као и равномерну расподелу у складу са карактеристикама агрегата. Осим наведеног, групни регулатор активне снаге на хидроелектрани је и важан елемент система секундарне регулације активне снаге [1].

Применом групне регулације активне снаге се решава, пре свега, појава неравномерне расподеле снаге по агрегатима која се дешава код електрана које имају више од једног агрегата, због практичне немогућности потпуно идентичног подешавања статичких карактеристика агрегата и последично различитог одзива.

Групни регулатор активне снаге (ГРАС) електране се у хијерархијском систему управљања налази изнад система примарне (турбинске) регулације, а испод система секундарне регулације (AGC /LFC) и врши, зависно од режима, следеће основне функције: одржава укупну снагу електране на вредности задатој од надређеног система секундарне регулације и врши равномерну расподелу оптерећења по агрегатима укљученим у ГРАС. Систем групне регулације активне снаге обезбеђује и да се вишеагрегатна електрана у систему секундарне регулације ЕЕС посматра као еквивалентна једноагрегатна електрана одговарајуће статичке карактеристика (P,f).

Постојећи групни регулатор активне снаге је имплементиран на ХЕ Ђердап 1 као део пројекта система управљања у склопу рехабилитације ХЕ Ђердап. У ХЕ Ђердап 1 је, пре имплементације предметног ГРАС-а, у функцији био дигитални регулатор расподеле снаге (ДРРС) [2], који је замењен јер му је након 15 година радни век истекао, није било више резервних делова, а после ревитализације агрегата је било потребно да се у систем секундарне регулације укључе и ревитализовани агрегати који имају нове дигиталне турбинске регулаторе.

У склопу измена даљинског управљања електраном, додавањем још једног центра управљања, појавила се потреба измене постојећег регулатора активне снаге, што је предмет овог техничког решења.

АЛГОРИТАМ ГРУПНЕ РЕГУЛАЦИЈЕ АКТИВНЕ СНАГЕ

Функције ГРАС-а

Групни регулатор активне снаге обезбеђује следећу функционалност:

- Аутоматско одржавање активне снаге електране на задатој вредности;
- Аутоматску униформну расподелу активних снага по агрегатима укљученим у групну регулацију;
- Омогућава да се, споља гледано (од стране AGC/LFC) електрана види као једна регулациона јединица са еквивалентним статизмом који је подесив у групном регулатору активне снаге.

У групној регулацији активне снаге могу учествовати сви агрегати електране или само један број агрегата.

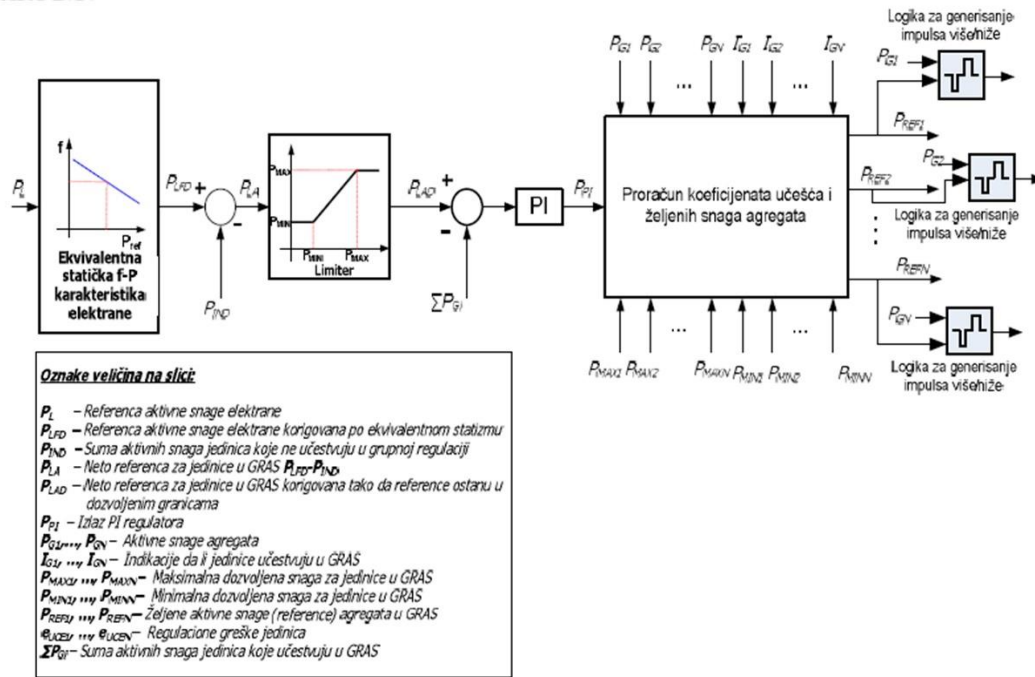
Режими рада ГРАС-а

Групна регулација активне снаге може радити у неколико различитих режима:

