

PRIMENA SMART GRID KONCEPTA U DISTRIBUTIVNOM SISTEMU

D. Davidović, d.o.o. Global Substation Solutions, Srbija

N. Trifunović, d.o.o. Global Substation Solutions, Srbija

D. Ćuković, d.o.o. Global Substation Solutions, Srbija

B. Vuković, d.o.o. Global Substation Solutions, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Zahvaljujući ekstremno brzom razvoju IT sektora, tehnologije komunikacija i stalne tendencije ka podizanju efikasnosti korišćenja električne energije u poslednje vreme sve značajnije se apeluje na proizvodnji čiste električne energije iz obnovljivih izvora i dovodi do potrebe za promenom klasičnog konvencionalnog koncepta upravljanja proizvodnjom i potrošnjom električne energije. Planovi i direktive Evropske Unije u ovoj oblasti podrazumevaju da se učešće obnovljivih izvora energije u celokupnoj proizvodnji uveća do minimalnih 20% od ukupne proizvodnje do 2020. godine, a sve u cilju smanjenja štetne emisije CO₂ u atmosferu.

Koncept Smart Grid predstavlja integraciju kompletne elektro-energetske mreže kroz dvosmernu digitalnu razmenu informacija između delova sistema i korisnika, uključujući i tehnologiju obnovljivih izvora (distribuirane i centralizovane), potrošače i aktivne potrošače-proizvođače, a sve sa ciljem da se efikasno isporuči kvalitetna, obnovljiva, ekonomična i pouzdana električna energija. Smart Grid se ne može posmatrati kao jedinstven koncept, već praktično predstavlja kombinaciju različitih tehnologija i procesa u podsistemima elektroenergetskog sistema. Kupci električne energije na lokalnom nivou postaju motivisani da kontrolišu svoju potrošnju kao odgovor na tržišni pristup.

Smart Grid uključuje kompletan proces konverzije energije od proizvodnje do potrošnje. Smer energije se menja iz konvencionalnog jednosmernog (Proizvodnja → Prenos → Distribucija -> Kupac/Potrošač) u dvosmerni protok energije u kome i kupac može da postane proizvođač. Da bi se ostvarilo ovakvo distribuirano upravljanje potrebno je unaprediti nivoe upravljanja u već kompleksnom elektro-energetskom sistemu sa intenzivnijom razmenom informacija između pojedinih komponenti i pod sistema, čime Smart Grid postepeno pretvara sistem iz prvobitno statičkog u fleksibilnu, živu strukturu sa dvosmernim upravljanjem i kontinualnim monitorisanjem u realnom vremenu.

Kroz ovaj rad će biti prezentovano na koji način može da se realizuje Smart Grid koncept na primeru jednog obnovljivog izvora električne energije priključenog na lokalni distributivni sistem a u skladu sa aktuelnim planovima Elektroprivrede Srbije.

Ključne reči: porast energetske efikasnosti, obnovljivi izvori, automatizovana i daljinski upravljiva mreža, inteligentni uređaji, komunikaciona mreža

SUMMARY

Due to the extremely rapid development of IT sector, communication technologies and constant tendencies towards raising the efficiency of electricity use in recent years more and more appeals on the production of clean electricity from renewable energy sources and leads to a need to change the traditional concept of conventional production management and power consumption. Plans and directives of the European Union include the participation of renewable sources of energy in the overall production to minimum 20% of total production by 2020, in order to reduce harmful CO2 emissions into the atmosphere.

The concept of Smart Grid is the integration of the entire electric power grid through a digital two-way exchange of information between system components and users, including renewable technology (distributed and centralized), active consumers and producers-consumers, with the goal to effectively deliver high-quality, renewable, economical and reliable electricity. Smart Grid can not be regarded as a unique concept, but practically a combination of different technologies and processes in the subsystems of power system. Purchasers of electricity at the local level are becoming motivated to control their spending in response to market access.

Smart Grid involves the entire process of energy conversion from production to consumption. The direction of energy is changing from conventional DC (Production -> Data -> Distribution -> Customer / consumer) in a two-way flow of energy in which the customer can become a producer. To realize such a distributed control it is necessary to improve levels of management for complex electro-energy system with a more intensive exchange of information between the various components and subsystems, which means that Smart Grid gradually transform the system from the initially static in a flexible structure with two ways real-time control.

This work will present the way how Smart Grid concept can be implemented on one example of a renewable source connected to the local distribution system.

