

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

**„Индустијско постројење за интероперабилно управљање
електромоторним погонима пумпних станица повећане поузданости“**

Аутори техничког решења

- *Др Милутин Петронијевић*
- *Мр Војкан Костић*
- *Проф. др Небојша Митровић*
- *Бојан Банковић, дипл. инж. ел.*
- *Милан Коџић, дипл. инж. ел.*
- *Станко Станков, дипл. инж. ел.*

Наручилац техничког решења

- ЈКП Наиссус Ниш

Корисник техничког решења

- ЈКП Наиссус Ниш

Година када је техничко решење урађено

- 2011-2012.

Област технике на коју се односи техничко решење

- Електроенергетика
- Рачунарске индустријске комуникације

ИСТРАЖИВАЧКО-РАЗВОЈНОМ ЦЕНТРУ "ALFATEC" НИШ
Стручном Већу

ОБРАЗАЦ ЗА ПРИЈАВУ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

У складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008), достављам следеће податке.

Обавезни подаци:

Аутор/аутори решења:

Милутин Петронијевић, Војкан Костић, Небојша Митровић, Бојан Банковић, Милан Коцић, Станко Станков

Назив техничког решења:

Индустријско постројење за интероперабилно управљање електромоторним погонима пумпних станица повећане поузданости

Категорија техничког решења:

„ Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак, - М83

За кога је решење рађено и у оквиру ког пројекта МНТР:

Решење је рађено за потребе ЈКП Наиссус - Ниш, у оквиру реализације Пројекта ИИИ44006 – *Развој нових информационо-комуникационих технологија, коришћењем напредних математичких метода, са применама у медицини, телекомуникацијама, енергетици, заштити националне баштине и образовању.*

Ко решење користи тј. ко је прихватио – примењује решење:

Решење се примењује у Фабрици воде Медиана 2 – ЈКП Наиссус у Нишу.

Година када је решење урађено: 2011-2012.

Како су резултати верификовани (од стране кога тела):

Верификација резултата је извршена од стране:

- *Корисника техничког решења – ЈКП Наиссус Ниш,*
- *Стручног већа ИРЦ „Alfatec“ Ниш*

На који начин се резултати користе:

Комплетно постројење је у експлоатацији у оквиру Фабрике воде Медиана 2 у

власништву ЈКП Наиссус Ниш. Функционалност предложеног и реализованог концепта испитивана је и тестирана у погону, посебно током почетка 2011. године када је захтеван 24-часовни рад постројења.

Област на коју се техничко решење односи: Електроенергетика, Рачунарске, индустријске комуникације

Проблем који се техничким решењем решава: У индустријским постројењима врло често се сусрећу различити, углавном стандардизовани комуникациони протоколи у зависности од коришћене опреме реномираних светских произвођача. Приказано решење управљања и надзора пумпне станице (ПС) демонстрира могућност да се коришћењем стандардизованог Ethernet протокола и индустријског контролера (PLC) може реализовати надзорно-управљачко систем који подржава различите произвођаче опреме и одговарајуће протоколе. Уградњом додатних мулти комуникационих - мултифункционалних gateway-а могуће је проширити могућност комуникације преко додатних канала чиме се повећава поузданост и расположивост постројења.

Због потреба истраживања у оквиру пројекта ИИИ 44006 , као и практичне демонстрације интероперабилности , приликом реализације техничког решења, смишљено су коришћени интелигентни електронски уређаји различитих произвођача (Siemens, Schneider, Mitsubishi, ...). На овај начин, кроз пројектне активности демонстрирана је интероперабилност на нивоу опреме која се користи у системима аутоматског управљања. Поред тога, кроз реализацију техничког решења, кроз остваривање подршке за различите комуникационе протоколе, демонстрирана је и интероперабилност овог система са различитим серверским и надређеним SCADA апликацијама. Осим тога, предложено решење је, у складу са захтевима корисника, предвидело и редувантност енергетске опреме, због чега је у постројењу уграђена фреквентна регулација и додатно је предвиђена могућност рада мотора прикључењем директно на мрежу. Сва опрема, укључујући и одговарајуће сензоре и даваче, одабрана је тако да обезбеђује повећану поузданост и режиме рада чак и у случају потпуног отказа појединих пумпних агрегата.