- Режим секундарне регулације, када електрана добија податак о жељеној активnoj снази од диспечерског центра (ЕМС-а или ЕПС-а), односно од AGC система;
- Режим локалног управљања, када се жељена снага електране задаје локално од стране руковоаца;
- У мешовитом режиму, када је део јединица укључен у секундарну или локалну групну регулацију, а делом јединица се управља ручно;
- У режиму надзора, у коме ГРАС рачуна жељене вредности активних снага агрегата, али је регулација/командовање искључена.

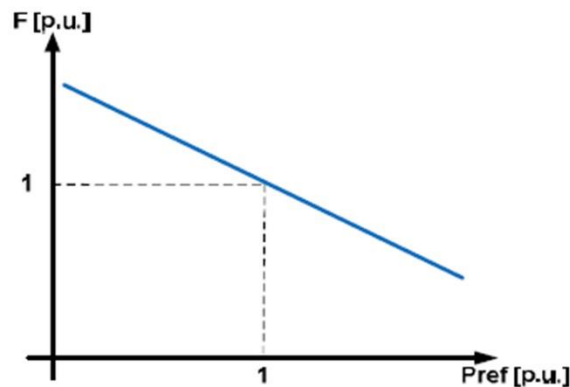
Алгоритам регулације

Упрошћени приказ алгоритма групне регулације активне снаге је дат, у форми блок дијаграма, на слици 1.3.



Слика 1.3 Принципијелни блок дијаграм групног регулатора активне снаге (ГРАС) ХЕ Бердан 1

Задата укупна активна снага електране (локално или од стране AGC апликације у НДЦ) P_I се прво усклађује са задатом еквивалентном статичком P - f карактеристиком електране (споља гледано групни регулатор „потискује“ статичке карактеристике појединачних агрегата) приказаном на слици 1.4.



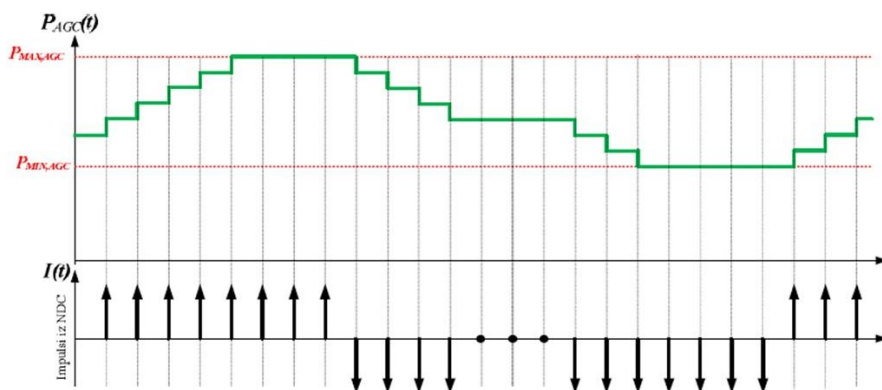
Слика 1.4 Еквивалентна статичка P - f карактеристика електране

Нагиб статичке еквивалентне статичке карактеристике (статизам) је параметар регулатора. Могуће је и потпуно искључити усклађивање са еквивалентним статизмом када је $P_{LFD} = P_L$, где је P_{LFD} референца активне снаге електране усклађена са еквивалентном статичком P - f карактеристиком.

Агрегатима се може управљати помоћу сетпоинта, када се турбинском регулатору агрегата директно прослеђује вредност P_{REFi} као поставна вредност, или помоћу импулса

више/ниже, када се на бази жељене снаге P_{REFi} и измерене тренутне снаге агрегата P_{gi} у блоку „логике за генерисање импулса“ израчунавају вредности импулса више/ниже.

