

Marko Šašo
HEP-ODS d.o.o. Elektra Zagreb
marko.saso@hep.hr

Eduard Kolman
HEP-ODS d.o.o. Elektra Zagreb
eduard.kolman@hep.hr

Antonio Damičević
Končar-KET d.d. Zagreb
antonio.damicevic@koncar-ket.hr

PRIMJENA IEC 61850 NA MODERNIM NUMERIČKIM RELEJIMA U ELEKTRI ZAGREB

SAŽETAK

Članak analizira postojeću primjenu IEC 61850 standarda u 110/10(20) kV trafostanicama Elektro Zagreb kao i moguće primjene u budućim rekonstrukcijama ili izgradnji novih trafostanica. U uvodnom dijelu članka daje se kratki uvod u IEC 61850, posebno se opisuje komunikacijski dio standarda kroz OSI model. Hijerarhijskim bottom up pristupom prema OSI modelu navode se primjeri korištenja modernih numeričkih releja, odnosno IED-a, od korištenja procesne sabirnice u pilot projektu, korištenja horizontalne međurelejne komunikacije, te vertikalne komunikacije sa staničnim računalom. U članku se opisuje i daljinska komunikacija s numeričkim relejima koji komuniciraju preko IEC 61850 s udaljenog inženjerskog mjesta koja omogućava nadzor, parametriranje i brzo praćenje smetnji i kvarova na štice i objektima. Članak se zaključuje s ocjenom korisnosti primjene u odnosu na prethodno korištena rješenja.

Ključne riječi: IEC 61850, zaštita i upravljanje, OSI model, IED, informacija

APPLICATION OF IEC 61850 ON MODERN NUMERICAL RELAYS IN ELEKTRA ZAGREB

SUMMARY

The article analyzes the application of IEC 61850 standard in existing 110/10 (20) kV substations of Elektra Zagreb as well as possible applications in the future reconstruction or construction of new substations. In the introductory part of the article there is brief introduction to IEC 61850, especially the communication section of the standard described through the OSI model. Hierarchical, bottom-up approach to OSI model gives examples of the use of modern numerical relays, or IED, from using the process bus in the pilot project, the use of horizontal relay communication and vertical communication with the substation computer. The article describes remote communication with numerical relays that communicate via IEC 61850 with remote engineering sites that allows monitoring, configuration, disturbance fast-tracking, and equipment failure of the protected objects. The article concludes with the assessment of utility applications compared to previously used solutions.

Key words: IEC 61850, protection and control, OSI model, IED, information

1. UVOD

Napretkom poluvodičke industrije brzina procesora, memorije i sklopova za uzorkovanje analognih signala postaje dovoljna da se numeričkim metodama mogu izvršiti u prihvatljivom vremenu temeljne funkcije koje se postavljaju za zaštitu šticećenih objekata u transformatorskim stanicama. Numerički releji su logični slijed napretka u odnosu na uređaje statičke i elektromehaničke zaštite. Uz osnovne zahtjeve kao što su pouzdanost, selektivnost, raspoloživost i brzine, progresivnim napretkom dodaju se i brojne druge funkcije tako da numerički releji mogu razmjenjivati informacije međusobno i sa staničnim računalom, te numerički relej tako postaje inteligentni elektronički uređaj (eng. Intelligent Electronic Device) za zaštitu, automatizaciju, upravljanje, pohranu i razmjenu informacija.

Vodeći proizvođači zaštitne opreme koriste razne otvorene i zatvorene protokole za razmjenu komunikacija zaštitnih, mjernih i upravljačkih uređaja u transformatorskim stanicama. Međusobno korištenje uređaja različitih proizvođača u pojedinim transformatorskim stanicama je u praksi teško izvedivo. Količina informacija kod većih distribucija električne energije s mnogo komunikacijsko povezivih uređaja različitih proizvođača s različitim komunikacijskim metodama predstavlja izazove za inženjere zaštite i upravljanja kao i za tehničare koji održavaju i testiraju istu opremu. Odabir jednog proizvođača zaštitne opreme je u suprotnosti s načelima slobodnog i transparentnog tržišnog natjecanja, a iskustveno je pokazano kako se kvarovi i nedostaci na zaštitnim uređajima mogu pojaviti nakon višegodišnje upotrebe kad je jamstvo isteklo.

