

Revitalizacija malih hidroelektrana – razvoj sistema upravljanja agregatom

Sava Dobričić, Jasna Dragosavac, Tomislav Gajić, Predrag Ninković,
Marko Janković, Dušan Arnautović¹,

¹Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Univerzitet u Beogradu, Koste Glavinića 8a,
11000 Beograd, Srbija
Jasna.dragosavac@ieent.org

Kratak sadržaj: U radu je prikazan razvoj sistema upravljanja male hidroelektrane. Definisan je i razvijen sistem upravljanja koji može sigurno upravljati elektranom sa postojećom opremom, ali takođe može upravljati elektranom i nakon revitalizacije osnovne opreme i sistema zaštita. Sistem upravljanja treba da je jednostavan, pouzdan, jeftin i da obezbedi minimalno učešće rukovaoce u radu agregata. Takođe je potrebno predvideti sve funkcije koje treba da ostvari jedan ovakav sistem da bi mogao da odgovori izazovima koje postavlja uvođenje "pametnog" upravljanja u elektroenergetski sistem. U radu je kratko prikazano postojeće stanje opreme u elektrani kao i osnovni zahtevi "pametnog" upravljanja sistemom. Dalje su prikazani detalji projektovanja sistema upravljanja sa stanovišta uklapanja u postojeće i buduće stanje opreme u elektrani. Naglasak je stavljen na realizovanu strukturu komunikacione mreže sistema upravljanja koja treba da omogući buduće uklapanje u upravljanje i monitoring iz udaljenog distributivnog dispečerskog centra. Opravdanost ove investicije dokazana je činjenicom da je uređaj u radu u HE „Raška” u toku koga je značajno skraćeno vreme stajanja i startovanja agregata, omogućena je automatska sinhronizacija koja za posledicu ima minimalno naprezanje opreme agregata pri priključenju generatora na mrežu. Sistem upravljanja dopušta i uspostavljanje stanja u kojem agregat radi u ostrvskom radu.

Cljučne reči: mala hidroelektrana, sistem upravljanja, pametna mreža

1. Uvod

Već decenijama snabdevanje električnom energijom je jedan od gorućih problema savremenog sveta. Kako se rezerve fosilnih goriva jako brzo troše, a na primerima Černobila i Fukušime se pokazalo da su nuklearne elektrane

potencijalna ekološka pretnja, obnovljivi izvori električne energije se nameću kao optimalno rešenje. Kako je većina hidropotencija već iskorišćena i isplativo je izvršiti revitalizaciju postojećih postrojenja i povećati njihovu energetska efikasnost.

Povećana potrošnja zahteva korišćenje optimalnih rešenja za povećanje proizvodnih kapaciteta električne energije. Male hidroelektrane (MHE) predstavljaju jednu od najpovoljnijih opcija za povećanje proizvodnih kapaciteta električne energije. Energija proizvedena iz MHE ne utiče na zagađenje prirodne sredine, što je veoma značajno, imajući u vidu da alternativna proizvodnja na bazi fosilnih goriva bitno utiče na zagađenje okoline. Kako se fosilna goriva brzo troše, prednost MHE je obnovljivost resursa. Upravo iz tog razloga, ulaganje u revitalizaciju i optimizaciju korišćenja postojećih elektrana je od velikog interesa.