Стање решености тог проблема у свету: Данас се у свету, а и код нас врло често користи регулација брзине погонских мотора пумпних агрегата, пре свега са циљем уштеде енергије и оптималног коришћења расположивих ресурса. Произвођачи електроенергетске опреме, мерних давача и управљачких уређаја углавном нуде решења која подразумевају коришћење властитих, најчешће стандардизованих комуникационих протокола између уређаја у оквиру постројења, као и према надређеним надзорно-управљачким системима. Осим тога, врло често је уз куповину опреме неопходна и куповина специјализованих софтверских алата. При томе је коришћење опреме различитих произвођача доста отежано и захтева пажљив избор протокола и њихову функционалну интеграцију на комуникационом нивоу. Комунални системи, какви су на пример водоводи поседују објекте који су најчешће међусобно удаљени и ограниченог приступа комуникационој инфраструктури (телефонске линије и сл.).

За решавање побројаних проблема користе се различити приступи, при чему се пројектанти и извођачи радова најчешће одлучују за једноставан приступ куповине опреме и софтвера од истог произвођача. У случају избора опреме различитих произвођача данас се често користе наменски конвертори протокола (gateway) којима се доста једноставно обавља интеграција система. Трећи приступ је решење које користи могућности стандардних индустријских PLC-а (са интегрисаним Ethernet ком.

портовима) и евентуално додатних комуникационих јединица (комуникациони процесор). Индустрijски Ethernet протокол (са различитим медијумима за пренос података) данас се врло често користи као веза различитих управљачких целина, при чему поједини протоколи (нпр. Modbus) могу бити инкапсулирани у оквиру TCP прозора података.

Објашњење суштине техничког решења и детаљан опис са карактеристикама, укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже

На слици је приказана фотографија реализованог индустрijског постројења, док су детаљи у вези функционалности и спецификација опрема дати у посебном Прилогу.



Слика 1. Спољашњи изглед ормана (лево), унутрашњост ормана аутоматике и енергетике (десно)

Како је реализован и где се примењује, односно које су могућности примене

Пројектовано постројење најпре је имало за циљ да реши проблем поузданог рада пумпне станице, а затим и да обезбеди сталан надзор потрошње и параметара пумпних агрегата уз истовремену регулацију протока/притиска. Такође, постојеће утопне пумпе ниског притиска, због специфичне конструкције и начина монтаже захтевале су правилан избор стартовања и касније регулације брзине због интензивне кавитације у бунарима. У првој фази пројекта извршена је замена постојеће енергетике са новим, технолошки напреднијим уређајима и софистицираним заштитама, при чему је постојећа релејна техника замењена новим управљачким системом на бази PLC-а.

У другој фази пројекта најпре је тестирана могућност поузданог рад пумпи при напајању из фреквенцијског регулатора, а затим је реализована каскадна регулација пумпи при чему је полазак пумпи – меки старт реализован преко фреквенцијског претварача, а у режиму регулације нивоа само вршна пумпа ради прикључена на мрежу, док остале пумпе раде прикључене на мрежу. На крају је измењен и управљачки софтвер у PLC-у и формиран су различити алгоритми управљања, зависно од тога које су пумпе тренутно расположиве и који је режим регулације одабран. Изменама софтвера и доградњом нових сензора постигнута је повећање поузданости у раду, па тако пумпна станица обезбеђује регулацију нивоа у ограниченом опсегу и при отказу највише 2 пумпна агрегата и при отказу мерних давача нивоа. Прелазак у ове хаваријске режиме одвија се потпуно аутономно, без деловања оператера.

Да би се обезбедила интеграција система у постојећи SCADA софтвер ЈКП Наиссус дограђен је PLC софтвер формирањем додатних модула за комуникацију који податке

из Modbus дела мреже пресликава у Ethernet ниво комуникације, при чему се осим надзора електричних величина (потрошње, оптерећења појединих агрегата, ...) дозвољава и могућност управљања и задавања регулационих вредности. Доградњом система са мулти комуникационим -мултифункционални gateway-ом постројење постаје интероперабилана и погодно за интеграцију у системе даљинског надзора и управљања.