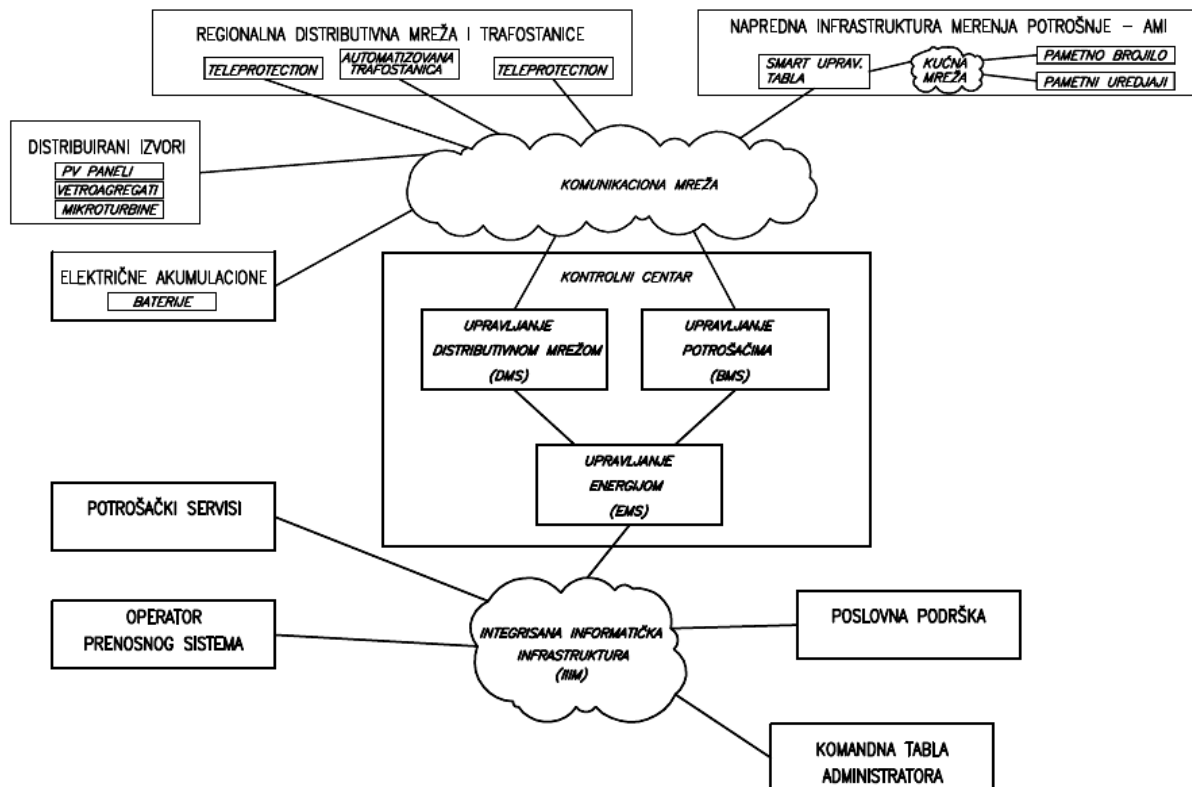
Key words: increasing energy efficiency, renewables, automated and remotely controlled networks, intelligent devices, communication networks

1.UVOD

Kako bi se rešio problem stabilnosti u tako jednom kompleksnom sistemu neophodna je prilagođenje starog sistema, odnosno instalacija inteligentnih uređaja, aparata sa mogućnošću daljinskog komandovanja, sistema za dvosmernu komunikaciju i naprednih softvera. Ovakvim ulaganjem mreža postaje sve pametnija, to je proces koji započinje već instalacijom prvog pametnog uređaja s kojim je moguće daljinski komunicirati. Mnogi distributivni operateri širom sveta su otpočeli integraciju pametnih brojila uz podršku države i to je prvi preduzeti korak u cilju forimiranja pametne mreže.

Tradicionalni kontrolni centri su građeni u centralizovanom sistemu, sada s obzirom da proizvodnja postaje delom decentralizovana i da se zahteva efikasnije, pouzdanije i kvalitetnije snabdevanje potrošača prelazi se i u decentralizovano upravljanje koje će omogućiti i pametnu proizvodnju električne energije. Distributivna mreža zahteva promene na svim nivoima, kako bi se dobila potpuno upravljiva mreža. Prema tome zahteva se prilagođenje:

- Kontrolnih distributivnih centara;
- Distributivnih trafostanica i mreže;
- Potrošačkih servisa;
- Komunikacione mreže;
- Informatičke infrastrukture;
- Poslovne podrške;
- Redefinisanje granice obaveza između operatora prenosa i distributivne mreže.



Slika 1.

2. SMART GRID U KONTROLNIM DISTRIBUTIVNIM CENTRIMA

Osnovna uloga kontrolnog distributivnog centra je pouzdano, efikasno i kvalitetno snabdevanje potrošača iz dana u dan stalnim monitorisanjem, upravljanjem, predviđanjem, održavanjem i planiranjem razvoja mreže. Kontrolni distributivni centar razmenjuje informacije komunikacionom mrežom sa inteligentnim elektronskim uređajima IED i/ili daljinski upravljivim jedinicama RTUs iz raznih delova mreže. Prikazani Smart Distributivni kontrolni centar je podeljen u tri sistemske aplikativne celine DMS, EMS i BMS prema osnovnoj funkciji koji obavljaju i nudi bolje uslove za rad osoblju odgovornom za energetske sistem, ali uz obavezno stalno usavršavanje zaposlenih kako tehnologija napreduje. DMS (Distribution Management System) je daljinsko upravljanje i nadzor distributivne mreže. EMS (Energy Management System) je upravljanje predatom i preuzetom el. energijom iz prenosne mreže, upravljanjem proizvodnjom iz distribuiranih izvora i potrošnjom promenljivim tarifiranjem. BMS (Building Management System) je upravljanje potrošnjom, odnosno procesa koje je moguće automatizovati. Nijedan od ove tri funkcijske celine ne može da radi nezavisno, jer se njihov rad zasniva na podacima koji oni međusobno razmenjuju i obrađuju softverski. Distributivni operator je u obavezi da upotpuni komunikacionu mrežu kako bi bilo moguće preneti sve potrebne podatke DMS aplikacijama. Ne postoji jedinstveno pravilo kako bi trebalo izvesti podelu poslova. Tako da je u nastavku dat jedan primer organizacije odgovornosti između DMS-a, EMS-a i BMS-a.

