

Техничко решење

Систем управљања агрегатом у хидроелектрани – предикција кварова примарне опреме

Аутори:

Небојша Пањевац, Милан Бједов, Светлаан Деспотовић, Алекса
Луковић, Арсеније Петрињац

Година:

2020.

Корисник:

Efusion doo Никшић, Црна Гора

Начин коришћења:

Мониторинг система и предикција кварова у моделу који је описан овим документом, реализован је у програмском пакету где су аспекти овог програма, од имплементације ФБД уређаја до програмабилног логичког контролера (ПЛЦ) произведени у оквиру Института Михаило Пупин.

Рецензенти:

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

Назив	Систем управљања агрегатом у хидроелектрани – предикција кварова примарне опреме
Аутори	Небојша Пањевац, Милан Бједов, Светлаан Деспотовић, Алекса Луковић, Арсеније Петрињац
Категорија	Ново техничко решење (метода) примењено на међународном нивоу (M81) K=8 Доказ: Уговор 374/1-20 од 03.02.2020
Кључне речи	Модел, предикција квара, надзор система

За кога је решење рађено (правно лице или грана привреде):
Efusion doo Никшић, Црна Гора
Година када је решење комплетирано:
2020.
Година када је почело да се примењује и од кога:
Примена техничког решења је почела у 2020. години, Корисник: ХЕ Перућица
Област и научна дисциплина на коју се техничко решење односи:
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:

Za funkcionisanje hidro agregata neophodno je ispravno funkcionisanje brojnih pomoćnih pogona, kao što su uljne pumpe HPU, startne uljne pumpe, akumulatori pritiska, ventili, servopogoni, itd. Tokom kontinuirane eksploatacije, usled potrošnih materijala se menjaju karakteristike primarne opreme, I to tako što se menjaju pojedini parametri (protok kod pumpe, procurivanje ventila ...) tako da dolazi do postepenog otkaza. Dok se kod određenih elemenata usled pogoršanog rada može videti mogući otkaz, pojedini pogoni imaju projektovan životni vek koji dovodi do prekida rada pogona bez upozorenja. Cilj je prepoznati glavne pogone koji spadaju u ovu grupu i napraviti modelovanje prema tipu i vrsti. Ovo modelovanje je deo sistemskog alata u implementaciji, a tokom rada funkcija se izvršava na samom PLCu agregata sa funkcijama brojanja (hod, broj uključenja / isključenja) i merenja vremena rada. U slučaju dostizanja predefinisanih vrednosti svojstvenih opremi signalizira se operateru na odgovarajućim MMI prikazima I listama. Na ovaj način služba održavanja ima precizan pregled opreme koja može da otkáže u skorije vreme, može da blagovremeno nabavi rezervne komponente i da preventivno zameni iste tokom planiranih zastoja čime povećava pouzdanost i raspoloživost agregata a samim tim i bezbednost.

Potrebno je projektovati, odnosno odrediti sledeće celine zadatka:

1. Funkcija u sistem inženjerskom alatu koja pruža implementatoru sredstvo za definisanje tipa opreme u prvoj fazi implementacije.
2. Funkcija na PLCu koja se izvršava u realnom vremenu prateći parametre primarne opreme.
3. Automatski generisani izveštaji na nadređenom SCADA sistemu.

Стање решености тог проблема у свету:

Energetski sektor je u svetu, kao i kod nas, jedna od oblasti koja neprestano raste i razvija se, i zauzima značajan deo u svakom društvu u svakom smislu pa i u ekonomskom. Upravo iz ovog razloga su poslednjih decenija bili razvijeni različiti modeli koji imaju za cilj procenu pouzdanosti, dostupnosti i održavanja industrijske opreme. Fokusi ovih modela su bili različiti, od procene rizika bezbednosti samog sistema do politike održavanja sistema radi optimalnog rada elektrane ali bez osvrta na informacije o održavanju. Postoje razni modeli koji služe za prognozu predviđanja vremena otkaza, ali često ti modeli ne uzimaju u obzir održavanje, odnosno predviđa iste radnje održavanja na opremi bez obzira na tip ili na druge uslove eksploatacije. [1]