Описани концепт може се применити као типски за реализацију пумпних станица са више пумпних агрегата независно од инсталираних снага и произвођача примењене опреме. Осим флексибилности у примени комуникационог протокола систем омогућава и значајне уштеде у електричној енергији. Такође, предложена каскадна регулација пумпних агрегата је уједно и оптималан избор са аспекта уштеде у опреме и очувања поузданости постројења.

Напомена: Документација коју аутори подносе као прилог ове Пријаве може садржати 5 до 10 страница, укључујући илустрације и техничке цртеже.

Подносилац пријаве



Др. Милутин П. Петронијевић, дипл. ел. инж.

У Нишу, 12.09.2012. године.

ИРЦ „ALFATEC“ НИШ
Директору,

Поштовани,

Поводом захтева аутора техничког решења **"Индустријско постројење за интероперабилно управљање електромоторним погонима пумпних станица повећане поузданости"**, достављамо Вам следеће

МИШЉЕЊЕ КОРИСНИКА

Пумпна станица (ПС) ниског притиска налази се у оквиру Фабрике воде Медиана 2 као део система водоснабдевања града Ниша. Пумпна станица има посебан значај за сигурну испоруку потребних количина питке воде у месецима када су главна изворишта ван употребе (замућење).

Приликом једне од ранијих реконструкција (1995. године) изграђена је ПС ниског притиска са три утопне пумпе, свака снаге од по 37 kW. Главним пројектом било је предвиђено да се пумпе укључују директно на мрежу, са ограничењем броја стартава појединачних пумпи на максимум 9 по сату. По правилу, ПС је у функцији максимално два месеца (обично у пролеће). И поред релативно кратког периода експлоатације, сваки од пумпних агрегата имао је бар по један ремонт годишње. Због тога су експлоатациони трошкови били значајно велики, а поузданост рада је била врло ниска.

ЈКП Наиссус је поставио захтев према IRC Alfatec за идентификацију узрока проблема у раду. Уочени су бројни проблеми у експлоатацији проузроковани лошим функционисањем релејног управљачког кола и неадекватним концептом напајања и заштите. На лицу места су обављена бројна мерења и утврђени су разлози отказа. Механички проблеми као што су испадање пумпи из лежишта, оштећење радног кола, кидање напојних каблова и слично проузроковани су учесталим стартовима, напрезањима због директног старта и неадекватно димензионисаним заштитима. Електрични проблеми као што су кратки спојеви због продора воде, прегревање пумпи и оштећење изолације последица су неадекватних заштитних функција.

На основу постављених захтева од стране стручних служби ЈКП Наиссус – Ниш, стручни тим IRC Alfatec израдио је пројекат реконструкције и модернизације ПС ниског притиска. Основна идеја је била да се изврши замена комплетног система управљања. Сагласно препорукама произвођача прва фаза реконструкције је предвиђала само уградњу интелигентних прекидача уз задржавање директног старта мотора. Наиме, произвођач пумпи је сматрао да постојећи агрегати не могу радити при напајању сниженим учестаностима из фреквенцијских претварача. У другој фази је најпре испитана могућност рада утопних пумпи ниског притиска са пуштањем и напајањем преко регулатора фреквенције. На основу добијених резултата извршена је доградња пумпне

станции са фреквентном регулацијом и проширена је могућност комуникације пумпне станице са надређеним SCADA системом фабрике.

Поменуто решење пумпне станице ниског притиска испитано је у експлоатацији почетком 2012. године када је потврђена његова ефикасност у погледу задатих регулационих перформанси и спречавању оштећења пумпних агрегата у случају потапања пумпи (продор воде) или неправилне монтаже. Током пролећног периода експлоатације у трајању од 2 месеца ниједна од пумпи није отказала, нити је било застоја у раду ПС.

За потребе реализације пројекта ИИИ 44006 (*Развој нових информационо-комуникационих технологија, коришћењем напредних математичких метода, са применама у медицини, телекомуникацијама, енергетици, заштити националне баштине и образовању*) IRC Alfatec је добио сагласност за тестирање интероперабилности опреме различитих произвођача, уз очување погонске спремности ПС Техничко решење предложено и реализовано од стране ИРЦ Алфатец показало је своју поузданост и оправданост у експлоатацији и као такво представља типско решење за реализацију будућих пумпних станица и њихову интеграцију у јединствени надзорно – управљачки систем.