Када ГРАС ради у режиму секундарне (AGC) регулације, онда се референца за агрегате укључене у регулацију добија из националног диспечерског центра (НДЦ) Електромреже Србије. Како се, тренутно, као управљачки сигнал регулационим јединицама, односно електранама, од стране SCADA/EMC система у НДЦ шаљу регулациони импулси „више“/“ниже“ то значи да се референца за укупну жељену снагу агрегата укључених у секундарну регулацију прорачунава од стране ГРАС, а на бази снага примљеног регулационог импулса, на начин илустрован на слици 1.5.



Слика 1.5 Прорачун укупне жељене снаге агрегата у AGC на бази импулса из диспечерског центра

Софтвер групног регулатора је реализован у форми ПЛЦ функционалних блок дијаграма (FBD) помоћу алата FBD Package Works. Алгоритми управљања су реализовани у складу са ИЕС 61131-3 стандардом [3].

За управљање радом групног регулатора се користи IMP VIEW6000 H-Power SCADA/DCS систем, односно његова ХМИ компонента. На слици 1.6 је приказан кориснички интерфејс за управљање радом групног регулатора активне снаге у склопу IMP VIEW6000 H-Power SCADA/DCS система. VIEW6000 H-Power такође обезбеђује и тренутне и архивске писаче за потребе ГРАС, као и архивирање мерења и догађаја. SCADA сервери и оператерске радне станице су базирани на Linux Centos 5.2 платформи.

Софтверска инфраструктура даљинског управљања из ЦДС ЕПС и AGC EMC

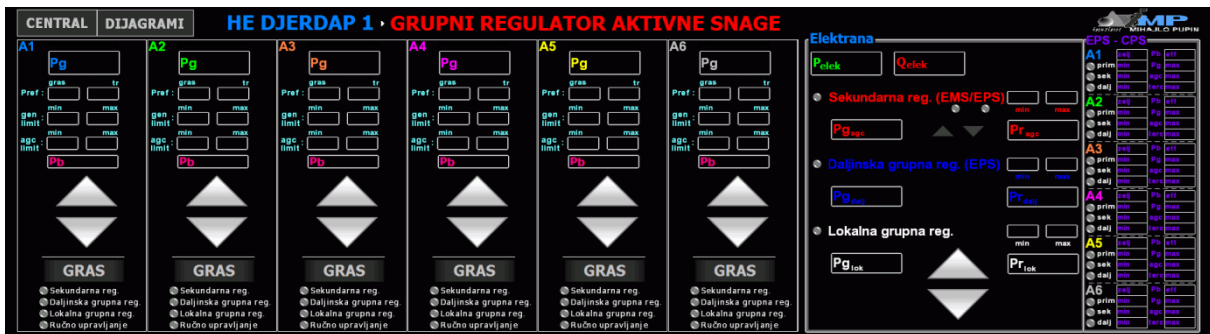
При пројектовању алгоритма даљинског управљања водило се рачуна да се квалитетно разреши надлежности управљања хидроелектраном из различитих центара, узимајући у обзир специфичности управљања електраном. Будући да није могуће истовремено слати управљачке захтеве из оба центра управљања, на оператерским приказима је јасно дефинисано који даљински центар тренутно управља агрегатом.

Алгоритам управљања дефинише услове за промену режима агрегата, логику за прихватање задате снаге из AGC EMC или ЦДС ЕПС даљинског центра, расподелу снаге по агрегатима, као сигнале који се шаљу према AGC EMC систему.

Предефинисани режими рада у групној регулацији су:

- режим рада агрегата у секундарној регулацији;
- режим рада агрегата у даљинској групној регулацији;
- режим рада агрегата у локалној групној регулацији;

На слици 1.6 је приказан операторски (кориснички) интерфејс групног регулатора, на коме се уочавају режими рада за сваки појединачни агрегат, A1-A6, задате и остварене снаге као и даљинско управљање електраном из два даљинска центра. У делу приказа „Електране“ (десно на слици 1.6) је приказан режим рада и снаге целе електране и надлежан центар за управљање електраном.



Слика 1.6 Операторски интерфејс групног регулатора

У секундарној регулацији се жељена вредност снаге свих агрегата, укључених у овај режим рада, поставља из даљинских центара ЕМС (AGC) или ЕПС (ЦДС). Избор даљинског центра у овом режиму врши даљински центар ЕПС (ЦДС). Када ЕМС врши даљинско управљање, вредност задате снаге се регулише импулсима који долазе из ЕМС и задата снага се повећава или спушта за 5MW са сваким примљеним импулсом. Када ЕПС врши даљинско управљање у секундарној регулацији, задата снага се поставља из ЕПС (ЦДС). У даљинској групној регулацији се жељена вредност снаге свих агрегата, укључених у овај режим рада, поставља из даљинског центра ЕПС (ЦДС). У локалној групној регулацији се жељена вредност снаге свих агрегата, укључених у овај режим рада, поставља са централне команде електране акцијом руковаоца. У овом режиму рада руковалац може истовремено да управља већим бројем агрегата, што је неопходно у ситуацијама у којима су потребне веће промене активне снаге на хидроелектрани.