2. TEMELJNI UVJETI ZAŠTITE I UPRAVLJANJA ZA MODERNI NUMERIČKI RELEJ

Osnovna funkcija zaštitnog uređaja je osigurati brzu izolaciju kvara ili smetnje, tako da se negativan utjecaj na ostatak mreže minimizira [1].

2.1 Zaštitni uređaj mora imati:

Aspekt zaštite

- Pouzdanost
- Selektivnost
- Brzina djelovanja
- Osjetljivost
- Jednostavnost

2.2 Aspekt upravljanja i automatizacije

Osim osnovnih zaštitnih svojstava, numerički relej treba biti daljinski upravljiv te imati mogućnosti pohrane i slanja informacija vezanih uz zaštitu, mjerenja i upravljanje. Za raspored tokova energije bitno je osim upravljanja prekidačem uspostaviti i upravljanje rastavljačima, a kako bi se osigurala dodatna zaštita (kvar zatajenja prekidača, podfrekventno rasterećenje) potrebna je razmjena informacije kvarnog stanja. Informacija o kvarnom stanju može se razmjenjivati pomoću izlaznih jedinica na relejima ili koristeći dodatne pomoćne releje, PLC te releje općih signala. Medij za prijenos informacija je bakrena žica. Ovisno o topologiji stanice i udaljenosti između releja, zaštitne opreme i mjerne opreme, količina kabela za prijenos informacija može biti velika i predstavlja znatan trošak za investitora kao i potencijalne probleme uslijed prekida kontakta jer se, u načelu prekid kontakta ni ne može saznati dok se neki kvar ne desi.



Slika 1. Signalni kabeli u TS EL-TO, slikano tijekom rekonstrukcije



Slika 2. Kabelski kanal TS EL-TO

Uvođenjem europskih normi, povećavaju se prava potrošača tako da je s stajališta distribucije, osim same zaštite šticeenog objekta i integriteta viših strujnih krugova u transformatorskim stanicama, izuzetno bitno osigurati minimalno moguće vrijeme prekida opskrbom električnom energijom. Za modernu distribucijsku mrežu potrebno je osigurati brzu daljinsku komunikaciju s numeričkim relejima i automatiku. Automatizacija na nivou transformatorske stanice osnova je za automatizaciju na nivou mreže, a moderni numerički relej (IED) je osnova sadašnjeg distribucijskog sustava, kao i temelj s kojom se može ostvariti pametna mreža.

3. RELEJNA ZAŠTITA U ELEKTRI ZAGREB

Elektra Zagreb ima 34 transformatorske stanice s transformacijom naponske razine 110 kV na 10 (20,30) kV. Pokriveno je oko 500 000 kupaca, te se distribuira električna energija za više od 1 000 000 osoba. Ukupni broj zaštitnih releja je veći od 1000. Neki od zaštitnih uređaja su stariji od 35 godina i još uvijek odrađuju svoje osnovne zaštitne funkcije.

Tablica I. Relejna zaštita, ELEKTRA ZAGREB [2]

| RELEJNA ZAŠTITA, ELEKTRA ZAGREB | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------------------------------------|--|--|---|--|-------------------------|
| Organizacijska jedinica | Broj zaduženih stručnjaka | Broj posebno osposobljenih stručnjaka | Ukupni broj numeričkih terminala polja | Ukupni broj numeričkih uređaja relejne zaštite starijih generacija | Ukupni broj kompleta RZ i upravljanja TR 110/10(20)kV | Ukupni broj TS 110/10(20)kV i TS 30/10kV povezan u SDV | Od toga TS sa IEC 61850 |
| Odjel za zaštitu i mjerenja | 6 | 2 | 1017 | 280 | 34 | 36 | 4 |
| Aktivnosti pododjela za zaštitu | | | Predviđeno dokumentom (Bilten, uputa, priručnik) | | | Ispitni uređaji | Ispitni software |
| Godišnje ispitivanje relejne zaštite svih 110/10(20) kV i TS 110/30/10(20) kV postrojenja, revitalizacija postrojenja | | | Prema godišnjem planu ispitivanja, HEP bilten 263[2] | | | CMC256, Omicron | IED Scout, Omicron |
| | | | | | | CMC850, Omicron | |
| | | | | | | PTE-EuroSMC | |
| | | | | | | ARTES 100, Kocos | Wireshark |
| | | | | | | Sverker 750, Programa | |
| | | | | | | CPC 100, OMICRON | |



Slika 3. Elektromehanički relej ISM21 koji je još u upotrebi u Elektri Zagreb

Zaštitni releji ispituju se prema internim aktima društva [2], no neki zbog svoje starosti i dotrajalosti ne mogu više zadovoljiti temeljne zahtjeve moderne distribucijske mreže. Osim zamjena, prvenstveno u pogledu rekonstrukcija stanice, rade se i nove stanice. U pogledu proizvođača zaštitne opreme, Elektra Zagreb koristi više uređaja vodećih proizvođača zaštitne opreme s raznim mehanizmima za razmjenu informacija.