U radu su prikazana rešenja problema koji su se javili tokom izrade sistema upravljanja agregatom A2 male hidroelektrane "Raška" pored Novog Pazara. Mala hidroelektrana "Raška" puštena je u rad pedesetih godina dvadesetog veka i od tada nije bilo kapitalnih remonta ugrađene opreme. Eksploatacioni period je višestruko premašio projektovani radni vek opreme što dovodi od čestih otkaza i zastoja u proizvodnji. Za današnje standarde ugrađena oprema ima skromne mogućnosti monitoringa i prikaza stanja, a upravljanje se vrši isključivo ručno i to lokalno, pored same opreme. Pored toga, tokom eksploatacije akcenat u održavanju postrojenja dat je funkcionalnoj ispravnosti opreme, dok je ispravnost signalizacije bila u drugom planu. Oskudna i neispravna signalizacija komplikuje upravljanje i održavanje elektrane. Sistem postaje komplikovan za rad pa elektranom mogu upravljati samo iskusni rukovaoci. Problemi sa signalizacijom se reflektuju na vreme potrebno za oporavljanje elektrane od otkaza i ponovno vraćanje agregata na mrežu. Razvodno distributivno postrojenje 35kV se nalazi u brdu iznad elektrane. Pri lošim vremenskim prilikama dolazi do česte odrade zaštite. Međutim, kvarovi su najčešće prolazni i agregat može da se vrati na mrežu. Dijagnostika otkaza je značajno otežana i veliki broj kvarova mogu otkloniti samo iskusni rukovaoci koji dobro poznaju stanje u elektrani kao i slabe tačke u opremi. Prilikom ponovnog pokretanja elektrane i povezivanja na mrežu rukovaoci moraju obići celo postrojenje i za svaki sistem vizuelno konstatovati trenutno stanje. Ovakve procedure značajno utiču na dužinu zastoja elektrane nakon odrade zaštite. U konkretnom slučaju periodi zastoja elektrane stvaraju višestruke štete. Pored neproizvedene električne energije ugrožava se snabdevanje vodom oko zvanično 70 000 žitelja Novog Pazara. Neposredno iza hidroelektrane nalazi se vodozahvat gradskog vodovoda, tako da prekid u radu hidroelektrane rezultuje prekidom u vodosnabdevanju grada.

U hidroelektrani "Raška" postoje dva nezavisna agregata što trenutno obezbeđuje neometano vodosnabdevanje Novog Pazara. Da bi se ušlo u kapitalni remont primarne opreme, vreme zastoja operativnog agregata mora biti minimalno. Osnovna oprema (turbina, generator, sistem hlađenja, sistem podmazivanja, predturbinski zatvarač) je veoma istrošena. Ulaganje u

osnovnu opremu je predviđeno projektom revitalizacije cele elektrane i taj projekat definiše kompletnu zamenu agregata. Sredstva potrebna za ovakvu vrstu intervencije trenutno nisu obezbeđena. U navedenim uslovima odabrano je da se automatizuje sistem upravljanja kako bi se skratilo vreme zastoja zbog čestih odrada zaštita. Ovakav raspored radova tokom revitalizacije hidroelektrane postavio je dodatne zadatke pred sistem upravljanja. Naime, pored povezivanja na postojeću opremu, mora se voditi računa da se oprema koja u budućnosti bude nabavljena može jednostavno priključiti na postojeći sistem upravljanja. Takođe je potrebno da sistem upravljanja ima i sve funkcije koje će omogućiti integraciji elektrane u koncept „pametnog“ upravljanja sistemom.

Na tržištu postoji paleta proizvoda koji se mogu primeniti za upravljanje malim hidroelektranama [1]. Ti proizvodi se po veoma konkurentnim cenama mogu nabaviti kada se gradi nova elektrana pa se isti isporučuju u okviru nabavke „ključ u ruke“ i ulaze u cenu ukupne elektrane. Oni su specijalizovani za konkretne namene i zbog relativno niske cene nemaju mogućnost jeftinog prilagođavanja drugim postrojenjima. Velike firme proizvode sisteme upravljanja za velike elektrane, koji su fleksibilni, pouzdani i veoma skupi za ovakvu vrstu namene [2], [3] i [4]. Posebno potreba za uklapanjem sa starom opremom i nedostatak potrebne dokumentacije znatno povećava cenu ovakvog sistema skrojenog po meri jer se značajno produžava vreme koje je potrebno provesti na objektu. Zato je „domaćim resursima“ razvijen fleksibilni sistem upravljanja čija je složenost i fleksibilnost i funkcionalnost prilagođena konkretnom objektu [5] i [6].

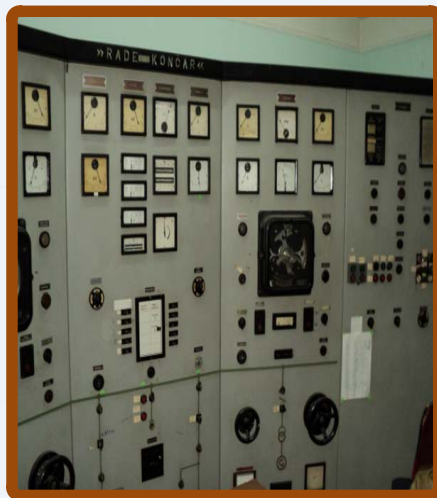
2. Definisane osnovne osobine sistema upravljanja malom hidroelektranom

Osnovni cilj u projektovanju sistema upravljanja elektranom bio je da se napravi moderan, pouzdan, po ceni pristupačan uređaj koji će u dužem vremenskom periodu moći da zadovolji tehnologije koje dolaze. Istovremeno je bilo potrebno očuvati bezbednost elektrane i ljudi s obzirom na dotrajalost i nedovoljnu upravljivost opreme. U ovom poglavlju su definisani osnovni ciljevi projektovanog uređaja.