Поред даљинског управљања, из ЦДС ЕПС центра, се електрани шаљу захтеви постављени из система планирања производње (ЦПС). Руковалац централне команде електране може да прати захтеве постављене из система ЦПС и да поставља параметре регулације у односу на те величине (задату активну снагу, минималну и максималну активну снагу и др.).

Захтев за увођење агрегата у даљинску регулацију, истовремено служи за аутоматско искључење блока из даљинске регулације и прелази у режим ручног управљања. Тиме је обезбеђено да ЦДС ЕПС систем, може брзо да искључи агрегат из даљинске регулације, без акције руковаоца на електрани. Тада агрегат задржава последњу задату снагу и промене режима рада агрегата и задавање снаге на даље може да врши руковалац на електрани.

Модификације на групном регулатору активне снаге

У оквиру софтверске надоградње алгоритма ГРАС-а и постојећег SCADA система, за потребе управљања и праћења рада електране из ЦДС-а, извршено је следеће:

- проширен је скуп сигнала који се преноси између ПРОТИС GW и ГРАС-а, новим сигнаlima за потребе ЦДС-а;
- уведена је провера исправности комуникационе линије преко *ливе-тима* дигиталне и аналогне варијабле;
- извршена је измена екранских приказа на операторским станицама ради обезбеђивања избора режима рада ГРАС-а са централне команде електране;
- у базу података постојећег SCADA система су додати сигнали за потребе ЦДС ЕПС система;
- ГРАС-у су додати нови режими рада за потребе дистрибуираног управљачког система, ДЦС-а.

Приликом пројектовања алгоритма управљања и модификација на ГРАС-у, посебна пажња је посвећена случајевима прекида комуникације са даљинским центрима ЦДС ЕПС и AGC ЕМС. При томе се водило рачуна о следећем:

- увођење агрегата у други режим рада мора бити без наглих промена активне снаге чиме се спречавају поремећаји у функционисању хидролошког система;
- могућност преузимања управљања са једног даљинског центра на други, обезбеђује редундантност даљинских центара.

У случају прекида комуникације у секундарној регулацији са даљинским центром AGC ЕМС, омогућено је да даљински центар ЕПС ЦДС може да преузме секундарну регулацију агрегата и обратно, чиме је обезбеђена редундантност секундарне регулације.

У случају прекида комуникације у даљинској групној регулацији из ЦДС ЕПС даљинског центра, агрегат прелази у ручни режим рада задржавајући тренутно остварену активну снагу. Тиме је спречено да дође до промене задате активне снаге која није контролисана од стране руковоаца, а руковалац може да промени задату снагу према погонским условима електране.

Такође, главну контролу управљања има руковалац на команди хидроелектране, тако да, у сваком тренутку, може да искључи управљање из даљинских центара, према тренутној погонској ситуацији.

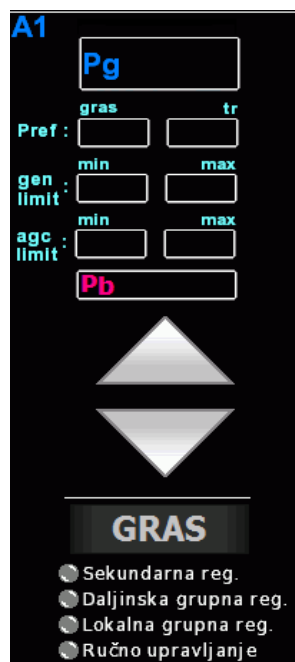
Управљање агрегатима у електрани помоћу ГРАС-а са ХМИ приказа

На слици 1.6, „Групни регулатор активне снаге“, може се видети кориснички (операторски) приказ на коме је приказано управљање активном снагом електране. Активном снагом се управља постављањем агрегата у одређени режим групног рада или ручни режим.