DMS (Distribution Management System):

- Prikupljanje podataka iz trafostanica, distribuiranih izvora, baterija za skladištenje električne energije-opciono i elemenata postavljenih duž izvoda (uređaji za popravku faktora snage, regulaciju napona, linijski rastavljači snage, riklozeri, lokatori kvara itd.). Stara SCADA platforma za konvencionalno monitorisanje i upravljanje nije više dovoljna zbog velikog seta podataka koje je sada potrebno preneti za nadzor i upravljanje;
- Uvid u stanje energetske i komunikacione mreže za upravljanje i zaštitu tačnim grafičkim prikazivanjem što će omogućiti pravovremeno reagovanje;
- Kontrola, upravljanje i održavanje distributivne mreže (svih elemenata koje nadzire);
- Kontrola, upravljanje i održavanje komunikacione mreže za zaštitu (teleprotection);

- Informisanje kontaktnog centra potrošača o kvarovima, planiranim isključenjima i drugim poremećajima u energetskom sistemu uključujući planirano vreme za neke remonte ili rekonstrukcije;
- Nadgledanje, lociranje i izolaciju kvara na energetskoj mreži;
- Nadgledanje, lociranje i izolaciju kvara na teleprotection mreži;
- Kontrola, upravljanje i održavanje pomoćnih sistema instaliranih na sajtu (UPS-evi, grejači, ventilatori, protiv požarni sistemi, sistemi za kontrolu ulaska, itd.);
- Nadgledanje raznovrsnih IT platformi (serveri, radne stanice - workstation, LAN komponente itd.); koji podržavaju operabilnost DMS-a, EMS-a i BMS-a;
- Nadgledanje i održavanje sigurnosti sistema i podataka od upada, napada hakera i virusa;
- Praćenje kvarova i donošenje zaključaka o potrebi za servisiranjem ili zamenom elemenata u kvaru;
- Koordiniranje osobljem zaduženim za redovno održavanje ili popravke;
- Prosleđivanje podataka EMS-u i BMS-u.

EMS (Energy Management System):

Osnovna funkcija EMS aplikacije je osnovna razlika između tradicionalnog distributivnog sistema i novog, smart grid. Osnovni zadatak je da angažuje distribuirane izvore na najbolji način kako bi se emisija CO₂ smanjila u delu mreže koji se kontroliše iz tog kontrolnog distributivnog centra.

- Monitorisanje i balansiranje preuzete i predate električne energije prenosnom sistemu radi održanja stabilnosti sistema;
- Preuzimanje podataka iz DMS-a i daljinsko upravljanje parametrima obnovljivih distribuiranih izvora električne energije kako bi se kontrolisala njihova izlazna snaga;
- Uticanje na potrošače uvođenjem promenljive tarife, koja zavisi od trenutnih potreba sistema u cilju održavanja stabilnosti. Cena se formira na osnovu trenutne raspoloživosti obnovljivih izvora i trenutne potrošnje. Praćenje u realnom vremenu je omogućeno ugradnjom pametnih brojlara kod potrošača i sistema za daljinsko očitavanje merenja AMR (Automatic Meter Reading). Instaliranjem daljinski upravljivih uređaja ili prekidača distributivnom operateru se otvara još jedna mogućnost, isključenje potrošača u kritičnim trenucima kada prethodi raspad sistema, usled ispada velike snage generisanja ili potrošnje zbog kvara u elektroenergetskom sistemu;
- Obezbeđivanje potrebnih mera da se energija izvozi u prenosni sistem u periodima visoke proizvodnje.

BMS (Building Management System)

Osnovna uloga je da se obezbedi pametna potrošnja, smanji emisija CO₂ i poveća efikasnost korišćenja električne energije.

U poslovnim zgradama pametno je automatizovati proces održavanja radnog okruženja (temperatura, osvetljenje, ventilacija i sigurnosni sistemi) tako što BMS aktivno kontroliše potrošnju zgrada na osnovu instrukcija koje dobija od EMS-a. Iz BMS-a se može upravljati komunalnim uslugama, koje domaćinstva koriste po izboru.

Domaćinstva su opremljena pametnim brojlara i kućnom mrežom koja radi nezavisno od BMS-a. Pametna brojlara mogu biti povezana preko BMS-a sa AMR aplikacijom (Automatic Meter Reading – aplikacija EMS-a) koji služi kao koncentrador merenja ili direktno sa AMR aplikacijom.