Razvojem industrije, a pogotovo enrgetskog sektora kao i njegovom digitalizacijom, počele su da se koriste različite metode detekcije kvarova i dijagnostike, kako aktivnih elemenata, tako i pasivnih. Tu su uključeni monitorinzi kompletnih sistema, analiza performansi, kalibracija instrumentacije, analiza dinamike sistema pa i analiza kvarova. Korišćenje ovih metoda dobija na popularnosti, pre svega zbog sve većih zahteva na polju bezbednosti rada i pouzdanosti opreme koja direktno na to utiče. [2]

U radu je dat jedan od metoda koji se zasniva na praćenju rada aktivnih elemenata, i ranim upozoravanjem na moguću degradaciju performansi ili na prekoračeno vreme upotrebe datog elementa. Korišćenje prednosti distribuiranog kontrolnog sistema i praćenjem svih parametara uređaja, moguće je u određnoj meri predvideti potencijalne probleme i ukazati na mogućnosti poboljšanja performansi sistema.

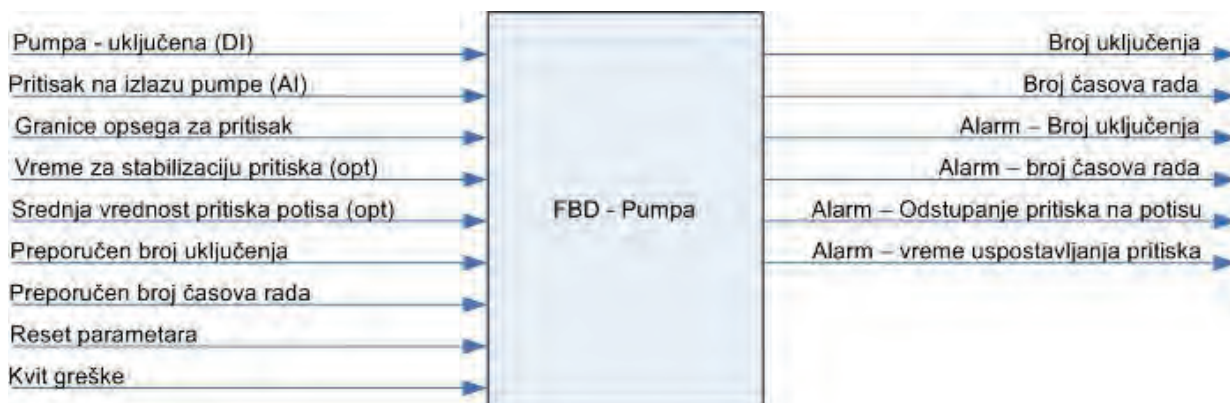
Опис техничког решења са карактеристикама, укључујући пратеће илустрације и техничке цртеже:

Prvi deo zadatka je implementaciona funkcija u sistem inženjerskom alatu koja treba da omogući korisniku da pravilno izabere koji tip ili model uređaja je u pitanju i koje parametre želimo da kontrolišemo. Sam alat daje izbor funkcionalnog bloka koji je konfigurabilan, gde je moguće izabrati koje pinove želimo da upotrebljavamo, u zavisnosti od tipa uređaja. Pinovi koji se ne koriste se postavljaju kao 'nevidljivi', i oni se od strane programa ne uzimaju u obzir prilikom izračunavanja. Ovom mehanikom je data sloboda sistem inženjeru da može da prilagodi funkcionalni blok bilo kom tipu pogona, bez obzira da li je u pitanju ON/OFF uređaj ili pogon sa kontinualnim pomerajem.