Управљање агрегатима у електрани са ХМИ приказа се врши из секција за сваки од агрегата А1-А6. Управљање подразумева промену режима рада агрегата, постављање базних снага агрегата (P_b), опсега управљања (\min/\max), као и управљање импулсима више-ниже у ручном режиму рада агрегата.

Промена режима рада агрегата се врши кликом на дугме “GRAS”, Слика 1.7 након чега се отвара командни прозор у ком се врши избор жељеног режима рада агрегата, Слика 1.8.

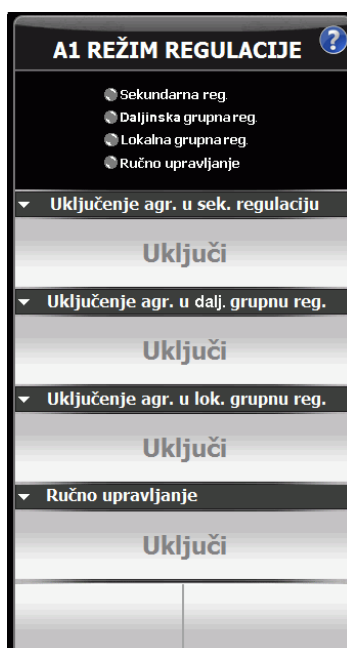
У командном прозору је могуће извршити промену режима рада, само ако за то постоје услови, иначе је дугме режима неактивно.



Слика 1.7 Секција агрегата A1 на операторском интерфејсу групног регулатора активне снаге

Након избора жељеног режима рада агрегата и преласка агрегата у тај режим рада, лампица уз опис режима рада постаје активна (упаљена).

Регулационе вредности агрегата (P_b , min , max), руковалац поставља кликом над пољем вредности, чиме отвара дијалог за унос жељене вредности.



Слика 1.8 Избор режима рада агрегата A1

На овој секцији приказа, руковалац централне команде електране прати остварену снагу агрегата (P_g) и задате снаге агрегату (P_{ref}), где је у пољу „грас“ представљена задата снага израчуната из алгоритма групног управљања агрегатом и прослеђена турбинском регулатору агрегата, а у пољу „тр“ може видети повратну информацију, која вредност је уписана на систему турбинског регулатора.

Предефинисани режими рада агрегата у групној регулацији су:

- Режим рада агрегата у секундарној регулацији;
- Режим рада агрегата у даљинској групној регулацији;
- Режим рада агрегата у локалној групној регулацији.

На ХМИ приказу у секцији „Електрана“, Слика 1.9, приказане су основне информације о вредностима остварене укупне снаге електране (P_{elek} , Q_{elek}) и агрегата у сваком од групних режима рада ($P_{g_{agc}}$, $P_{g_{dalj}}$, $P_{g_{lok}}$), као и жељене групно задате снаге за сваки од групних режима рада (Pr_{agc} , Pr_{dalj} , Pr_{lok}).

У секундарној и даљинској групној регулацији се задате снаге (Pr_{agc} , Pr_{dalj}) постављају из центара и руковалац централне команде електране има само увид у постављене и остварене вредности снаге.

У локалној групној регулацији, руковалац електране кликом на поље мерења Pr_{lok} постаља задату вредност активне снаге агрегатима укљученим у локалну групну регулацију. Задату снагу може мењати и тастерима више-ниже са +5MW, -5MW.



Слика 1.9 Укупне остварене и жељене снаге електране

У секундарној регулацији се жељена вредност снаге свих агрегата укључених у овај режим рада поставља из даљинских центара ЕМС (систем АГЦ) или ЕПС (систем ЦДС). Избор даљинског центра у овом режиму врши даљински центар ЕПС (систем ЦДС), постављањем одговарајућег бита на 1, или 0. Избор је приказан лампицом испод изабраног центра.

У случају избора ЕМС као даљинског центра управљања, вредност задате снаге се регулише импулсима који долазе из ЕМС, на основу чега се задата снага P_{ragc} повећава или спушта за 5MW са сваким примљеним импулсом. Сваки пристигли импулс се може и видети на слици променом боје симбола више-ниже.

У случају избора ЕПС као даљинског центра управљања у секундарној регулацији, задата снага P_{ragc} се поставља из ЕПС (систем ЦДС).

У даљинској групној регулацији се жељена вредност снаге свих агрегата укључених у овај режим рада поставља из даљинског центра ЕПС (систем ЦДС).

У локалној групној регулацији се жељена вредност снаге свих агрегата укључених у овај режим рада поставља са централне команде електране, акцијом руковоаца.