3. SMART GRID U DISTRIBUTIVNIM TRAFOSTANICAMA I MREŽI

Upravljanje i održavanje na licu mesta je zahtevno po pitanju ljudi i novca. Pametna mreža znači da je moguće daljinsko upravljanje i monitorisanje elemenata novim standardizovanim komunikacionim protokolom IEC 61850 iz kontrolnog centra ili nekim od postojećih komunikacionih protokola, što je ekonomski isplativije.

Smart grid u trafostanicama i distributivnoj mreži znači instalaciju opreme koja će omogućiti upravljanje na optimalan način iz nekog centra ili automatizaciju postupka upravljanja uređajima u lokalu.

U trafostanicu je potrebno instalirati:

- Novu mikroprocesorsku zaštitu i pretvarače;
- Nove mikroprocesorske uređaje za teleprotection;
- *Nove mikroprocesorske kontrolne jedinice polja;
- *Novu mikroprocesorsku centralnu kontrolnu jedinicu;
- Novu RTU jedinicu;

- *Opremu za snimanje događaja;
- Pametna brojila;
- Lokalnu komunikacionu mrežu;
- Daljinski upravljive rasklopne aparate;
- Kamere za video nadgledanje.

*Ove funkcije je moguće integrisati u jedan mikroprocesorski uređaj za zaštitu ili kontrolu ako je trafostanica manjeg značaja.

U distributivnu mrežu je moguće ugraditi u zavisnosti od potreba lokalne mreže sledeće elemente, kako bi se podigao nivo kvaliteta napajanja potrošača (pouzdanost, manji gubici u prenosu i kvalitetnije napajanje):

- Riklozere;
- Daljinski upravljive rastavne sklopke;
- Lokatore kvara;
- Daljinski upravljive filtere;
- Uređaje za kompenzaciju reaktivne snage.

4. SMART GRID KOD POTROŠAČA

Instaliranjem sledećih komponenti, potrošači (domaćinstva i industrija) postaju pametni korisnici energetskog sistema:

- Pametna brojila;
- Komunikaciona mreža sa kontrolnim centrom;
- Lokalna komunikaciona mreža između uređaja;
- Smart komandna tabla;
- Kontrolabilni prekidač sa komunikacijom (daljinski upravljivi) ili samostalni koje je moguće isprogramirati da upravljaju potrošačem;
- Upravljivi uređaji.

Moguće je daljinsko upravljanje potrošnjom iz kontrolnog centra (BMS) preko komandne table u cilju efikasnijeg korišćenja el. energije i umanjenja računa. Potrošač između ostalog može da se informiše o trenutnoj tarifi čime se potrošačima daje mogućnost da umanje račune planskom potrošnjom i/ili da isprogramiraju smart upravljačke table. Još jedna od mogućnosti smart grid-a je i funkcija selektivnog isključenja potrošača kako bi se sprečio raspada sistema, a da pri tome ne ostanu svi potrošači u nekom konzumu bez napajanja, ostvaruje se preko daljinski upravljivih uređaja ili prekidača (to su releji instalirani ispred velikih potrošača (mašine za sušenje veša, bojleri, klime, itd.)).

5. POTROŠAČKI SERVISI

Kao i do sada, distributivni operater ima ulogu očitavanja brojila kod potrošača i naplatu. Prednost pametnih brojila je daljinsko očitavanje, što eliminiše potrebu za slanjem ljudi na teren da manuelno očitavaju, pojeftinjuje proces očitavanja. Ugradnja pametnih brojila eliminiše mogućnost krađe električne energije automatskom dojavom neovlašćenog pristupa i otvara se mogućnost za daljinsko isključenje neodgovornih potrošača. Potrošački servisi predstavljaju:

- Informisanje korisnika preko web-a (gde potrošači mogu dobiti sve korisne informacije).
- Uz pomoć tehnologije za automatsko očitavanje brojila (AMR), potrošač može mobilnim telefonom pristupiti brojilu i očitati potrošnju.
- Pozivni uslužni centar.

6. KOMUNIKACIONA MREŽA U SMART GRID-U

Brz razvoj komunikacionih tehnologija i mogućnosti koje pružaju savremene komunikacije su temelj koji je i omogućio uopšte postojanje ideje o Smart Grid-u. Postoji mnogo izazova koji moraju biti uzeti u obzir kako bi se stvorile robusne, sigurne i funkcionalne komunikacione Smart Grid mreže. Osnovnu prednost Smart Grid konceptu donosi dvosmerna razmena podataka između svih podsistema Smart Grid-a. Za svaku komponentu sistema je neophodno definisati način na koji će ona da komunicira sa svojim podsistemom ali i način na koji će da razmenjuje podatke sa drugim sistemima. Ta komunikacija mora da bude nezavisna od fizičkog medijuma kojim se prenosi, ali takodje nezavisna i od proizvođača i vrste uređaja koji se koriste. S obzirom da komunikacioni standard za buduće Smart Grid mreže još uvek nije definisan problem interoperabilnosti će sigurno doći do izražaja. Zbog toga je potrebno težiti upotrebi rasprostranjenih i opšte prihvaćenih protokola za komunikaciju.