Potrebno je napomenuti da se i specifični pogoni, koji su karakteristični za velike hidro elektrane, mogu modelirati i njihove osobine predstaviti funkcionalnim blokom. Sam kod bloka je pisan u ST programu, i bez većih problema može da se prepravi i modifikuje, i tako prilagodi specifičnom problemu. U kodu bloka se mogu dodavati i ulazne i izlazne promenjive, čime se postiže potpuna nezavisnost funkcije od operatera, posto se na osnovu ulaznih podataka iz procesa direktno generišu informacije i neophodni alarmi za nadređeni SCADA sistem i dalju analizu, odnosno MMI prikaze za dežurne rukovaoce.

U nastavku su data dva karakteristična tipa pogona koji se sreću na hidroelektrani, odnosno tipski izgled za funkcionalni blok uređaja tipa pumpe, i funkcionalni blok uređaja tipa ustava:

FBD Pumpa



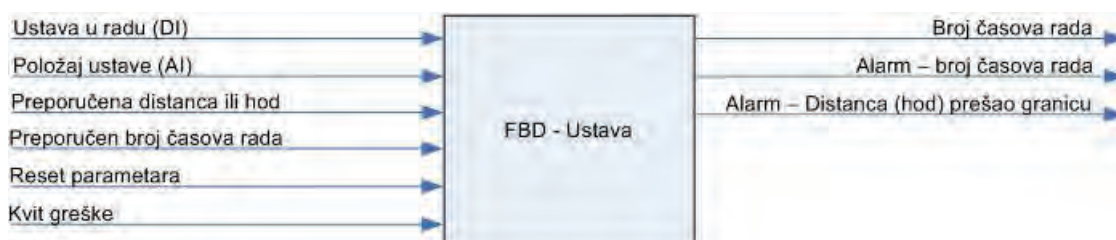
Slika.1 FBD Pumpa

Na slici 1 je prikazana funkcionalni blok FBD Pumpa, koji služi za monitoring rada pumpe, gde se mogu videti ulazi i izlazi bloka. Od ulaza iz procesa, neophodni su digitalni ulaz status uključenosti pumpe, kao i analogni ulaz pritiska na potisu. Ostale ulazne informacije popunjava sistem inženjer na osnovu tehničkih podataka proizvođača pumpe. Ukoliko neke informacije nisu dostupne, postoji deo koda bloka koji računa iste.

Na primer, ulazna promenjiva srednja vrednost pritiska na potisu pumpe može i da se izračuna na sledeći način: na osnovu n uključenja pumpe, i nakon što prođe neko t_n vreme od momenta uključenja pumpe, pamti se pritisak koji se stabilizovao. Izračunava se srednja vrednost pritiska, koja će se kasnije koristiti kao template, I na osnovu koje će se generisati alarmi: $P_{sr} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$. Alarmi se generišu na osnovu formula $P_{potis} < P_{sr} - \Delta P1$ I $P_{potis} > P_{sr} + \Delta P2$. I ostale ulazne promenjive se mogu predvideti na ovaj ili sličan način, u dogovoru sa osobljem elektrane koje poznaje dati pogon. Ovakvim postupkom je moguće kompletno automatizovati proces, I svesti ulogu operatera na minimum, kao preduslov za širu primenu ove aplikacije.

Izlazi bloka su promenjive predviđene za povezivanje sa MMI prikazima, kao I alarmi za alarmne liste I upozorenja osoblja elektrane.

FBD Ustava



Slika 2. FBD Ustava

Na slici 2 je prikazan funkcionalni blok FBD Ustava, koji suži za monitoring rada prelivne ustave na brani neke hidro elektrane. Od ulaza iz procesa, neophodni su digitalni ulaz status rada ustave (da li motor ustave radi, bilo u režimu zatvaranja ili otvaranja), kao i analogni ulaz položaja ustave. Ostale ulazne informacije popunjava sistem inženjer na osnovu tehničkih podataka proizvođača samog mehanizma ustave, odnosno motora.

