

NOVI PRISTUP AKVIZICIJI MERENJA U TS SN/NN

J.Aleksić, JP EPS "Elektrodistribucija - Beograd", Srbija i Crna Gora

1 UVOD

Razmatranju bilo kog aspekta kvaliteta isporučene električne energije uslovljeno je dostupnošću kvalitetnih i kontinualnih merenja u srednjenaponskoj mreži. Usled veličine SN mreže i velikog broja potencijalnih mernih mesta neophodno je veliko inicijalno ulaganje u opremu i komunikacione puteve. Iako je tehnološki razvoj elektronike veoma brz usled specifičnosti zahteva i ograničenog tržišta komercijalizacija i pad cena nisu se pokazali od velikog značaja.

Elektrodistributivna preduzeća obraćaju pažnju na održavanje veličine isporučenog napona u zakonskim granicama. Usled nepostojanja konkretne zakonske regulative ostali problemi se u potpunosti ignorišu. Na prevenciji mogućih problema se veoma malo radi. Sa dolaskom novog zakona o energetici i uvođenjem regulatorne agencije situacija će se u potpunosti promeniti. Iz tog razloga distributivne kompanije moraju ubrzano krenuti sa razmišljanjem o monitoringu kvaliteta električne energije u SN i NN mreži.

Rad pokušava da odgovori na pitanje kako uz minimalna ulaganja napraviti daljinski sistem za akviziciju podataka iz SN mreže i time napraviti značajan pomak u unapređenju kvaliteta isporučene električne energije.

2 PROBLEMI PRI ISPORUCI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Isporuku električne energije krajnjem korisniku prati devet uobičajenih problema:

1. Gubitak napajanja
2. Dugotrajni pad napona (od nekoliko minuta do nekoliko dana)
3. Dugotrajno povišen napon (od nekoliko minuta do nekoliko dana)
4. Kratkotrajni padovi napona (propadi napona – nekoliko perioda)
5. Kratkotrajno povišenje napona (skokovi napona - nekoliko perioda)
6. Linijski šum (superponiran visoko frekventni šum poreklom od EM ili RF interferencija)
7. Varijacija frekvencije
8. Tranzijenti usled uključenja ili isključenja (red veličine - nano sekunde)
9. Harmonijska izobličenja

Gubitak napajanja i njegovo trajanje je posledica velike dužine SN mreže i njene starosti. Dugotrajna lokalizacija kvara je primaran distributivni problem u Srbiji i Crnoj Gori. Usled daljinskog nadzora u većini 10 kV ćelija napojnih TS VN/SN gubitak napajanja zbog kvarova u SN mreži se detektuje pre nego što potrošač prijavi problem.

Dugotrajni pad i povišenje napona u velikoj meri zavise od uklopnih stanja u niskonaponskoj mreži i od opterećenja izvornog 0.4 kV izvoda. Usled nedovoljnog poznavanja topologije NN mreže i nedostatka monitoringa česti su slučajevi da su 0.4 kV izvodi istog SN transformatora neujednačeno opterećeni. Takođe izražen je problem nesimetrično opterećenih faza SN transformatora što prouzrokuje različite napone faza kod potrošača.

Optimalno i veoma skupo rešenje je ugraditi opremu koja nadgleda i detektuje sve navedene probleme. Ovako veliku investiciju u pouzdanost mreže i kvalitet isporučene el. energije je za sada uradio samo Japan u potpunosti automatizujući distributivnu mrežu. Sve razvijene zemlje ubrzano razvijaju sopstvene koncepcije daljinske akvizicije podataka.

3 KRITERIJUMI ZA UPRAVLJANJE I AKVIZICIJU

Motivacija za automatizaciju SN mreže nalazi se u činjenici da je najveći broj prekida napajanja potrošača električne energije izazvan događajima u toj mreži. U ovom paragrafu prikazani su kriterijumi kojima su se razvijene evropske zemlje rukovodile prilikom izbora koncepcije upravljanja i nadzora SN mreže. Pod koncepcijom upravljanja SN mrežom podrazumeva se utvrđivanje vrste i količine upravljačke i opreme za automatizaciju, lokacije te opreme u SN mreži, kao i utvrđivanje tehnike za njeno korišćenje, s ciljem da se obezbedi:

- smanjenje trajanja prekida napajanja (bržom lokacijom i izolacijom kvara, kao i efikasnom restauracijom napajanja posle kvara),
- smanjenje broja manipulacija, a time i produženje veka trajanja rasklopne opreme,
- bolji nadzor i vođenje pogona,
- smanjenje eksploatacionih troškova,
- smanjenje (odlaganje) investicionih ulaganja u vrlo skupu energetska opremu,
- povećanje bezbednosti pri radovima na mreži,
- smanjenje šteta (odšteta, kompenzacija) potrošačima,
- povećanje prihoda (profita) elektrodistributivnih preduzeća.