U samim distributivnim trafostanicama primena IEC61850, a za vezu između trafostanica i udaljenih centara neki od „Point to Point“ protokola, kao što su IEC61870-5-101, IEC61870-5-104 ili IEC61850.

Tako na primer u jednoj kućnoj varijanti bi mogla da se koristi bežična mreža kratkog dometa kao što je Bluetooth za razmenu podataka između pametnog brojila i pojedinih senzora. Za razmenu podataka između više pametnih brojila u jednoj ulici ili jednoj većoj celini bi mogla da se kreira lokalna mreža (Local Area Network) gde bi se informacije razmenjivale pomoću IEEE 802.11 (Wi-Fi) protokola. Dalje, lokalne mreže bi mogle da razmenjuju informacije sa centralnim sistemom pomoću nekog oblika mobilne mreže (npr. GPRS ili 4G).

7. SMART GRID U INFORMATIČKOJ INFRASTRUKTURI

Kako postoji mnoštvo raznovrsnih podataka ulaznih/izlaznih otuda i mnogo mogućnosti za njihovo pametno korišćenje, najbolje je odmah u startu formirati jedinstvenu platformu za njihovu razmenu. Na ovaj način prevazilazi se problem raznovrsnosti proizvođača i tehnologija i omogućava se komunikacija između različitih delova energetskog sistema. Tako da operator mreže dobija globalnu sliku sistema, pa je moguće brže i tačnije razumevanje uzroka i posledica različitih događaja u sistemu.

Integrirana informatička infrastruktura podrazumeva jedinstvenu platformu (Web), jedinstven sigurnosni sistem, jedinstven način pristupa informacijama i jedinstven okvir za razvoj svih aplikacija. Rezultat je platforma koja je laka za korišćenje i implementaciju novih uređaja i mogućnosti (softverske aplikacije). Sve ovo umanjuje i troškove vlasniku.

Prednosti usvajanja integrirane informatičke infrastrukture IIIM (Integrated Infrastructure Information Management) su:

- Fleksibilnost pristupa različitim tipovima informacija u različite svrhe, tehničke i administrativne
- Tehnička svrha - Pобољшanje karakteristika kontrole i upravljanja i održavanja energetskog sistema
 - Broj informacija iz mreže u slučaju kvara raste. Efikasan softver za redukovanje beznaponske pauze (MTTR-Mean Time To Recovery) prikazuje ove informacije tako da se tačno i brzo dijagnostikuju potencijalni ili nastali problemi što povećava pouzdanost i umanjuje troškove održavanja.
 - Mogućnost daljinskog monitorisanja elemenata sistema redukuje takođe troškove rutinskog održavanja, pametnim slanjem ekipa na teren. Ako postoji još i integrirana informatička infrastruktura sa ostakom sistema, onda je moguće umanjiti troškove održavanja ukupnog sistema.
 - Standardizacija formata informacija.
 - Bolje korišćenje energenata.
 - Veća efikasnost korišćenja informacija, pošto informacije mogu postati dostupne većem broju različitih korisnika sistema.
- Administrativna svrha – obezbeđuje uslove za formiranje komandne table administratora. Uloga smart grida nije samo nadgledanje i održavanje mreže već i stavljanje podataka na raspolaganje nekim korisnicima u vidu statističkih indikacija kao što su gradska služba, elektronsko plaćanje itd. Bitno je da se na nivou informatičke infrastrukture filtriraju i obrade informacije koje će biti dostupne na komandnoj tabli administratora kako bi korisnici mogli da pristupe potrebnim podacima.
- Jedinstveni sigurnosni sistem

8. REDEFINISANJE GRANICE OBAVEZA IZMEĐU OPERATORA PRENOSNOG I DISTRIBUTIVNOG SISTEMA

- Operator prenosnog sistema će imati tačne informacije u realnom vremenu o kompletnoj distributivnoj mreži na osnovu DMS-a, a i Distributivni operator će imati podatke o prenosnoj mreži preko integrirane informatičke infrastrukture (IIIM). Potrebno je tačno definisati oblasti i uslove delovanja jednog i drugog operatora i instalirati RTU jedinice u Distributivnom kontrolnom centru i u Dispečarskom kontrolnom centru.
- Svi delovi distributivne mreže se nadziru i upravljaju iz Distributivnog kontrolnog centra.
- Operator prenosnog sistema zbog tarifiranja mora raspolagati sa tačnim podacima o proizvodnji iz distribuiranih izvora merenjem na izlazu iz svakog distributivnog izvora električne energije ili merenjem u tački interkonekcije između prenosa i distribucije. Strategija predaje i merenja električne energije prenosnoj mreži će biti razvijana dogovorima sa operatorom prenosnog sistema.

- Distributivni operator ima za cilj da maksimalno angažuje svoje distribuirane izvore i umanjiti potrošnju u periodima vršnog opterećenja i smanjene raspoloživosti obnovljivih izvora. Kako distributivni operator ima mogućnost regulacije proizvodnje i potrošnje uključuje se aktivno u održavanje stabilnosti sistema u saradnji sa prenosnim operatorom.