Ovaj blok računa ukupnu pređenu distancu ustave, bilo u postupku otvaranja, bilo zatvaranja, I izdaje alarm ukoliko je ukupna vrednost veća od preporučene. Sam kod algoritma prepoznaje da li je pozicija ustave u datom momentu ista kao u prethodnom ciklusu, I ukoliko nije, $POZ_t \neq POZ_{t-1}$, računa se ukupna vrednost pozicije $POZ_{tot} = POZ_{tot} + |POZ_t - POZ_{t-1}|$. Ovaj mehanizam može da se primeni na bilo koji pogon ili ventil koji ima sličan princip delovanja, odnosno pokretne delove gde se meri pozicija.

Na osnovu ova dva primera može da se vidi fleksibilnost I prilagodljivost alata, kao I mogućnost nadzora nad svim tipovima uređaja koji postoje na hidro ili termo elektranama. Jedna od prednosti ovog alata je I mogućnost izmene samog koda algoritma, koji je pisan u ST programskom paketu, čime sistem inženjer može samostalno da izmeni program bez nekad u skupog angažovanja kompanije koja je ugradila kompletan SCADA system.

Na sledećoj slici vidimo on-line prikaz monitoringa broja časova rada I broja uključenja genetskog prekidača kao I pumpe regulacionog ulja.

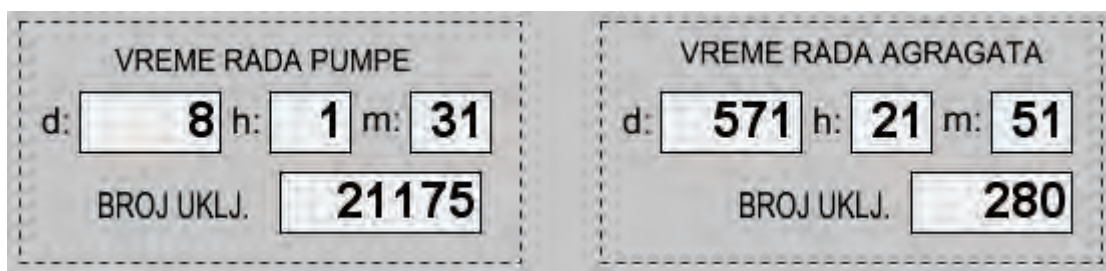


Slika 3 – On Line prikaz

Na ovom primeru vidimo da je moguće i *on-line* menjanje već izbrojanih časova rada ili broja uključenja. Ukoliko sistem inženjer želi da izmeni neki od izlaznih parametara, iz određenih tehnoloških razloga (npr. tokom testiranja postojala je informacija da je pumpa uključena, dok

u stvarnosti to nije bio slučaj), to je moguće prostim unosom podataka I aktiviranjem određene promenjive.

Sve izlazne promenjive iz FBD bloka se vezuju na MMI prikaze, odnosno prave se prikazi koji podržavaju princip dijagnostike I nadzora nad uređajima iz pogona. Time se operaterima koji prate MMI daje mogućnost da lako prate I po potrebi obaveste nadređene o potencijalnim problemima. Na sledećoj slici je dat primer kako izgleda merenje broja časova rada I broja uključenja uređaja:



Svi alarmi koji se prave preko FBD blokova se prikazuju na alarmnim listama, kao I u HRD I arhivskim listama, koje su pogodne za kasniju analizu događaja. Takođe, moguće je I praviti izveštaje koji će sadržati nazive uređaja kao I njihove kontrolisane parameter, kao što su broj zasova rada ili broj uključenja. Ovi izveštaji su pogodni I kao pogonski izveštaji koji su operateri dužni da predaju tokom svoje smene, ili kada se analizira rad I efikasnost elektrane.