2.1. Presek postojećeg stanja sistema upravljanja

Upravljanje elektranom i agregatima ponaosob trenutno se vrši sa komandnih ormana u komandnoj sobi elektrane, sl. 1. Komandni ormani sadrže instrumente sa kazaljkom, svetlosnu indikaciju, tastere i prekidače. Procedure za pokretanje i zaustavljanje agregata nisu automatizovane što u uslovima rada sa dotrajalom opremom povećava rizike od havarije, a od rukovaoca zahteva posebne mere opreza. Postojeća oprema ne raspolaže

dovoljnim paketom informacija za brzo otkrivanje i otklanjanje kvarova. Sa komandnog ormana agregata se upravlja ručno turbinskim regulatorom i regulatorom pobude. Na komandnom ormanu spojnog polja se nalazi potrebna oprema za ručnu sinhronizaciju oba generatora. Količina informacija o pogonskom uklopnom stanju opreme je nedovoljna i ne omogućava zadovoljavajuću integraciju u automatsku daljinsku kontrolu. Merenja su prikazana na pokaznim instrumentima na komandnim ormanima. Raspoloživ je minimalni broj mernih veličina za rad agregata. Ta količina informacija ne zadovoljava današnje standarde za automatizaciju malih hidroelektrana.



Komandna tabla starog sistema upravljanja



Novi sistem upravljanja ugrađen u prostoriju komandne sale elektrane

Slika 1. Komandna sala elektrane pre i nakon rekonstrukcije

2.2. Minimalni zahtevi budućeg stanja sistema upravljanja

Sistem upravljanja treba da obezbedi automatsko upravljanje radom agregata (pokretanje i zaustavljanje agregata) u normalnim i havarijskim uslovima rada agregata. U normalnim uslovima, procedura pokretanja i zaustavljanja agregata treba da obezbedi minimalna naprezanja opreme i minimalne poremećaje u sistemu. U havarijskim uslovima, procedura pokretanja i zaustavljanja treba da spreči nastanak oštećenja na opremi. Podsystemi agregata treba da budu automatizovani i opremljeni lokalnim komandnim mestom koje se potpuno integriše u daljinsku automatsku kontrolu. Svi podsystemi su opremljeni potpunim skupom komandi i signalizacijom koji obezbeđuju jednostavno i sigurno daljinsko komandovanje sa potpunim informacijama o procesu kojim se upravlja. Informacije koje

podsystemi šalju daljinskom sistemu treba da omoguće jednoznačno određenje radnog stanja, uzroka greške i njeno brzo otklanjanje. Sistem upravljanja treba da bude realizovan na način da omogući povezivanje sa nadređenim sistemom upravljanja (nivo upravljanja elektranom). Treba obezbediti dva mesta zadavanja komandi, lokalno u komandnoj sali na novom komandnom ormanu agregata i daljinski iz operatorske sale sa operatorskog terminala (PC računar). Oba mesta komandovanja su ekvivalentna sa stanovišta automatskog upravljanja odnosno sva raspoloživa merenja biće prikazana na operatorskom terminalu u operatorskoj sali.