На ХМИ приказу у секцији „EPS-CPS“ Слика 1.10, руковалац централне команде електране може пратити захтеве постављене из система планирања производње (систем ЦПС) и у односу на те величине постављати параметре регулације.

Командни захтеви који стижу из ЦПС су:

- $prim$, захтев за примарну регулацију агрегата
- sek , захтев за увођење агрегата у секундарну регулацију
- $dalj$, захтев за увођење агрегата даљинску регулацију

Регулациони захтеви који стижу из ЦПС су:

- P_{bzelj} , базна снага из плана ЦПС
- P_{beff} , ефективна базна снага из ЦПС
- min , минималне вредности опсега регулације агрегата у односу на режим регулације
- max , максималне вредности опсега регулације агрегата у односу на режим регулације

Сигнализација „ $dalj$ “ - захтев за увођење агрегата даљинску регулацију, истовремено служи за аутоматско искључење блока из даљинске регулације. Уколико је агрегат био укључен у даљинску регулацију (од стране руковоаца), на промену овог сигнала са логичке 1 на логичку 0, агрегат се аутоматски искључује из даљинске регулације и прелази у режим ручног управљања (не прелази у режим локална групна регулација). Тиме је обезбеђено да, ЦДС ЕПС систем, може брзо да искључи агрегат из даљинске регулације, без акције руковоаца на електрани. Тада агрегат задржава последњу задату снагу и промене режима рада агрегата и задавање снаге на даље може да врши руковалац на електрани.

EPS - CPS			
A1	zelj	Pb	eff
<input type="radio"/> prim	min	Pg	max
<input type="radio"/> sek	min	agc	max
<input type="radio"/> dalj	min	terc	max
A2	zelj	Pb	eff
<input type="radio"/> prim	min	Pg	max
<input type="radio"/> sek	min	agc	max
<input type="radio"/> dalj	min	terc	max
A3	zelj	Pb	eff
<input type="radio"/> prim	min	Pg	max
<input type="radio"/> sek	min	agc	max
<input type="radio"/> dalj	min	terc	max
A4	zelj	Pb	eff
<input type="radio"/> prim	min	Pg	max
<input type="radio"/> sek	min	agc	max
<input type="radio"/> dalj	min	terc	max
A5	zelj	Pb	eff
<input type="radio"/> prim	min	Pg	max
<input type="radio"/> sek	min	agc	max
<input type="radio"/> dalj	min	terc	max
A6	zelj	Pb	eff
<input type="radio"/> prim	min	Pg	max
<input type="radio"/> sek	min	agc	max
<input type="radio"/> dalj	min	terc	max

Слика 1.10 Захтеви постављени из система планирања производње

Тестирање ГРАС-а

Након имплементације модификованог групног регулатора активне снаге на ХЕ Ђердап 1 извршена је серија тестова у циљу провере његове функционалности.

Приликом тестирања на објекту извршено је симултано тестирање на локацији централне команде ЕПС-а и на ХЕ Ђердап 1 како би се проверило да ли је систем функционалан и поуздан у реалним условима.

Почетни услови за обављање функционалног пријемног испитивања су:

- успостављена комуникацију између диспечерског центра и ДЦС ХЕ Ђердап 1;
- припремљени графички прикази на ЦДС серверу који крајњем кориснику омогућавају приказ текућих и постављање жељених вредности;
- припремљени екрански прикази и ХМИ листе на ДЦС ХЕ Ђердап 1 и прилагођена логика за управљање групним регулатором.
- После провере и потврде испуњености почетних услова прешло се на тестирање дефинисано тестним процедурама.

Тестне процедуре су подељене у три групе:

- провера валидности сигнала који се размеђују између диспечерског центра ЕПС-а и ХЕ Ђердап 1 (мерења и сигнализације са електране до диспечерског центра као и команде и сетпоинти од диспечерског центра до електране);

- провера алгоритма управљања из диспечерског центра ЕПС-а за сваки агрегат понаособ (даљинска регулација или локална, промена центра управљања АГЦ ЕМС или ЦДС ЕПС у секундарној регулацији);
- тест прекида комуникације између диспечерског центра и ДЦС ХЕ Ђердап 1 (промена режима рада у случају прекида комуникације са диспечерским центром ЕПС-а).

У току тестирања су се поредиле добијене вредности са очекиваним вредностима.