Референце:

- [1] MAINTENANCE-BASED PROGNOSTICS OF NUCLEAR PLANT EQUIPMENT FOR LONG-TERM OPERATION, ZACHARY WELZ
- [2] FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS METHODS IN POWER GENERATION PLANTS, H.R. PATEL

Доказ о примени техничког решења

УГОВОР

Закључен дана 03.02.2020. год. између уговорних страна:

1. **"EFUSION" Д.О.О. , IV црногорске 4Ц, Никшић, Црна Гора**
кога заступа директор Биљана Манојловић, (у даљем тексту Наручилац) са једне стране.
и
2. **"Институт Михајло Пупин" Д.О.О. Београд, Волгина 15, 11060 Београд, Србија**
кога заступа директор Проф.др Сања Вранеш, дипл.инж. (у даљем тексту Извршилац) са друге стране

Члан 1.

Овим Уговором регулишу се права и обавезе уговорних страна у погледу испоруке опреме за потребе на начин и по поступку утврђеном овим Уговором.

Члан 2.

Обавеза Извршиоца-Носиоца је да за потребе проширења постојећег система управљања инсталираног на објекту „Затварачница језера Крупац“ у оквиру Хидроелектране „Перућица“ уради следеће:

- Развије модул аналогних улаза компатибилан са постојећим уређајем ATLAS MAX RTL, који поседује HART интерфејс, за потребе проширења постојећег система који је у заједничком наступу инсталиран на објекту, у вредности од 35% уговорене суме,
- Направи софтверске измене постојећег уређаја које обезбеђују несметани наставак функционисања система са новим функционалностима комуникације са новим мерним уређајима који поседују HART интерфејс и протокол укључујући и све потребне измене у софтверу инжењерске станице, у вредности од 20% уговорене суме,
- Изврши унапређење и доградњу постојећег система локалног управљања објектом који обезбеђује анализу режима рада опреме на објекту и прогнозу кварова за потребе превентивног одржавања, у вредности од 20% уговорене суме,
- Изврши сва потребна тестирања уређаја, софтвера и система у целини, пре и након уградње на објекат, у вредности од 25% уговорене суме,

Члан 3.

Свака уговорна страна је обавезна да са пажњом доброг привредника чува интересе друге уговорне стране, који произилази из одредби овога уговора.

Члан 4.

Укупна вриједност уговорених радова из члана 2 овог Уговора износи 8250.00 €, без урачунатог пореза на додатну вриједност (ПДВ). Наручилац се обавезује да ће плаћање извршити фазно, након потписивања записника за сваку од тачака из предмета Уговора и испостављања фактура.

Члан 5.

За све евентуалне спорове из овог Уговора које стране не могу споразумно ријешити, надлежан је Окружни привредни суд у Никшићу.

Члан 6.

Уговор је сачињен у 4 (четири) истоветна примјерка од којих свака страна задржава по два примјерка Уговора.

Члан 7.

Уговор ступа на снагу даном потписивања.

У Београду, 03.02.2020.

"Институт Михајло Пупин" д.о.о.
Београд



Проф. др Сања Вранеш дипл.инж.