4. IEC 61850 I OSI MODEL

IEC 61850 standard pruža mehanizme za ostvarivanje razmjene informacija između uređaja za zaštitu, mjerenje i upravljanje, te staničnog računala u transformatorskim stanicama visokog i srednjeg napona. Interoperabilnost, jasno i jednoznačno objektno orijentirani model stanice i objekata za zaštitu i upravljanje, te definiranje protokola osnove su standarda. IEC 61850 referencira se na razne standarde kao što su na primjer IEEE 802.1Q koji se može koristiti za kreiranje virtualne lokalne mreže. Referencira se i na protokole kao što je na primjer TCP/IP. Standard definira i protokole za razmjenu informacija bitnih za funkcioniranje zaštite i upravljanje SV, GOOSE, CLIENT/SERVER.

OSI model sa 7 slojeva (ISO/IEC 7498-1) temelj je na kojem je razvijen mehanizam prijenosa informacije prema IEC 61850 standardu. Navedeni model temelj je moderne informacijske i komunikacijske tehnologije. Vrijeme kodiranja i dekodiranja informacije raste s brojem slojeva, pri čemu najniži slojevi imaju najbrže vrijeme kodiranja i dekodiranja informacije koja se prenosi.

| OSI (Open Source Interconnection) 7 Layer Model | | | | | | |
|---|---|--|--|---------------------------|---------|--|
| Layer | Application/Example | Central Device/Protocols | DOD4 Model | | | |
| Application (7) Serves as the window for users and application processes to access the network services. | End User layer Program that opens what was sent or creates what is to be sent Resource sharing • Remote file access • Remote printer access • Directory services • Network management | User Applications SMTP | G A T E W A Y | Can be used on all layers | Process | |
| Presentation (6) Formats the data to be presented to the Application layer. It can be viewed as the "Translator" for the network. | Syntax layer encrypt & decrypt (if needed) Character code translation • Data conversion • Data compression • Data encryption • Character Set Translation | JPEG/ASCII EBDIC/TIFF/GIF PICT | | | | |
| Session (5) Allows session establishment between processes running on different stations. | Synch & send to ports (logical ports) Session establishment, maintenance and termination • Session support - perform security, name recognition, logging, etc. | Logical Ports RPC/SQL/NFS NetBIOS names | | | | |
| Transport (4) Ensures that messages are delivered error-free, in sequence, and with no losses or duplications. | TCP Host to Host, Flow Control Message segmentation • Message acknowledgement • Message traffic control • Session multiplexing | PACKET FILTERING TCP/SPX/UDP | Host to Host | | | |
| Network (3) Controls the operations of the subnet, deciding which physical path the data takes. | Packets ("letter", contains IP address) Routing • Subnet traffic control • Frame fragmentation • Logical-physical address mapping • Subnet usage accounting | | | | | |
| Data Link (2) Provides error-free transfer of data frames from one node to another over the Physical layer. | Frames ("envelopes", contains MAC address) [NIC card — Switch — NIC card] (end to end) Establishes & terminates the logical link between nodes • Frame traffic control • Frame sequencing • Frame acknowledgement • Frame delimiting • Frame error checking • Media access control | Switch Bridge WAP PPP/SLIP | Land Based Layers | | | |
| Physical (1) Concerned with the transmission and reception of the unstructured raw bit stream over the physical medium. | Physical structure Cables, hubs, etc. Data Encoding • Physical medium attachment • Transmission technique - Baseband or Broadband • Physical medium transmission Bits & Volts | Hub | | | | |

Slika 4. OSI model

S aspekta zaštite i upravljanja na razini transformatorske stanice nisu sve informacije jednako bitne kao što im nije jednako bitna brzina. Tako na primjer, ukoliko se prema standardu prema IEC 61850-9-2 implementira mjerenje za neki štićeni objekt, izuzetno je bitno da informacija o mjerenju što brže dođe do numeričkog releja, a sama informacija o tom mjerenju do staničnog računala od IED-a ne mora nužno doći u kratkom vremenskom periodu. IEC 61850 definira tri razine komunikacije.