По завршетку тестирања генерисани су извештаји са информацијама о успешности тестирања (евидентирани су успешни тестови и сви уочени недостаци који се морају отклонити). Сви наведени тестови су успешно спроведени.

Референце:

- [1] Милан С. Ђаловић, “Регулација електроенергетских система – Том 1 – Регулација учестаности и активних снага”, Електротехнички Факултет Универзитета у Београду, 1997
- [2] Ретар Рајковић, Горан Јанковић, Никола Обрадовић, „ДРРС – ДИГИТАЛНИ РЕГУЛАТОР РАСПОДЕЛЕ СНАГЕ“, ЈУКО ЦИГРЕ 2000 – 10. Симпозијум Управљање и Телекомуникације у Електроенергетском систему, Херцег Нови 22-25. мај 2000.
- [3] Милан Матијевић, Горан Јакуповић, Јелена Цар, „РАЧУНАРСКИ ПОДРЖАНО МЕРЕЊЕ И УПРАВЉАЊЕ“, Машински факултет у Крагујевцу, 2005
- [4] Goran Jakupović, Ninel Ćukalevski, Milan Bjedov, Ognjen Ristić, Mihajlo Stojanović, Nebojša Panjevac, Milisav Bogdanović, „Hydro Power Plant Joint/Group Control System Solution“ – Invited paper, International Conference "Power Plants 2014", 28-31st October 2014, Zlatibor, Serbia
- [5] Горан Јакуповић, Милисав Богдановић Нинел Чукалевски, Дамјана Димитријевић, Марко Павловић, Зоран Бојанић, Никола Обрадовић, Мирела Ђурђевић, „Имплементација групног регулатора активне снаге на ХЕ Ђердап 1“, 32. саветовање ЦИГРЕ Србија, 21. 05. 2015. Златибор, Србија

Рецензије

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

ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ "ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ"

Број 12.01-179549/12-19
08.08.2019 год.

БЕОГРАД, Балканска 13

ИНСТИТУТ МИХАЈЛО ПУПИН
АУТОМАТИКА Д.О.О.
БЕОГРАД

Број 1560/2-19
Датум 06 AUG 2019 год.

УГОВОРНЕ СТРАНЕ

КУПАЦ:

1. Јавно предузеће „Електропривреда Србије“ Београд, Балканска 13, Београд, матични број 20053658, ПИБ 103920327, текући рачун 160-700-13 Банка Интеса ад Београд, које заступа законски заступник Милорад Грчић, в.д. директора (у даљем тексту: Купац)

и

ПРОДАВАЦ:

2. ИМП – Аутоматика д.о.о. Београд ул. Волгина 15, матични број: 17178300, ПИБ: 100008328, текући рачун 160-15401-45. Ванса Интеса кога заступа законски заступник мр Миленко Николић, директор (у даљем тексту: Продавац).

(У даљем тексту заједно: Уговорне стране)

Закључиле су у Београду

УГОВОР О КУПОПРОДАЈИ ДОБАРА

Модернизација уређаја за аутоматско прикупљање података са производних објеката

УВОДНЕ ОДРЕДБЕ

Уговорне стране сагласно констатују:

- да је Наручилац (у даљем тексту: Купац), у складу са чланом 32. и 62. Закона о јавним набавкама („Сл.гласник РС”, бр. 124/2012, 14/2015 и 68/2015) (у даљем тексту: Закон), спровео отворени поступак јавне набавке бр. ЈН/1000/0343/2019 (243/2019) ради набавке добара и то Модернизација уређаја за аутоматско прикупљање података са производних објеката;
- да је Понуђач (у даљем тексту: Продавац), на основу позива за подношење понуда и конкурсне документације који су објављени на Порталу јавних набавки и на интернет страници Купца дана 15.05.2019. године, доставио Понуду бр. 1560/1-19 од 13.06.2019. године;
- да Понуда Продавца, која је заведена код Купца под бројем 12.01.-179549/12-19 од 17.06.2019. године, у потпуности одговара захтеву Купца из Позива за подношење понуда и Конкурсне документације;
- да је Купац на основу Извештаја комисије о стручној оцени понуда, у складу са чланом 105. Закон и Одлуке о додели уговора бр. 12.01.-179549/17-19 од 27.06.2019. године донете у складу са чланом 108. Закон, доделио Уговор о јавној набавци Продавцу.

ПРЕДМЕТ УГОВОРА

Члан 1.