"EFUSION" д.о.о.,
Никшић



Биљана Манојловић

Листа раније прихваћених техничких решења за сваког аутора појединачно

Небојша Пањевац

1. Небојша Радмиловић, Бојан Папић, **Небојша Пањевац**, Никола Крајновић, Милена Милојевић, Весна Петковски, Милош Станковић, Драган Бојанић, Мирсад Бахтијаревић, Василије Јовановић, Биљана Антић, Владимир Неранчић, Александар Супић: Real time хардверски симулатор парне турбине термоенергетског блока, Реализација 2011, Примена 2011, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
2. Небојша Радмиловић, мр Миленко Николић, др Љубиша Јовановић, мр Милена Милојевић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Иван Николић, Младен Вучинић, Драган Бојанић, Дарко Новаковић, **Небојша Пањевац**, Владимир Неранчић, Жељко Гагић, Александар Латиновић: Метода одржавања броја обртаја турбинског постројења након испада са оптерећења, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М84
3. Милош Станковић, др Љубиша Јовановић, др Драган Радојевић, Бојан Папић, Светлана Деспотовић, Драган Бојанић, Перица Крстић, **Небојша Пањевац**, Ивана Бачвански, Мирсад Бахтијаревић, Василије Јовановић, Миласав Богдановић, Владимир Нешић, Саво Безмаревић: Систем за редундантно мерење броја обртаја у системима турбинске регулације у термоагрегатима, Реализација 2011, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
4. Милос Станковић, Миленко Николић, Перица Крстић, **Небојша Пањевац**, Ивана Бачвански, Бојан Папић, Василије Јовановић, Небојша Радмиловић, Богдан Поповић, Александар Супић, Жељко Гагић, Немања Самарџић: Систем надбрзинске заштите турбоагрегата, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
5. Саша Максимовић, Гордан Конечни, Александар Михајлов, Миленко Николић, Бојан Папић, Светлана Деспотовић, Младен Вучинић, **Небојша Пањевац**, Биљана Антић, Богдан Поповић, Ђорђе Човић, Милош Деспић: Механизам инкорпорације разнородних библиотечких модула у ДЦС, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: ТЕ-ТО Нови Сад, Категорија: М84
6. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Миленко Николић, Жељко Ђуровић, Горан Квашчев, Василије Јовановић, Драган Бојанић, **Небојша Пањевац**, Миласав Богдановић, Милан Бједов, Драган Радојевић, Милена Милојевић, Иван Николић: Библиотека функција за одређивање параметара воде у различитим фазним стањима оптимизованих за рад у реалном времену, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕ Колубара А, Велики Црљени, ТЕНТ А Обреновац, ТЕ Костолац Б, Дрмно, Категорија: М84
7. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Перица Крстић, Ивана Бачвански-Јањатовић, **Небојша Пањевац**, Миласав Богдановић, Милан Бједов, Тамара Јовановић, Владимир Нешић, Драгана Глишић, Ђорђе Човић, Иван Николић: Реализација snapshot функционалности симулатора-тренажера термоенергетског постројења, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М84
8. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Дарко Новаковић, **Небојша Пањевац**, Миласав Богдановић, Милан Бједов, Ђорђе Човић, Вања Чукалевски, Богдан Поповић, Александар Супић, Тамара Јовановић, Иван Николић, Милена Милојевић: Естимација протока паре из испаривача проточног парног котла термоелектране за потребе аутоматске регулације протока напојне воде, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М83
9. Љубиша Јовановић, Бојан Папић, Огњен Ристић, Милош Станковић, Василије Јовановић, Перица Крстић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Драган Радојевић, Драган Бојанић, **Небојша Пањевац**, Миласав Богдановић, Милан Бједов, Богдан Поповић: Систем за детекцију стања хидроагрегата, Реализација 2014, Примена 2014, Корисник: ХЕ Вишеград, Категорија: М83
10. Микица Димитријевић, Милош Станковић, Предраг Марић, Бранислав Шашић, Владимир Нешић, Никола Марковић, Александар Цар, **Небојша Пањевац**: Инсталација Atlas ХВВ-RTL-а за даљинско читавање потрошње топлотне енергије Института "Михајло Пупин", Реализација 2016, Примена 2016, Корисник: Институт Михајло Пупин, Категорија: М82