4.1 Procesna sabirnica (Process BUS)

U procesnoj sabirnici koriste se sample values poruke (SV), opisano u poglavlju 9-2 IEC 61850 standarda, pružaju se mehanizmi kojima se naponi i struje diskretiziraju te prenose direktno na posebni port IED-a ili mrežnog preklopnika. Koriste se prva dva OSI sloja, prijenos između prijelnika i predajnika može se definirati MAC adresama ili prema IEEE 802.1Q, fizički medij za prijenos poruke

je UTP/STP kabel ili optičko vlakno. Predstavlja brzu (najbržu) komunikacijsku sabirnicu. Izuzetno je bitno da postoji redundancija (ukoliko se koriste mrežni preklopnici) i da su mrežni preklopnici brzi i pouzdani. Strujni i naponski transformatori od A/D kartica na IED-ima nisu znatno udaljeni, te ne postoji znatna degradacija signala uslijed pada napona i interferencija, što je čest slučaj u transformatorskim stanicama višeg naponskog nivoa. Prednost je u tome što se akvizicija signala odvija neposredno kod nastanka, a najveći nedostatak je ekonomičnost.

U načelu se u distribucijskim mrežama rijetko koristi osim u pilot projektima jer se uzorkovanje analognih podataka obavlja na A/D karticama.

4.2 Horizontalna sabirnica (Station BUS)

GOOSE poruke na horizontalnoj sabirnici pružaju mehanizme razmjene informacija između IED-a, sama poruka je objektno orijentirana i treba sadržati kvalitetu informacije. Koriste se prva dva OSI sloja tako da se informacije mogu slati po potrebi i vrlo brzo, fizički medij za prijenos poruke je UTP/STP kabel ili optičko vlakno. Način komunikacije između odašiljača i prijemnika je publish/subscribe model kao i kod procesne sabirnice (unicast, multicast), može se odrediti filtriranjem MAC adresa ili se korištenjem IEEE 802.1Q mogu formirati virtualne lokalne mreže što je i preferirano. Ukoliko mrežni preklopnik podržava IEEE 802.1Q poruke se mogu prioritetizirati. Prioritet poruka može biti od 0-7, gdje niži broj označava niži prioritet. Zaštitnim funkcijama potrebno je dodijeliti veći prioritet. Najznačajniji nedostatak numeričkih releja u smislu ostvarivanja naprednih zaštitnih funkcija za koje postoji potreba za više ulaznih i izlaznih kanala je limit kanala na ulaznim i izlaznim karticama. IED koji podržava GOOSE ovisno o proizvođaču može koristiti virtualne ulaze i izlaze preko kojih se mogu ostvariti napredne zaštite i uštediti na troškovima polaganja kabela.

Uobičajeno korištenje zaštitnih funkcija preko izlazne kartice numeričkog releja sporije je od visokoprioritetizirane GOOSE poruke na 100 Mbit/s mreži [3]. Uzrok je inercija pomoćnog releja na kartici digitalnih izlaza. Jedan digitalni izlaz predstavlja jednu informaciju, dok se preko UTP/STP kabela ili optičkih vlakana može slati (i primiti) mnogo poruka. GOOSE sadrži mehanizme da se uslijed greške u komunikaciji ista i detektira, što nije slučaj ukoliko se koristi kabel s digitalnog izlaza jednog releja koji se spaja na digitalni ulaz drugog releja (uobičajeni način komunikacije za zaštitne funkcije kod releja starijih generacija).

Primjena GOOSE poruka u distribucijskoj mreži srednjeg napona je sve učestalija i ukoliko je IED-i podržavaju izuzetno je poželjna zbog ušteda na kabelima, smanjivanja troškova izvođenja radova kao i održavanja.

4.3 Vertikalna sabirnica (Client/Server)

Kod vertikalne sabirnice poslužitelj predstavlja stanično računalo dok su klijenti IED-i koji su povezani preko mrežnih preklopnika koji su međusobno povezani. Koristi se svih 7 slojeva OSI modela tako da je ovo najsporiji oblik komunikacije prema IEC 61850 standardu. Informacije su jasne i jednoznačne prema objektno orijentiranom modelu, za razliku od često korištenog IEC 60870-5-103 gdje se koriste ASDU, FUN, INF adrese odnosno cijeli brojevi kod kojih kod unošenja u aplikaciju SCADA-e može doći do greške. Načelo komunikacije vertikalne sabirnice je korištenje IP adresa, gdje svaki IED ima svoju jedinstvenu adresu s kojom preko preklopnika komunicira sa staničnim računalom koje ima svoju IP adresu.