2.3. Uklapanje projektovanog sistema upravljanja u koncept „pametnog“ upravljanja sistemom

Koncept pametne mreže predstavlja unapređenje postojeće električne mreže u pogledu efikasnosti, pouzdanosti, ekonomičnosti i održivosti proizvodnje i distribucije električne energije primenom intenzivne razmene informacija (analognih, digitalnih i komunikacionih) između učesnika (proizvodnje, prenosa, distribucije i korisnika) i primenom sakupljenih informacija za efikasnije, automatizovano upravljanje mrežom. Povećanje efikasnosti u mreži može se postići boljim korišćenjem energije raspoložive u proizvodnji, sa nižom cenom, smanjenjem rezerve u prenosnom i distributivnom sistemu. Smanjenje rezerve rezultuje manjom sigurnošću u napajanju potrošača. Sada, kroz politiku cena potrošač, može da bira između cene električne energije koju je spreman da plati i sigurnosti isporuke energije. Pametne potrošače predstavljaju industrija i domaćinstva sa razdvojenim električnim mrežama za pojedine grupe potrošača i pametnim uređajima koji su opremljeni merenjima i mogu se daljinski uključivati i isključivati. Pametni potrošači mogu od distribucije tražiti da im za kritične potrošače isporučuje skupu električnu energiju bez prekida, a da za ostale obezbedi najjeftiniju električnu energiju na tržištu, uz prihvatanje rizika od kraćih prekida u električnom napajanju. Ukoliko korisnik ima potrošače (aktivna kontrola potrošnje) kojima je moguće daljinski upravljati, npr. električno grejanje, postiže se ravnjanje dnevnog dijagrama. Aktivnom kontrolom potrošnje može se olakšati plasiranje električne energije iz obnovljivih izvora (vetra i sunca) po najnižim cenama. Fleksibilni proizvođači (male hidroelektrane) mogu upravljati svojim resursom na način da proizvode najskuplju, vršnu energiju. Konačno veliki proizvođači, kao što su termo i velike hidroelektrane, kroz različite tarife i systemske usluge i pružanje sigurnost u isporuci električne energije, mogu povećati svoj profit. Pametnim upravljanjem, kao što je estimacija stanja sistema ili manjih celina, može se postići rano detektovanje kvara u sistemu i njegovo neutralisanje bez intervencije tehničkog osoblja, ili značajnim skraćanjem vremena potrebnog tehničkom osoblju za otklanjanje kvara (samodijagnostika, signalizacija neregularnih i opasnih stanja). Estimacija stanja vrši se korišćenjem daljinskog očitavanja merenja koja imaju i vremensku oznaku tako da se estimacija vrši sa merenjima označenim istim vremenskim trenutkom.

Pametno ili aktivno upravljanje sistemom postiže se intenzivnom razmenom svih potrebnih informacija između proizvođača (termo, hidro, solarni i vetar), prenosnog i distributivnog sistema i mikro mreža (koje mogu raditi i u ostrvskom radu), potrošača (industrija i domaćinstva) i sistema za skladištenje energije (pumpno-akumulaciona postrojenja). To znači i da svi učesnici moraju biti opremljeni odgovarajućim komunikacionim uređajima, kao i uređajima za pametno merenje, pametno upravljanje i pametnu potrošnju.

2.4. Definisane neophodne karakteristike sistema upravljanja

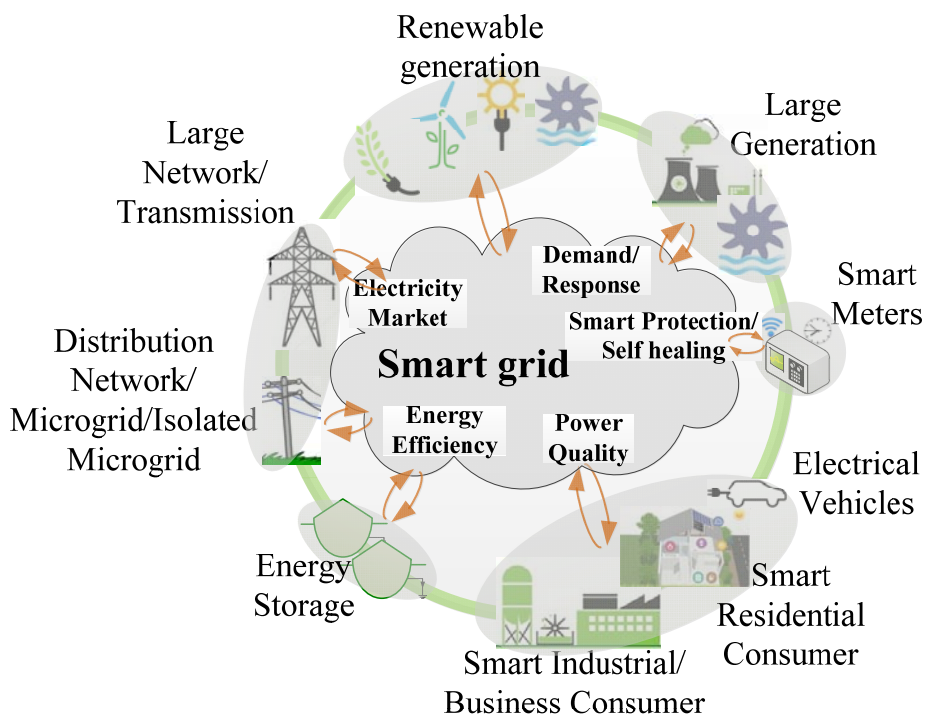
S obzirom da su u Srbiji najavljena velika ulaganja u solarna postrojenja, koja su obnovljiva ali potpuno nefleksibilna sa aspekta prilagodljivosti potrošnji, važno je na vreme investirati u povećanje efikasnosti i fleksibilnosti malih elektrana, da bi na tržištu električnu energiju mogle da prodaju u periodima kada je cena najviša.