11. Владимир Нешић, Ђорђе Човић, Мирослав Симић, Ђорђе Јовановић, Драган Радојевић, Небојша Радмиловић, Милена Милојевић, **Небојша Пањевац**, Весна Петковски, Никола Цимбаљевић, Бојан Папић: EDICORT алат за тестирање и пуштање Atlas Hydra уређаја, Реализација 2017, Примена 2017, Корисник: Електродистрибуција Београд, Категорија: М84
12. мр Милена Милојевић, Алекса Арсић, Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Цимбаљевић, проф. др Жељко Ђуровић, проф. др Горан Квашчев, Ивана Бачвански-Јањатовић, **Небојша Пањевац**, Богдан Поповић, Љубиша Јовановић: Алгоритам самоподешавања параметара Атлас дАПВ уређаја за аутоматско позиционирање вентила, Реализација 2018, Примена 2018, Корисник: Елнос БЛ, Бања Лука, Категорија: М83
13. Небојша Радмиловић, мр Милена Милојевић, Весна Стаменковић (ex Петковски), Бојан Папић, **Небојша Пањевац**, Љубиша Јовановић, Владимир Нешић, Предраг Марић, Никола Матић, Алекса Луковић, Катарина Аврамовић, Михаило Бјекић, Саша Јовановић: Atlas dAPV-L, унапређени dAPV уређај за директну подршку LVDT (Linear Variable Differential) улаза, Реализација 2019, Примена 2019, Корисник: Елнос БЛ Београд, Категорија: М84

Милан Бједов

1. проф. др Жељко Ђуровић, проф. др Бранко Ковачевић, др Горан Квашћев, др Вељко Рајић, др Драган Радојевић, Бојан Папић, мр Милена Милојевић, Небојша Радмиловић, Никола Крајновић, Весна Петковски, Иван Николић, Ивана Бачвански, Миљисав Богдановић, **Милан Бједов**: Поступак расподеле оптерећења по млинским круговима термоенергетског постројења, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
2. Никола Крајновић, Небојша Радмиловић, мр Милена Милојевић, Весна Петковски, Иван Николић, Тамара Јовановић, др Драган Радојевић, Срђан Сударевић, Марко Рогановић, Дарко Новаковић, Мирсад Бахтијаревић, Биљана Антић, **Милан Бједов**, Вања Чукалевски, Ђорђе Човић: Један приступ моделовању ваздушно-димног тракта котла за потребе симулатора-тренажера термоенергетског блока, Реализација 2012, Примена 2013, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, ТЕ ТО Нови Сад, Категорија: М83
3. др Горан Квашчев, проф. др Жељко Ђуровић, др Вељко Рајић, Aleksandra Marjanović, др Драган Радојевић, мр Милена Милојевић, Небојша Радмиловић, Никола Крајновић, Весна Петковски, Иван Николић, Бојан Папић, Срђан Сударевић, Младен Вучинић, **Милан Бједов**, Богдан Поповић, Милош Станковић: Решење индустријског ПИД регулатора за примену у аутоматском управљању разноврсним процесима у термоелектрани, Реализација 2011, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, ТЕ ТО Нови Сад, Категорија: М84
4. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Миљенко Николић, Жељко Ђуровић, Горан Квашчев, Василије Јовановић, Драган Бојанић, Небојша Пањевац, Миљисав Богдановић, **Милан Бједов**, Драган Радојевић, Милена Милојевић, Иван Николић: Библиотека функција за одређивање параметара воде у различитим фазним стањима оптимизованих за рад у реалном времену, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕ Колубара А, Велики Црљени, ТЕНТ А Обреновац, ТЕ Костолац Б, Дрмно, Категорија: М84
5. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Перица Крстић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Небојша Пањевац, Миљисав Богдановић, **Милан Бједов**, Тамара Јовановић, Владимир Нешић, Драгана Глишић, Ђорђе Човић, Иван Николић: Реализација snapshot функционалности симулатора-тренажера термоенергетског постројења, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М84
6. Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Никола Крајновић, Бојан Папић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Дарко Новаковић, Небојша Пањевац, Миљисав Богдановић, **Милан Бједов**, Ђорђе Човић, Вања Чукалевски, Богдан Поповић, Александар Супић, Тамара Јовановић, Иван Николић, Милена Милојевић: Естимација протока паре из испаривача проточног парног котла термоелектране за потребе