Zajednički imenilac praktično svih navedenih motiva za implementaciju automatizacije jeste skraćenje vremena prekida napajanja potrošača električne energije. Skraćenje ovog vremena načelno treba tražiti u kvalitetnoj obuci osoblja, primeni detektora kvara i, ako je to moguće, primeni daljinske signalizacije stanja detektora kvara i daljinskog upravljanja rasklopnom opremom. Prema istraživanjima o kvarovima u Holandiji oko 70% od svih prekida napajanja uzrok je u SN mreži, 20% u VN a samo 10% u NN mreži, DMS grupa (1).

3.1 Gubitak napajanja

Vreme trajanja prekida napajanja električnom energijom, pri trajnim ispadima, tokom sekcionalizacije se svodi na vreme potrebno za dojavu o nastanku kvara, okupljanje ekipe, lokacije kvara i uspostavljanje vanredne konfiguracije napajanja potrošača. Lokacija kvara se vrši klasičnom metodom polovljenja izvoda ili na osnovu iskustva dispečera o nekoj problematičnoj deonici.

Metod polovljenja se zasniva na deljenju izvoda na polovine i probama uključenja. Time se detektuje polovina izvoda koja je u kvaru. Procedura se ponavlja do lokacije deonice u kvaru. Nakon toga se pristupa izolaciji deonice i restauraciji napajanja potrošačima u najvećoj mogućoj meri i na kraju popravci kvara. Ovaj metod se primenjuje za bilo koju vrstu kvara u SN mreži. Srednje vreme lokalizacije jednog kvara je između 40 –150 min, u zavisnosti da li je SN mreža urbana ili ruralna.

3.2 Lokacija kvara

Dobro zamišljen i izveden sistem upravljanja i akvizicije podataka SN mreže mora imati funkciju lokacije kvara kroz modul za izračunavanje ili kroz dodatnu opremu za detekciju prolaska struje kvara

na deonicama. U Nemačkoj se više od tri godine primenjuje tehnika izračunavanja na osnovu merenja reaktansi i struje kvara koje daju informaciju o lokaciji kvara. U primeni su odgovarajući modeli za proračun i to posebno za :

- jednostruke i dvostruke zemljospojeve
- dvofazne i trofazne kvarove

U TABELI 1 i 2 su date srednje greške pri izračunavanjima lokacije kvara. U SN mreži oko 80% trajnih kvarova usled neke vrste zemljospoja. Otpornost uzemljenja varira od 5Ω pa do preko 2000Ω u zavisnosti od vrste spoja sa zemljom (metalni spoj, preko niskog rastinja, preko suvog drveta...), Čečo (2). Uzimajući ovo u obzir prosečan kvalitet izračunate lokacije kvara je dovoljan i odgovara praktičnim zahtevima. Najvažniji faktor za uspešnu lokaciju kvara jesu podaci o mreži. Modul za lokaciju zahteva poznavanje trenutne topologije i podatke o mreži, DMS grupa (1)

TABELA 1 - SREDNJE GREŠKE PRI LOCIRANJU KRATKOG SPOJA

Dvostruki zemljospoj [m]	Dvofazni kratak spoj [m]	Trofazni kratak spoj [m]
1286	339	258

TABELA 2 - SREDNJE GREŠKE PRI LOCIRANJU ZEMLJOSPOJEVA U ZAVISNOSTI OD PRIMENJENOG MODELA

Model	Min greška [m]	Max greška [m]	Srednja greška [m]
Homogen (isti tip deonica izvoda)	17	2270	1125
Nulta impedansa	2	2383	1205
Direktna impedansa	40	2304	1375

Japanska elektrodistributivna preduzeća su usvojila sistem za lokaciju kvara koji je osetljiv na napon. U poslednje vreme sistemi osetljivi na struju se i u ostalim zemljama kao što je Kina zamenjuju sistemom osetljivim na napon.

Za lokaciju kvara se uobičajeno primenjuju uređaji za ocenu daljine mesta kvara (distantni releji ili posebni softverski moduli koji iz registratora uzimaju podatke o struji kvara i računaju udaljenost do mesta kvara). Ove uređaje koriste praktično sve zemlje.