Napredni sistemi upravljanja agregatom u malim hidroelektranama treba da obezbede sledeće osnovne funkcije:

- pokretanje i zaustavljanje agregata u normalnim i havarijskim režimima,
- uklapanje sistema upravljanja sa postojećim sistemom zaštita. Sistem upravljanja ni na koji način ne sme umanjiti bezbednost ljudi i opreme,
- kontrolu vremena pojedinih faza pokretanja agregata (pokretanje sistema za hlađenje, pokretanje sistema za podmazivanje, otvaranje predturbinskog zatvarača, start turbinskog regulatora, start sistema pobude, sinhronizacija),
- kontrolu zbirnog vremena od trenutka pokretanja agregata do priključenja na mrežu,
- kada je agregat na mreži prosleđivanje referenci primarnim sistemima,
- upravljački sistem treba da omogući kontinualni nadzor karakterističnih veličina, prikaz i pamćenje podataka, kontrolu zaštitnih i sigurnosnih funkcija sistema.
- upravljački sistem treba da bude jednostavan, pouzdan, jeftin,

Da bi male hidroelektrane mogle da odgovore zahtevima savremenog tržišta potrebno je da ugrađeni sistem upravljanja:

- obezbeđuje minimalno učešće ljudskih resursa u upravljanju,
- obezbeđuje upravljanje, start/stop agregata, sa udaljenog mesta,
- prosleđuje potrebne vrednosti referenci primarnim sistemima koje je definisao operator distributivnog/prenosnog sistema,
- obezbeđuje potreban komplet informacija, koje su vremenski označene, operatoru distributivnog/prenosnog sistema.



Slika 2. Učesnici i očekivani rezultati primene “pametnih” mreža

3. Struktura komunikacione mreže sistema upravljanja

Sam sistem je organizovan na dva nivoa, primarnom (sistem upravljanja i zaštite) te sekundarnom (HMI, korisnički nivo). Osnovni ciljevi koje treba da omogući veza između pojedinih segmenata oba sistema jesu pouzdanost i velika brzina razmene podataka, te se kao logičan izbor nametnula implementacija ethernet veze (LAN) i TCP protokola kao osnove oba podsistema.

Fizička veza između segmenata realizovana je u obliku ethernet mreže koju čine UTP kablovi kategorije 5e i odgovarajuća pasivna i aktivna mrežna oprema. Ova topologija je izabrana kao kompromis između potrebne brzine komunikacije (100 MBps) i robusnosti sa jedne strane, te jednostavne izvedbe i niskih troškova održavanja sa druge strane. Pasivnu opremu čine patch paneli i patch kablovi, a sam projekat izrade mreže biće prilagođen mestu instalacije. Aktivnu opremu čine ruteri/svičevi, a sama mreža ima topologiju zvezde sa ruterom kao centralnim elementom.

Primarni nivo mreže jeste sistem upravljanja i zaštite i sastoji se od sledećih čvorova:

- PLC upravljanja
- Turbinski regulator
- HRD
- NTP server vremenske baze

Između ovih čvorova ostvarena je komunikacija kombinacijom TCP Modbus i TCP RAW i NTP protokola, zavisno od uloge koju samo čvorište ima.

NTP server je hardverski realizovana komponenta koja ima za ulogu da svim čvorištima u sistemu periodično saopštava tačno vreme i na taj omogući sinhronizaciju njihovih delovanja. Kao izvor tačnog vremena koristi se GPS satelitski signal, i u tu svrhu je sam NTP server opremljen odgovarajućom antenom. Ove antene zahtevaju smeštaj na mestu koje ima optičku vidljivost ka geostacionarnoj orbiti, o čemu se mora povesti računa u toku instalacije.