За корисника:

Шеф Електро службе



Дејан Кулак, дипл. ел. инж.



Помоћник Директора



Драгослав Марковић, дипл. ел. инж.

У Нишу, 25.09.2012. године

Датум: 15.10.2012. год.

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за признање техничког решења

На основу достављеног материјала, у складу са одредбама *Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача*, који је донео Национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије («Службени гласник РС», бр. 38/2008) рецензенти **доцент др Милан Бебић (ЕТФ Београд)** и **доцент др Саша Штаткић (ФТН Косовка Митровица)** оценили су да су испуњени услови за признање својства техничког решења следећем резултату научноистраживачког рада:

Назив: Индустријско постројење за интероперабилно управљање електромоторним погонима пумпних станица повећане поузданости

Аутори: **Милутин Петронијевић, Војкан Костић, Небојша Митровић, Бојан Банковић, Милан Коцић, Станко Станков**

Категорија техничког решења: **(М83)** „Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак“

Образложење

Предложено техничко решење урађено је за: ЈКП Наиссус - Ниш
(За потребе пројекта Пројекта ИИИ44006 – Развој нових информационо-комуникационих технологија, коришћењем напредних математичких метода, са применама у медицини, телекомуникацијама, енергетици, заштити националне баштине и образовању)

Решење користи : ЈКП Наиссус – Ниш (Фабрика воде Медиана 2).

Решење је урађено: 2011-2012. год.

Решење прихватио - примењује: ЈКП Наиссус - Ниш

Предложено решење се користи на следећи начин: Комплетно постројење је у експлоатацији у оквиру Фабрике воде Медиана 2 у власништву ЈКП Наиссус Ниш.

Област на коју се техничко решење односи је Електроенергетика, Рачунарске, индустријске комуникације.

Проблем који се техничким решењем решава:

Приказано решење управљања и надзора пумпне станице (ПС) демонстрира могућност да се коришћењем стандардизованог Ethernet протокола и индустријског контролера (ПЛЦ) може реализовати надзорно-управљачки систем који подржава различите произвођаче опреме и одговарајуће протоколе. Уградњом додатних мулти-комуникационих/мулти-функционалних gateway-а могуће је проширити капацитет комуникације преко додатних канала чиме се повећава поузданост и расположивост постројења.

Стање решености тог проблема у свету.

Произвођачи електроенергетске опреме, мерних давача и управљачких уређаја углавном нуде стандардизована решења која подразумевају коришћење стандардизованих комуникационих протокола између уређаја у оквиру постројења, као и према надређеним надзорно-управљачким системима. При томе је коришћење опреме различитих произвођача доста отежано и захтева пажљив избор протокола и њихову интеграцију на комуникационом нивоу. За решавање ових проблема углавном се користе наменски конвертори протокола....

Суштина техничког решења.

Приказано техничко решење представља једно оригинално решење проблема који се врло често сусреће у инжењерској пракси: интеграцију интелигентних уређаја различитих произвођача у јединствен систем уз потпуно задржавање функционалности сваког од њих, како локално, тако и у оквиру целог система.

Пројекат пумпне станице ниског притиска реализован је са софистицираном опремом реномираних произвођача у циљу постизања максималне поузданости постројења. У циљу повећања расположивости предвиђена је додатна енергетска опрема којом се обезбеђује рад пумпне станице у случају отказа највише 2 пумпе.

Одабрано решење каскадне регулације са једним фреквентним претварачем за меко упуштање (залетање) пумпи и каснију регулацију вршине пумпе показало се као поуздано и са инжењерског аспекта оптимално решење.

Карактеристике предложеног техничког решења су следеће:

Реализовано индустријско постројење састоји се из следећих подсистема:

1. Ормана енергетике за напајање пумпних агрегата директно из мреже или са упуштањем преко фреквентног претварача, односно када се мотор вршине пумпа напаја из претварача учестаности (каскадна регулација).
2. Ормана аутоматике са PLC управљачким системом, операторским панелом и уређајима за комуникацију. Управљачки систем дозвољава рад у више аутоматских и ручних режима, при чему се избор режима рада обавља или преко операторског панела или из надређеног SCADA система. У оквиру самог постројења, локално, реализована је Modbus комуникацијска мрежа, док је према надређеним рачунарима комуникација реализована преко Ethernet протокола са могућношћу избора комуникационих канала (мултифункционални gateway).