Količina informacija koja se prenosi vertikalnom sabirnicom je velika u smislu brojnosti (mjerenja, informacije o stanjima aparata, upravljanje s staničnog računala i dispečerskog centra), ali ne predstavlja znatni udio u maksimalnoj podatkovnoj propusnosti lokalne mreže. Preko gatewaya i usmjerivača informacije se mogu proslijediti izvan stanice. IEC 61850 se za sada ne koristi za komunikaciju s centralnom SCADA-om već se radi konverzija informacija u IEC 60870-5-104. Kako svaki IED ima svoju jedinstvenu IP adresu u načelu mu se može pristupiti na način da se dođe u isti IP range bilo sa LAN ili WAN (ukoliko je implementirana) mreže.

Primjena vertikalne sabirnice u distribucijskoj mreži srednjeg napona je najčešća, i svi IED-i za koje proizvođači navode da su usklađeni s IEC 61850 sadrže mogućnosti vertikalne komunikacije, dok je usklađenost s horizontalnom sabirnicom rjeđa, a s procesnom sabirnicom iznimno rijetka.

5. IEC 61850 u ELEKTRI ZAGREB

5.1 TS Velika Gorica

5.1.1 SV Pilot projekt s Merging Unit uređajem (Pro Integris)

5.1.2 GOOSE

- uvjetna zaštita sabirnica
- zaštita od zatajenja prekidača
- podfrekventno rasterećenje

5.1.3 Vertikalna Komunikacija

- informacije o proradama zaštitnih funkcija
- mjerjenja
- upravljanje i signalizacija
- lokalna SCADA Proza Net, veza s centralnom SCADA-om preko IEC 60870-5-104



Slika 5. SV prema IEC 61850, poglavlje 9-2, TS VELIKA GORICA

Transformatorska stanica u Velikoj Gorici prva je transformatorska stranica Elektre Zagreb u kojoj je implementiran IEC 61850 standard. Standard je implementiran na svim razinama (SMV kao pilot projekt, GOOSE, CLIENT/SERVER). U planu je ostvariti udaljeno inženjersko mjesto prema relejima koristeći procesnu mrežu i VPN pristup. Pristup relejima vršit će se preko MICOM S1 STUDIO aplikacije.

5.2 TS Elektrana Toplana, Zagreb

VERTIKALNA KOMUNIKACIJA

- informacije o proradama zaštitnih funkcija
- mjerjenja
- upravljanje i signalizacija

-lokalna SCADA Proza Net, veza s centralnom SCADA-om preko IEC 60870-5-104



Slika 6. Rekonstrukcija EL TO, Zagreb

Na slici 6 s lijeve strane je novi ormar s mrežnim preklopnima i staničnim računalom, veza s novim P139 IED-ima ostvarena je optičkim kabelima. Desna strana slike su ormar s ISM 21 BBC elektromehaničkim relejima starim 35 godina koji su do nedavno bili u funkciji.

Transformatorska stanica u Zagorskoj ulici revitalizirana je krajem ljeta prethodne godine. Trenutno je izvedena samo vertikalna komunikacija prema lokalnoj SCADA-i. Implementacija horizontalne, međurelejnje komunikacija za ostvarivanje kompleksnih funkcija zaštite nije izvedeno jer još nisu do kraja definirane dodatne rekonstrukcije. U planu je ostvariti udaljeno inženjersko mjesto prema relejima koristeći procesnu mrežu i VPN pristup. Pristup relejima vršit će se preko MICOM S1 STUDIO aplikacije.