Dalja komunikacija sa klijentima odvija se putem NTP protokola koji predstavlja nepisani standard u ovakvim primenama.

Sekundarni nivo mreže (HMI- human machine interface) je predviđen kao interfejs između upravljačkog i korisničkog dela tj. omogućava akcije i uvid u stanje sistema upravljanja od strane korisnika. Strukturu ovog podsistema čine PC radne stanice, PLC-ovi upravljanja, IP kamere i NTP server.

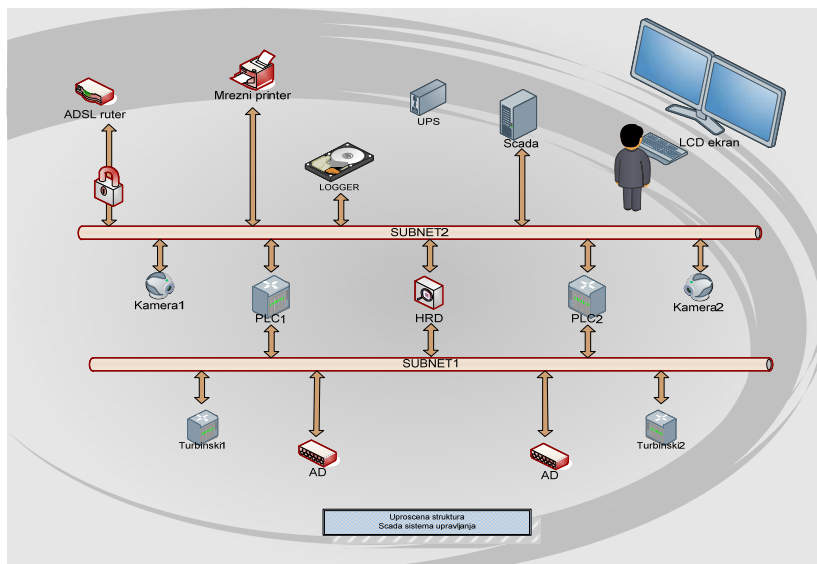
PC radne stanice su centralni deo sistema, i služe da se u jednostavnom obliku korisniku prezentuju sve relevantne veličine i stanja sistema upravljanja, kao i da mu se omoguće predviđene akcije kojima on može po svojoj želji da utiče na način na koji sistem upravljanja funkcioniše. Operativni sistem na kome su radne stanice formirane jeste Windows XP, što pruža veliku bazu dodatnih softverskih alata za naknadnu obradu, vizuelizaciju i analizu podataka. Sama aplikacija za neposredno upravljanje i nadzor je namenskog tipa, podeljena u više podekrana i organizovana na način da se velika količina informacija predstavi tako da ne opterećuje korisnika, a opet pruži sve potrebne informacije.

Aplikacija poseduje i opciju vizuelnog nadzora, koje je realizovano implementacijom IP kamere. Zahvaljujući svojoj "otvorenoj" arhitekturi, opciono se lako mogu dodati uređaji tipa logera podataka, mrežnih printera, daljinskog pristupa sistemu upravljanja itd.

PLC upravljanje predstavlja spojno mesto za dve podmreže, i tu funkciju vrši pomoću dva ugrađena ethernet priključka. Na taj način PLC ima funkciju svojevrsnog "gateway"-a odnosno predstavlja tačku razmene podataka između upravljačke i korisničke strukture. PLC upravljanje sa ostatkom sistema upravljanja vrši razmenu podataka po TCP MODBUS protokolu. Upotreba ovog protokola omogućuje laku integraciju eventualnih novih čvorova u sistemu upravljanja i upotrebu široko dostupne opreme.