9. SMART DISTRIBUIRANI IZVOR - PRIMER

Za potrebe rada prikazaćemo primer vetroparka manje snage, koga čine tri turbine snage po 3 MW svaka. Vetropark se priključuje na srednjenaponski distributivni nivo 35kV. Smart grid koncept podrazumeva potpuno upravljivu i kontrolabilnu vetroelektranu. To podrazumeva upravljanje i nadzor u realnom vremenu, odnosno :

- Nadzor rada svake vetroturbine iz Kontrolnog centra u okviru DMS aplikacija i prosleđivanje podataka EMS aplikacijama koje odlučuju o njihovom angažmanu, redovnim remontima i planskom širenju distribuiranih izvora izborom optimalnih lokacija po pitanju energetske efikasnosti.
- Automatizovano upravljanje rada vetroparka na osnovu vremenskih uslova i automatizovano upravljanje reaktivnim izvorima (ako postoje), kao i ručno upravljanje preko računara. Ova oprema za automatsko i ručno upravljanje može biti smeštena u kontejner, koji se nalazi u blizini vetroparka ili kao što je u našem slučaju u distributivnu trafostanicu, na koju je ovaj vetropark priključen.
- Prikupljanje svih informacija iz mernih uređaja vetroagregata, potrebnih za lokalno upravljanje i daljinsko upravljanje i nadzor, se obavlja preko mikroprocesorskog uređaja smeštenog u stub vetroagregata.

U svaki vetrostub su smešteni:

- Generator (sinhroni ili asinhroni);
- Reduktor;
- Blok transformator 650 V/35 kV;
- Transformator sopstvene potrošnje 650 V/400 V;
- Energetska elektronika;
- Srednjenaponsko postrojenje u podnožju stuba;
- Uređaj za nadzor i kontrolu kompletnog elektro-mehaničkog sistema;
- Razni memni uređaji.

Glavni deo turbine čini mikroprocesorski uređaj za nadzor i kontrolu kompletnog elektro-mehaničkog sistema. Njegov zadatak je sinhronizacija generatora na mrežu tokom priključenja na mrežu, rad turbine tokom stanja kvara u mreži, automatsko zakretanje kućišta VG, kontrolu ugla zakretanja lopatica prosleđivanjem komandi mikroprocesorskom pitch kontrolnom sistemu, kontrolu reaktivne snage preko konvertorskog sistema i rad pri raznim brzinama vetra, zatim kontrolu nivoa buke, nadgledanje vremenskih uslova, nadgledanje parametara mreže i sistema za nadgledanje detekcije dima. Ovaj uređaj sadrži 10Mbps ethernet izlaz preko koga je povezan na Switch preko koga se signali skupljaju i pretvaraju za dalji prenos optičkim kablovima ka serveru. Komunikacija između stubova i dalje ka serveru ide preko optičkih kablova. Server je smešten u posebnom panelu u kontrolnoj sobi distributivne trafostanice 35/X kV/kV, preko koje je ovaj vetropark priključen na mrežu. Brzina komunikacije između Switch-eva je na nivou 100Mbps. Proizvođači obično nude dve verzije servera, jedna je predviđena za manji broj vetrenjača kao u ovom konkretnom slučaju (Compact verzija servera) koja ima manje mogućnosti u odnosu na Full-server varijantu koja uključuje sve opcije, koja je pouzdanija i ugrađuje se za Vetroparkove većih snaga od nekoliko desetina MW i više.

Server upravlja sa kontinualnim prilivom podataka sa sve tri jedinice vetroparka i čuva ih u centralnoj bazi za upravljanje i rad. Server omogućava daljinsku kontrolu i monitoring generatora jednog ili svih istovremeno, meteoroloških uslova i trafostanice na koju je priključen vetropark, uz tekstualni i grafički prikaz. Prikaz online podataka statusa, snage, brzine vetra, napona, struje, temperature i alarma sa svake turbine, kontrolu stvarne aktivne i reaktivne snage za ceo vetropark, prikaz ruže vetrova, prikaz 10-o minutnih podataka, srednjih vrednosti, devijacija i minimalnih i maksimalnih vrednosti tokom nekog perioda, mogućnost konekcije i upravljanja sa više vetroparkova, sigurnost podataka na prvom mestu sa korisničkim pravima.

U trafostanicu je smešten mikroprocesorski uređaj **Power Plant Controller** za kontrolu izlazne snage i ponašanja vetroparka merene u tački priključenja vetroparka na mrežu, kontrolišući turbine i kompenzacionu opremu (STATCOM ili MSC). Time se kontroliše napon, frekvencija, aktivna i

reaktivna snaga, faktor snage i pomaže vetroparku da prođe kroz kvar u mreži bez isključenja generatora.