Предмет овог Уговора о купопродаји (даље: Уговор) је испорука добара, извршење пратећих радова и услуга: Модернизација уређаја за аутоматско прикупљање података са производних објеката, (у даљем тексту: Добра), у складу са, Конкурсном документацијом за јавну набавку бр. ЈН/1000/0343/2019 (243/2019), Понудом Продавца број 1560/1-19 од

Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно:

Јелена Цар

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

			<i>података из система управљања (PSU), 2014.</i>	
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), 2015.</i>	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), 2015.</i>	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 , 2016.</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	5152098	2020	Јелена Цар , Горан Јакуповић, Иванка Перковић, Тамара Јелић, <i>Прилагођавање и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1, 2020.</i>	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), 2014.</i>	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић , Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић,	Верификована

			Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање 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
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)</i> , 2018.	Верификована
M85	5072538	2018	Горан Јакуповић , Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић, Јелена	Верификована

			Цар, Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.	
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 (ГЕС)</i> , 2019.	Неверификована
M82	5152105	2020	Игор Бундало, Горан Јакуповић , Жељко Аћимовић, Нинел Чукалевски, <i>Систем SCADA/EMS типа за Регионалне диспечерске центре</i> , 2020.	Неверификована
M82	5152098	2020	Јелена Цар, Горан Јакуповић , Иванка Перковић, Тамара Јелић, <i>Прилагођење и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1</i> , 2020.	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	5152169	2020	Горан Јакуповић , Тамара Јелић, Иванка Перковић, <i>Интеграција система управљања производњом са системом планирања у склопу ЦДС ЈП ЕПС</i> , 2020.	Неверификована

Иванка Перковић

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)</i> , 2011.	Верификована
M81	1226306	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Иванка Перковић , Горан Јакуповић, Нина Радновић, Маја Минић, <i>База производно-техничких података (ВТР) система PROTIS-TE</i> , 2012.	Верификована

M81	1192431	2012	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Иванка Перковић , Совјетка Крстонијевић, Маја Минић, Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о енергетској опреми (EOP), 2012.	Верификована
M81	1252417	2012	Нина Радновић, Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Иванка Перковић , Програмски пакет апликације за унос и одржавање података о материјалима процеса (KMP), 2012.	Верификована
M81	1252368	2012	Нина Радновић, Иванка Перковић , Игор Бундало, Јелена Цар, Нинел Чукалевски, Сузана Цветићанин, Програмски пакет апликације за праћење погонских догађаја на енергетској опреми (POD), 2012.	Верификована
M81	1187956	2013	Н. Чукалевски, Г. Јакуповић, С. Цветићанин, Ј. Цар, И. Перковић , Радуловић, М. Стојић, С. Крстонијевић, И. Бундало, Програмски пакет за управљање протоцима материјала процеса у електранама (ПМП), 2013.	Верификована
M85	1193142	2014	Сузана Цветићанин, Горан Јакуповић, Игор Бундало, Совјетка Крстонијевић, Нинел Чукалевски, Милош Стојић, Јелена Цар, Иванка Перковић , Апликативни подсистем за повезивање на и преузимање података из система управљања (PSU), 2014.	Верификована
M81	1201475	2015	Нинел Чукалевски, Игор Бундало, Горан Јакуповић, Совјетка Крстонијевић, Иванка Перковић , Нина Радновић, Милош Стојић, Јелена Цар, Сузана Цветићанин, Апликација за прогнозу оптерећења по чворовима ЕЕС (БЛФ), 2015.	Верификована
M85	5072538	2018	Горан Јакуповић, Иван Гојковић, Катарина Јовановић, Павле Лучић, Милош Стојић, Нинел Чукалевски, Совјетка Крстонијевић, Сузана Цветићанин, Иванка Перковић , Јелена Цар, Програмски пакет за прогнозу производње ветрогенератора-паркова (WGF), 2018.	Верификована
M81	5152367	2019	Сузана Цветићанин, Нинел Чукалевски, Горан Јакуповић, Милош Стојић, Јелена Цар, Совјетка Крстонијевић, Игор Бундало, Иванка Перковић , Апликативни подсистем за прорачун	Неверификована

			<i>параметара техничке ефикасности електрана (ТЕФ), 2019.</i>	
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 (ГЕС), 2019.</i>	Неверификована
M82	5152098	2020	Јелена Цар, Горан Јакуповић, Иванка Перковић , Тамара Јелић, Прилагођење и имплементација групног регулатора активне снаге у ХЕ Ђердап 1, 2020.	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