5.3 TS Ferenščica, Zagreb

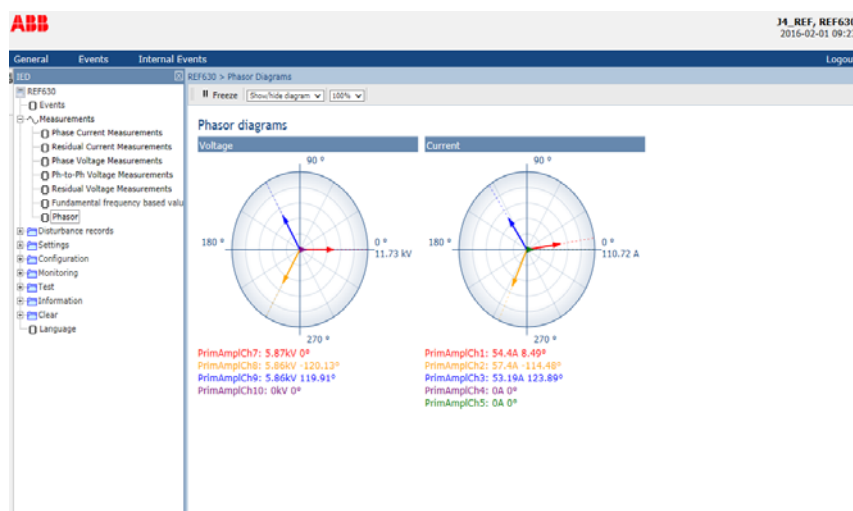
5.3.1 VERTIKALNA KOMUNIKACIJA

-informacije o proradama zaštitnih funkcija

-mjerenja

-upravljanje i signalizacija

-lokalna SCADA Proza Net, veza s centralnom SCADA-om preko IEC 60870-5-104



Slika 7. WEB HMI aplikacija s udaljenog inženjerskog mjesta

Transformatorska stanica Ferenščica u Zagrebu je novija stanica s modernim numeričkim relejima ABB REF 630 (feeder relay) koji podržavaju IEC 61850 na dvije razine (horizontalna i vertikalna sabirnica). Implementirana je samo vertikalna sabirnica.

S transformatorskom stanicom Ferenščica od strane autora članka s suradnjom s HEP TELEKOMUNIKACIJE d.o.o., ostvareno je udaljeno inženjersko mjesto, koristi se postojeća procesna mreža i firewall. Računalo na kojem je ostvaren pristup je na UTP kabelu s posebnom IP adresom. Veza je izlirana od postojeće LAN mreže (poseban kabel do računala). Pristup relejima je moguć preko proizvođačevog WEB HMI sučelja (slika 7) koje je jednostavno i pruža osnovni pristup informacijama s releja. Neke od informacija su grafički prikazane i mijenjaju se u realnom vremenu. Moguće je dohvatiti podatke o smetnjama/kvarovima što je praktično jer se za isto moralo fizički pristupiti relejima (odlazak na teren). WEB HMI onemogućen je na transformatorskim relejima i na relejima kućnih transformatora. Osim WEB HMI, relejima (svim relejima u stanici) se pristupa i s PCM 600 aplikacijom s kojom se ima apsolutna kontrola nad relejima u smislu parametriranja i podešavanja. Pristup računalu i aplikacijama je ograničen na dva inženjera odjela s lozinkama na nivou operacijskog sustava i aplikacija.

5.4 TS Sesvete

5.4.1 VERTIKALNA KOMUNIKACIJA

- informacije o proradama zaštitnih funkcija
- mjerenja
- upravljanje i signalizacija
- lokalna SCADA Proza Net, nema veze s centralnom SCADA-om

Transformatorska stanica Sesvete je nova stanica s modernim numeričkim relejima koji podržavaju IEC 61850 na dvije razine (horizontalna i vertikalna sabirnica). Stanica još nema izveden priključak na 110 kV, a u smislu izvedbe je slična TS Ferenščica. Kako nije u pogonu, mogu se testirati daljnja poboljšanja u smislu naprednih zaštitnih i upravljačkih funkcija koje omogućava IEC 61850.