Po izboru za vizuelni prikaz rada vetroparka, izlazne snage i statusa konekcije vetroparka na distributivnu mrežu može se postaviti poseban uređaj (**GridPanel**-najčešće u posebnom panelu) koji služi da bi vlasnik/korisnik vetroparka mogao da prati trenutnu proizvodnju sa nekog udaljenog mesta. GridPanel komunicira sa serverom standardnim ulazima/izlazima, ethernetom i serijskom komunikacijom (optika opciona). Primenom GSM modema vlasnik/korisnik elektrane može u svakom trenutku da prati npr. trenutnu proizvodnju. GPS prijemnik se koristi za sinhronizaciju vremena servera i vetroturbina. Daljinska komunikacija sa Distributivnim kontrolnim centrom je ostvarena WAN ruterom preko ADSL ili VPN protokola.

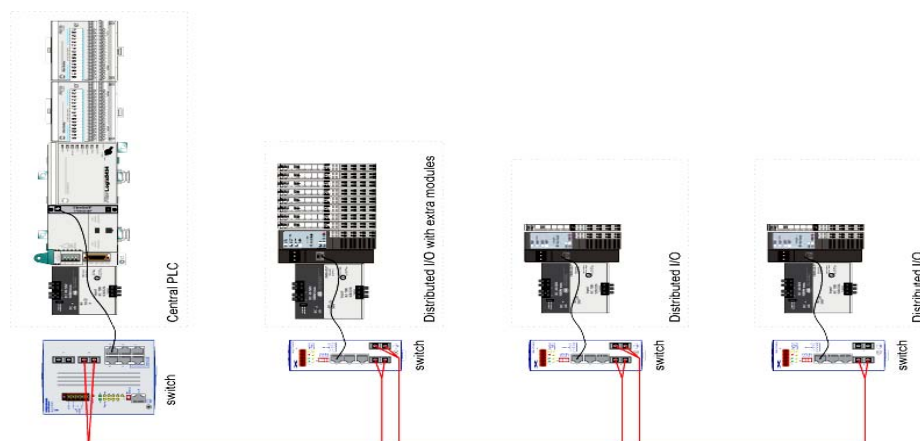
Praktično ovo predstavlja kontrolno merenje energije. Merno mesto za obračun električne energije za merenje električne energije koju mala elektrana predaje u mrežu ED i električne energije koju mala elektrana preuzima iz mreže ED (primopredaja električne energije) predviđa se u posebnom panelu skladu sa zahtevima ED (kod nas su ti zahtevi specificirani u okviru TP16). Osnovni deo čine dva Mikroprocesorska višefunkcionalna brojila koja mere aktivnu i reaktivnu energiju koju mala elektrana predaje (prvo brojilo), odnosno preuzima iz mreže ED (drugo brojilo), a blokira registrovanje u suprotnom smeru, sa integrisanom funkcijom upravljačkog uređaja.

U kontrolnom distributivnom centru za interfejs sa serverom koristi se poseban korisnički softver, što omogućava pregled nad celim vetroparkom, stanje svake turbine u vetroparku i grafički i tabelarni prikaz podataka u realnom vremenu. O svakoj turbini raspoloživi su sledeći podaci: trenutno stanje i izlazna snaga P i Q, napon i struja u sve tri faze, vremenski parametri, radno stanje rotora (ugao elisa, brzina, temperatura glavčine rotora i stanje hidrauličkog sistema), prenosni odnos reduktora, temperature različitih komponenta turbine. Moguće je napraviti različite varijacije izveštaja. Jedan modul ovog softvera omogućava generisanje različitih grafika i naravno ostvarene krive snage kombinovane sa raspoloživom garantovanom krivom snage na osnovu brzine vetra očitane anemometrom sa stuba vetroagragata ili iz meteorološke stanice. Još tačniji proračun garantovane krive snage moguć je uzimanjem u obzir i gustine vazduha, izmerene u meteorološkim stanicama. Kad god se nešto desi alarmno ili neka druga vrsta događaja operator će biti u satnju da to vidi na obaveštajnom panou vetroparka, može se izabrati zvučna i govorna signalizacija ili signalizacija preko nekog eksternog uređaja. Ovo daje mogućnost da operator pravovremeno reaguje. Preko korisničkog softvera može se slati komanda ka jednoj određenoj turbini ili ka sve tri, ali svaka vrsta daljinsko komadovanja je zaštićena šifrom ovlašćenog korisnika.