аутоматске регулације протока напојне воде, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ТЕНТ А Обреновац, Категорија: М83

7. Љубиша Јовановић, Бојан Папић, Огњен Ристић, Милош Станковић, Василије Јовановић, Перица Крстић, Ивана Бачвански-Јањатовић, Драган Радојевић, Драган Бојанић, Небојша Пањевац, Милисав Богдановић, **Милан Бједов**, Богдан Поповић: Систем за детекцију стања хидроагрегата, Реализација 2014, Примена 2014, Корисник: ХЕ Вишеград, Категорија: М83

Светлана Деспотовић

1. Милош Станковић, др Љубиша Јовановић, др Драган Радојевић, Бојан Папић, **Светлана Деспотовић**, Драган Бојанић, Перица Крстић, Небојша Пањевац, Ивана Бачвански, Мирсад Бахтијаревић, Василије Јовановић, Милисав Богдановић, Владимир Нешић, Саво Безмаревић: Систем за редувантно мерење броја обртаја у системима турбинске регулације у термоагрегатима, Реализација 2011, Примена 2012, Корисник: Термоелектрана Никола Тесла А, Обреновац, Термоелектрана Костолац Б, Дрмно, Термоелектрана Колубара А, Велики Црљени, Категорија: М83
2. Саша Максимовић, Гордан Конечни, Александар Михајлов, Миленко Николић, Бојан Папић, **Светлана Деспотовић**, Младен Вучинић, Небојша Пањевац, Биљана Антић, Богдан Поповић, Ђорђе Човић, Милош Деспић: Механизам инкорпорације разнородних библотеких модула у ДЦС, Реализација 2012, Примена 2012, Корисник: ТЕ-ТО Нови Сад, Категорија: М84
3. Бојан Папић, Владимир Нешић, Драгана Глишић, Гордан Конечни, Нина Радновић, Никола Јевтовић, Михаило Стојановић, Драган Радојевић, **Светлана Деспотовић**, Дарко Новаковић, Владимир Неранцић, Вања Чукалевски, Богдан Поповић: Увођење редувансе у дистрибуирани систем управљања за интеграцију специјалних мерних система по ИЕС 61850 протоколу, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ЕПС, Термоелектране у Србији, Категорија: М83
4. Драгана Глишић, Владимир Нешић, Небојша Радмиловић, Никола Крајновић, Никола Јевтовић, Михаило Стојановић, Василије Јовановић, Срђан Сударевић, Биљана Антић, Мирсад Бахтијаревић, **Светлана Деспотовић**, Перица Крстић.: Техничко решење редувансе Модбус TCP протокола за интеграцију специјалних мерних система у DCS, Реализација 2013, Примена 2013, Корисник: ЕПС, Термоелектране у Србији, Категорија: М83
5. Милош Станковић, Бојан Папић, Љубиша Јовановић, Владимир Нешић, Небојша Радмиловић, Весна Петковски, Василије Јовановић, Драгана Глишић, Тамара Јовановић, **Светлана Деспотовић**, Младен Вучинић, Миленко Николић: Емулатор броја обртаја парне турбине БГТ01, Реализација 2014, Примена 2014, Корисник: ТЕ ТО Нови Сад, Категорија: М84

Алекса Луковић

14. Небојша Радмиловић, мр Милена Милојевић, Весна Стаменковић (ex Петковски), Бојан Папић, Небојша Пањевац, Љубиша Јовановић, Владимир Нешић, Предраг Марић, Никола Матић, **Алекса Луковић**, Катарина Аврамовић, Михаило Бјекић, Саша Јовановић: Atlas dAPV-L, унапређени dAPV уређај за директну подршку LVDT (Linear Variable Differential) улаза, Реализација 2019, Примена 2019, Корисник: Елнос БЛ Beograd, Категорија: М84
-