5.5 Iskustva Odjela za zaštitu i mjerenja Elektre Zagreb

Napredne mogućnosti IEC 61850 standarda Odjel za zaštitu i mjerenja Elektre Zagreb testirao je na Alstom, Siemens, Schneider Electric, ABB uređajima za zaštitu, mjerenja i upravljanje. Testiranje u IEC 61850 okruženju vertikalne i horizontalne komunikacije je relativno jednostavno. Komunikacija (vertikalna) prema starijem IEC 60870-5-103 standardu zahtjeva optičke zvjezdaste koncentrator (eng. Star Coupler) i odjel ih ne posjeduje. Horizontalna i vertikalna komunikacija prema IEC 61850 koristi MAC i IP adresiranje, za što koristimo lokalnu mrežu odjela. Testiranje GOOSE i client/server u praksi izvodimo i bežično, gdje se na primjer s jedne strane uređajem za sekundarno injektiranje, injektiraju struje i naponi, a s druge na udaljenom prijenosnom računalu isti čitaju ili šalju pomoću aplikacije prema numeričkom releju. Uređaj unutar odjela tako u potpunosti možemo ispitati. Sve informacije koje uređaj treba vertikalno slati lokalnoj SCADA-i ispituju se prije samog postavljanja uređaja. Pristup numeričkim relejima moguć je tako s mrežnih preklopnika u upravljačkoj prostoriji transformatorske stanice, što kao posljedicu ima kraće vrijeme postavljanja zaštite i čitanja snimljenih podataka s releja. U praksi je pristup informacijama s releja, znatno brži jer ih većina ima 100 Mbit/s vezu s preklopnicima. Starija komunikacija s relejima zasnovana na serijskoj vezi, koja je morala imati točno istu brzinu i parametre računala s kojima se pristupalo releju i samog releja je iznimno spora i neučinkovita. Releji ne moraju nužno sadržati lokalni HMI (ekran), kako bi se s njima upravljalo, što čini uštede za investitora. Udaljeno inženjersko mjesto omogućuje da se vrlo brzo analiziraju kvarovi, smetnje i rad releja. Kako je distribucijsko područje Elektre Zagreb praktično cijela županija i Zagreb, štedi se na putnim troškovima. U planu je ostvariti udaljeno inženjersko mjesto za sve postojeće i buduće transformatorske stanice s IEC 61850 opremom i odgovarajućom vezom prema sustavu vođenja. U teoriji se svim starijim numeričkim relejima s ostalim načinima komuniciranja može daljinski pristupiti, no praktično se pokazalo da je navedeno komplicirano i neučinkovito.

GOOSE izvedena zaštitna svojstva u transformatorskoj stanici Velika Gorica nisu bila u proradi, no ista je poželjno izvesti u svim stanicama gdje je to izvedeno kabelima kao dodatnu zaštitu ukoliko zaštitni uređaji imaju GOOSE mogućnosti.

Negativne strane praktične primjene standarda su da se od inženjera i tehničara zaštite i upravljanja zahtijevaju dodatna znanja i edukacije te da je uvjet implementacije standarda napredno poznavanje računala, računalnih mreža i samog zaštitnog sustava i stanice u cjelini. Proizvođači opreme definiraju da im zaštitni uređaji podržavaju standard, no svi uređaji ne mogu koristiti sve razine komunikacije iz standarda. Imena koja su pridodana zaštitnim funkcijama su nejasna i teško pamtljiva u odnosu na IEC 60617. Tako je prvi stupanj nadstrujne zaštite kod IEC 61850 PHLPTOC, a 3I> kod IEC 60617.

6. ZAKLJUČAK

Zamjena postojećih uređaja novima mora se voditi onda i samo onda kad su temeljna svojstva s aspekta zaštite, upravljanja i dodatnih mogućnosti (slanje mjerenja, snimanja, komunikacija, automatizacija i sl.) znatno bolja, te kada je navedeno ekonomično za investitora. IEC 61850 uređaji koji se koriste u Elektri Zagreb nisu pokazali lošija temeljna svojstva zaštite u odnosu na uređaje koji su se prije koristili. Dodatne mogućnosti koje IEC 61850 standard donosi su poželjne.

Primjena IEC 61850 standarda donosi brojne nove mogućnosti ali i potencijalne poteškoće i probleme. Standard predstavlja neizbježni napredak, kao što je nekad bio napredak u prelasku iz uređaja statičke i elektromehaničke zaštite u numeričku zaštitu. Informacijska tehnologija i računalne mreže polako, ali sigurno ulaze u distribucijsku mrežu i njihova primjena se ne može izbjeći.

7. LITERATURA

- [1] J. L. Blackburn, T. J. Domin, „Protective Relaying Principles and Application Third Edition“, CRC Press, prosinac 2006.
- [2] „Pravila o održavanju postrojenja i opreme elektroenergetskih građevina distribucijske mreže“, HEP bilten 263, HEP Vjesnik, ožujak 2012.
- [3] N. Kos, "Primjena standarda IEC 61850 na sustav zaštite u TS Velika Gorica“, HO CIRED, Trogir/Seget Donji, svibanj 2014., stranica 10