Razmena podataka između PC radne stanice i PLC okruženja obavlja se u realnom vremenu po OPC DA 2.0 standardu, realizovanog put TCP protokola. Iako je aplikacija namenski razvijena za ovu konkretnu namenu, moguća je upotreba i komercijalno razvijenog softvera i raznih SCADA

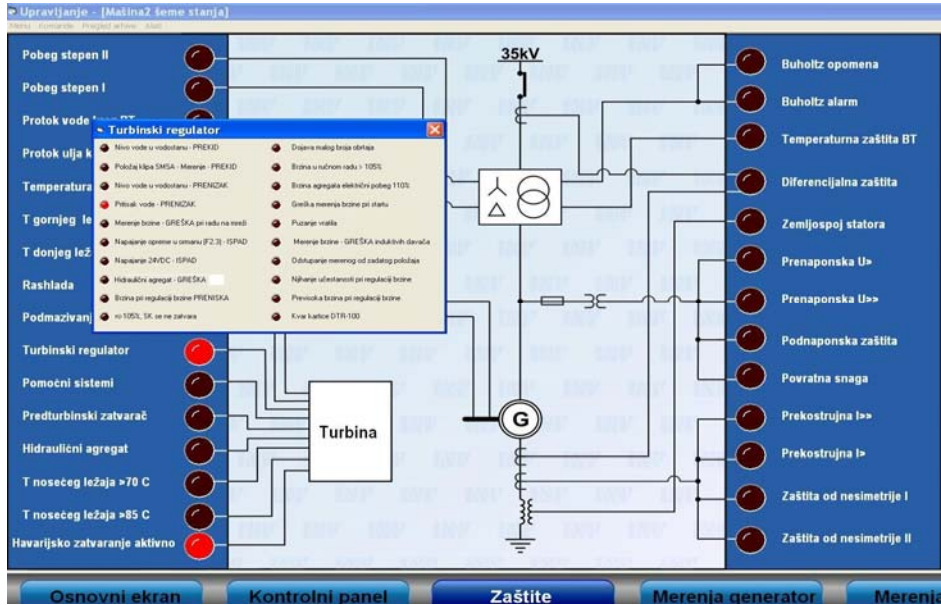
aplikacija koje podržavaju razmenu podataka po potrebnom OPC standardu



Slika 3. Struktura komunikacione mreže sistema upravljanja

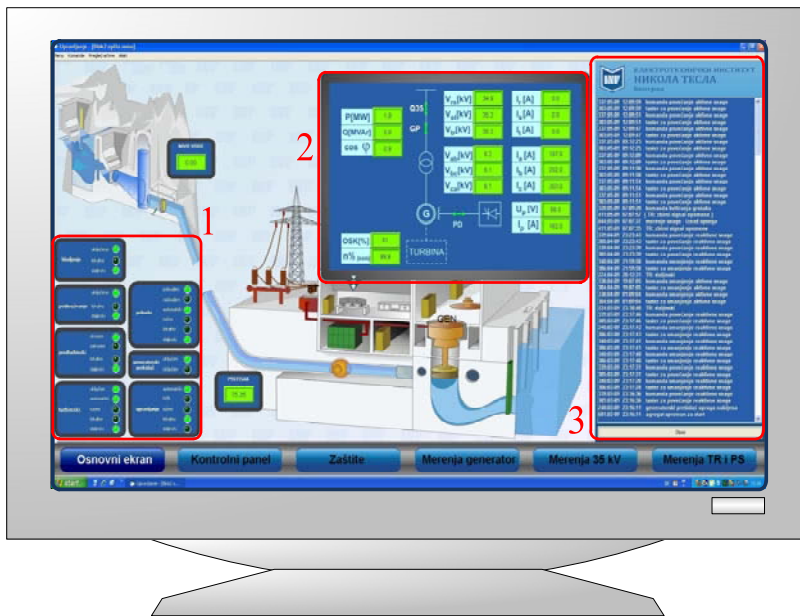
4. Eksploataciona iskustva

Razvijeni uređaj za upravljanje malim hidroagregatom je ugrađen u HE "Raška". Uređaj, sa postojećim nivoom automatizacije opreme u elektrani omogućava automatski start agregata, uz potvrdu prisustva protoka ulja od strane rukovaoca, start u režimu korak po korak i start u režimu potpuno ručne procedure. Uređaj u vremenskom intervalu od nekoliko minuta izvodi generator na mrežu uz potrebu da se izda samo jedna komanda "Automatski start". Nakon odrade zaštita, zaštite dovode agregat u bezbedno stanje. Sistem upravljanja signalizira koja je zaštita odradila, sl. 4. Ukoliko je kvar prolazan, iz zatečenog stanja (npr. agregat se vrti na nominalnoj brzini) agregat se startuje zadavanjem komande "Automatski start". Za najviše par minuta agregat je vezan na mrežu.