10. PROGRAMABILNI LOGIČKI KONTROLERI (PLC)

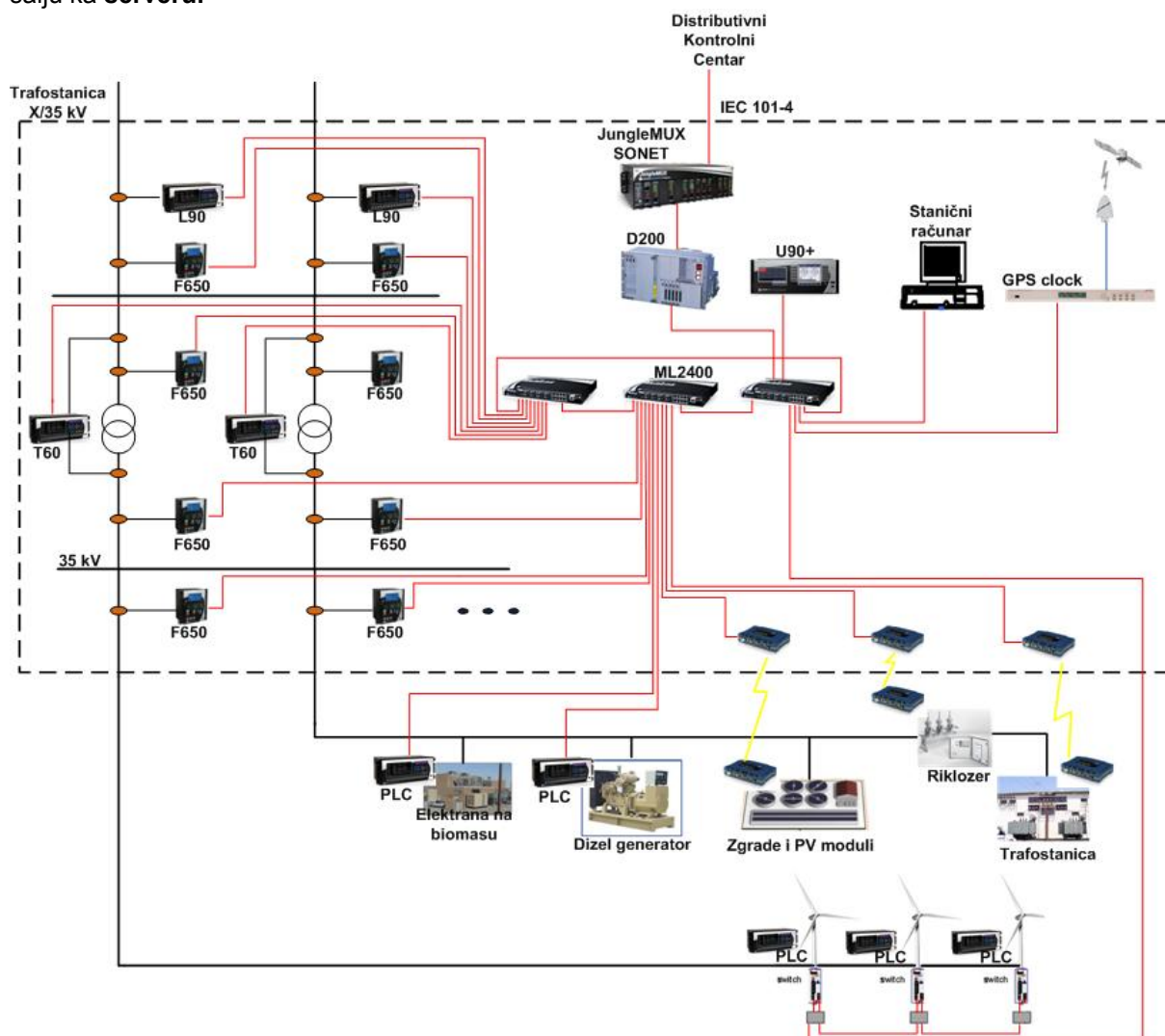
Predstavljaju interfejs između SCADA sistema i externe opreme preko žičanih veza na digitalne i analogne ulaze i izlaze sa mogućnošću proširenja broja nadgledanih veličina.

Konfiguracija se sastoji od glavnog MASTER PLC-a koji je smešten u kontrolnoj sobi i SLAVE PLC-a koji su lokalizovani unutar stubova i služe za prikupljanje različitih analognih i digitalnih ulaza kao što su npr. signali iz transformatora, status vrata (otvorena, zatvorena), temperature i sl. Broj analognih ili digitalnih ulaza unutar PLC-a može biti proširen po potrebi dodatnim karticama.



Slika 2.

PLC uređaji su u ovoj konfiguraciji zamišljeni da budu iskorišćeni za nadzor koji ne zahteva brzo reagovanje, gde se skeniranje i praćenje veličina obavlja u vremenskim intervalima na nivou 1 sec. Najčešće postoji poseban softver koji komunicira sa PLC-ima preko Ethernet-a, a svi vitalni podaci se šalju ka **serveru**.



Slika 3. Automatizovana trafostanica X/35kV i upravljiva distributivna mreža

10. ZAKLJUČAK

Ispostavilo se da sadašnji trendovi, stalni porast potreba za električnom energijom, smanjenje emisije CO₂ i porast cene energenata ne idu na ruku starom konceptu elektroenergetskog sistema. Za promenu koncepta elektroenergetskog sistema svi relevantni akteri moraju biti uključeni: Vlada, potrošači, proizvođači el. energije, privredna društva za distribuciju i prenos električne energije, trgovci el. energijom i proizvođači opreme. Razvoj smart grida treba podsticati izradom pilot projekata.

LITERATURA

1. Information Infrastructure Management MASDAR, The 'Big Picture' View, Draft Report June 2009
2. Smart Power Generation, Jacob Klimstra, Markus Hotakainen
3. Smart Grid Integrating Renewable, Distributed and Efficient Energy, Fereidoon P. Sioshansi
4. European Smart Grids Technology Platform, Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the future, European Commission