Предложено техничко решење представља једну могућност интеграције различитих комуникационих протокола у надређени Ethernet комуникациони канал. Аутори су детаљно приказали могућност примене јефтиног PLC уређаја реномираног произвођача који у потпуности задовољава постављене захтеве инвеститора и уједно даје могућност интероперабилног управљања постројењем.

Могућности примене предложеног техничког решења:

Реализовано постројење решило је проблем поузданог рада пумпне станице и уједно је обезбедило сталан надзор потрошње и параметара пумпних агрегата уз истовремену регулацију протока/притиска.

Описани концепт може се применити као типски за реализацију пумпних станица са више пумпних агрегата независно од инсталираних снага и произвођача примењене опреме. Осим флексибилности у примени комуникационог протокола систем омогућава и значајне уштеде у електричној енергији. Такође, предложена каскадна регулација пумпних агрегата је уједно и оптималан избор са аспекта уштеде опреме и очувања поузданости постројења

На основу свега наведеног сматрамо да резултат научноистраживачког рада под називом: „Индустријско постројење за интероперабилно управљање електромоторним погонима пумпних станица повећане поузданости“ представља научноистраживачки допринос и по важећим критеријумима може се сврстати у категорију M83.

Рецензенти:

Milan Bebić

Доцент др Милан Бебић
Електротехнички факултет у Београду

Štatić S.

Доцент др Саша Штаткић
Факултет техничких наука у Косовској Митовици

Стручно веће**Број: 2610/12-4****Дана: 26.10.2012. год.**

На основу члана 35. Статута Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш, у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитавном исказивању научноистраживачких резултата истраживача («Службени гласник РС» бр. 38/2008), Стручно веће Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш донело је на седници одржаној 26.10.2012. године следећу

ОДЛУКУ

1. Прихвата се техничко решење под називом «Индустријско постројење за интероперабилно управљање електромоторним погонима пумпних станица повећане поузданости», чији су аутори *мр Милутин Петронијевић, мр Војкан Костић, проф. др Небојша Митровић, Бојан Банковић, дипл. инж. ел, Милан Коцић, дипл. инж. ел, Станко Станков, дипл. инж. ел.*
2. Признато техничко решење спада у категорију: M83 – Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак
3. Одлуку доставити ауторима техничког решења и архиви.

Образложење

Комисија рецензената доставила је Стручном већу Мишљења о испуњености услова за признање својства техничког решења под називом *«Индустријско постројење за интероперабилно управљање електромоторним погонима пумпних станица повећане поузданости»*, чији су аутори *мр Милутин Петронијевић, мр Војкан Костић, проф. др Небојша Митровић, Бојан Банковић, дипл. инж. ел, Милан Коцић, дипл. инж. ел, Станко Станков, дипл. инж. ел.*

Техничко решење је резултат научноистраживачког рада у оквиру пројекта «Развој нових информационо-комуникационих технологија, коришћењем напредних математичких метода, са применама у медицини, енергетици, телекомуникацијама, е-управи и заштити националне баштине» (пројекат из програма Интегралних Интердисциплинарних Истраживања који се финансира од стране Министарства за науку и технолошки развој РС у периоду од 01.01.2011. до 31.12.2014. године, ев. број пројекта: ИИИ 44006, руководилац пројекта: Др Зоран Огњановић, Математички институт Српске Академије наука и уметности).

Рецензенти доц. др Милан Бебић – Електротехнички факултет Београд и доц. др Саша Штаткић – Факултет техничких наука Косовска Митровица, оценили су да предложено техничко решење представља научни резултат који поред стручне компоненте пружа оригинални теоријски и научноистраживачки допринос. У том смислу рецензенти су предложили Стручном већу Истраживачко-развојног центра «Alfatec» д.о.о. Ниш да прихвати наведени резултат научноистраживачког рада као техничко решење.

На основу позитивног мишљења два рецензента-експерта из области техничког решења Стручно веће је донело одлуку као у диспозитиву.

Председник Стручног већа,
Миомир Станковић
Проф. др Миомир Станковић