Slika 4. Ekran na kome se vidi da je odradila zaštita

Izgled jednog od ekrana upravljanja prikazan je na slici 5. Slika pokazuje da rukovalac ima jasan pregled stanja opreme (detalj 1), sva dostupna merenja (detalj 2) kao i pregled svih kontrolnih akcija (detalj 3).



Slika 5. Izgled ekrana upravljanja na operatorskoj stanici u HE"Raška"

5. Zaključak

U radu je prikazana praktična realizacija sistema upravljanja agregatom male hidroelektrane. Izrađen je uređaj i ugrađen u malu hidroelektranu „Raška“.

U radu je obrazložena opravdanost automatizacije malih hidroelektrana, čak i kada rade sa dotrajalom opremom.

Projektovani uređaj ima fleksibilnu strukturu tako da dopušta jednostavno uklapanje u buduće stanje elektrane, nakon revitalizacije osnovne opreme.

Istaknute su funkcije uređaja koji obezbeđuje mogućnost daljinske komande. To znači, da su ne samo obezbeđeni kanali za prosleđivanje komande već i dostavljanje nadređenom sistemu upravljanja komplet informacija potrebnih za uvid u stanje agregata.

Na kraju rada prikazani su rezultati primene ugrađenog uređaja u HE „Raška“. Rezultati pokazuju automatizacija elektrana sa starom opremom dovodi do skraćenja vremena ponovnog startovanja agregata nakon ispada sa mreže. Rukovaoci imaju bolji uvid u stanje opreme jer su svi podsistemi opremljeni potpunim skupom komandi i signalizacijom koje obezbeđuju jednostavno i sigurno daljinsko komandovanje sa potpunim informacijama o procesu kojim se upravlja.

Zahvalnica

Rad je nastao u okviru projekta TR33020, „Povećanje energetske efikasnosti hidroelektrana i termoelektrana Elektroprivrede Srbije razvojem tehnologije i uređaja energetske elektronike za regulaciju i automatizaciju“, koji je finansiralo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- [1] http://www.made-in-china.com/products-search/hot-china-products/Power_Plant.html
- [2] <http://www.alstom.com/Global/Power/Resources/Documents/Brochures/small-hydro-power-plants.pdf>
- [3] http://www2.schneider-electric.com/documents/solutions/solution/280-small_hydro_power_plant_v1.pdf
- [4] <http://www.energy.siemens.com/hq/en/renewable-energy/hydro-power/small-hydro-power.htm>
- [5] T. Gajić, G. Sarić i M. Janković, „Razvoj distribuiranih merno-upravljačkih sistema za primene u elektroenergetskom sistemu“, *Zbornik radova, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“* Knjiga 23, Beograd 2013.

- [6] M. Janković, P. Ninković, S. Dobričić, T. Gajić, J. Dragosavac, Ž. Janda, Automation of small hydropower plant "Raska", *International Conference Power Plants 2012*, Zlatibor, Serbia, 30 October-2 November 2012, ISBN 978-96-7877-021-0.

Abstract: This paper presents the development of a small power-plant control system. The developed control system can safely operate the power plant with the existing equipment. It should also enable integration with the basic equipment and protection system after the revitalization of the power plant. The new control system should be simple, reliable, and inexpensive and should provide a minimum level of participation of operators in the unit operation. It is also necessary to predict all the features that need to be realized so that the control system can respond to the challenges posed by the introduction of a smart grid. This paper briefly shows the current state of the equipment at the hydro-plant as well as the basic requirements of the "smart" unit control. Further details define the control system from the perspective of integration into existing and future conditions of the equipment in the plant. Emphasis is placed on the structure of the implemented network, which should enable control and monitoring from a remote distribution/transmission dispatch centre. Justification of this investment has been proven by the fact that the unit has been in operation in the Small Hydro-Power Plant "Raska" since April 2014. During this period the start-up time of the unit and the stand-by periods have been considerably shortened. The automatic synchronization of the generator to the grid results in minimal stress of the unit equipment. The control system also allows isolated operation of the unit on the small local grid.

Keywords: Small Hydropower Plant, Control System, Smart Grid.

Revitalization of a Small Hydro Power Plant – Unit Control System Development

Rad primljen u uredništvo 08.10.2014. godine
Rad prihvaćen 10.10. 2014 godine