4 TEHNIČKI ZAHTEVI SISTEMA ZA UPRAVLJANJE I AKVIZICIJU U TS SN/NN

Specifičnost potreba elektrodistributivnog sistema zahteva sledeće funkcionalne karakteristike uređaja za akviziciju podatka iz TS SN:

Merenje i registrovanje :

- Merenje potrošnje aktivne i reaktivne električne energije na sekundarnoj strani transformatora
- Merenje sve tri sekundarne fazne struje transformatora
- Merenje sva tri sekundarna fazna napona transformatora
- Indikacija neregularnih događaja (prekid u napajanju, alarmiranje pri padu opterećenja u odnosu na postavljene pragove)
- Indikacija temperature ulja SN transformatora (uprošćena termička slika transformatora)
- Indikacija statusa SN sklopka rastavljača
- Sinhronizacija internog vremena sa prijemnikom "tačnog vremena" iz centra upravljanja ED
- Mogućnost daljinskog podešavanja parametara uređaja
- Lokator faza

Lokator faza se sastoji od predajnika i prijemnika. Predajnik (u TS SN) injektuje modulisanu struju u NN mrežu koja generiše EM polje oko provodnika. Mobilni prijemnik detektuje EM polje i određuje na kojoj fazi je priključen monofazni potrošač. U sprezi sa merenjem faznih sekundarnih struja na SN transformatoru moguće je rešiti problem nesimetrije opterećenja u čitavoj distributivnoj mreži.

Memorisanje i komandovanje:

- Mogućnost propuštanja digitalnih signala za upravljanje iz centra upravljanja ka SN sklopka-rastavljačima sa motornim pogonom
- Uređaj mora da omogući prihvatanje i izdavanje impulsnih komandi prebacivanja (uključeno/isključeno)
- Arhiviranje svih navedenih veličina u podesivom intervalu akvizicije (5 – 15 min)
- Mogućnost memorisanja svih merenih veličina i pripreme za slanje preko komunikacionog bloka
- Maksimalni kapacitet arhiviranja svih veličina do 7 dana

Komunikacija:

- Komunikacija se ostvaruje na zahtev centra upravljanja (CU) ED čime se automatski vrši prenos memorisanih podataka sa uređaja na računar u CU ED
- Komunikacija se ostvaruje i bez zahteva centra upravljanja u slučaju dejstva nekog od alarma u uređaju čime se automatski vrši prenos podatka sa uređaja na računar u CU ED.

U slučaju da se želi postići daljinsko očitavanje brojila, uređaj za akviziciju treba da prihvati podatke od udaljenih brojila i da ih prosledi ka centru upravljanja ED. Daljinsko očitavanje brojila je ogromna investicija koja podrazumeva zamenu svih klasičnih indukcionih brojila sa novim elektronskim koji poseduju i komunikacioni modem. Ugradnjom elektronskog brojila samo kod poslednjeg potrošača na NN izvodu (najveće slabljenje napona) osigurale bi se dobre naponske prilike duž čitavog NN voda.

4.1 KOMUNIKACIONI INTERFEJS

Uređaj za akviziciju i upravljanje treba da ima svoj eksterni komunikacioni modul (modem) u skladu sa ITU-T preporukama i brzinama prenosa u skladu sa određenim protokolom koji je u primeni u ED (IEC 870-5-101, Modbus...). Mogućnosti izbora nekog od komunikacionih puteva su velike: radio veza, GSM ili GPRS tehnologija, optika, iznajmljene parice ili PLC (power line communication). Od nabrojanih svi osim poslednjeg zahtevaju izgradnju ili zakup telekomunikacione infrastrukture.

Distributivne kompanije poseduju infrastrukturu za prenos energije ali je veoma malo koriste za prenos informacija. PLC služi za dvosmernu komunikaciju TS SN i centra upravljanja sa komunikacionim standardom IEC 61334-4-41.

Problem sa primenom PLC je do sada bilo maksimalno rastojanje koje informacija može da dobaci zbog slabljenja signala proporcionalno dužini i broju prelaznih kontakata. PL modemi savladaju do 2km po niskonaponskoj mreži i do 80km po 10 kV mreži u idealnim uslovima. Problemi koji se javljaju su uglavnom zbog slabih spojeva prelaznih kontakata. Za energiju pod visokim naponom to nije prepreka ali su to mesta velikih slabljenja za visoko frekventni signal. Rešenje je u jednostavnom dotezanju kontakata.

Dosadašnja svetska iskustva u korišćenju PLC-a su bila ograničena na monitoring i upravljanje distributivnom mrežom. Nova otkrića i razvoj u PL tehnologiji omogućavaju prenos internet komunikacija velikih brzina putem SN i NN distributivne mreže. BPL (broadband-over-power line) omogućava sasvim nove poslovne mogućnosti distributivnim kompanijama.

4.1.1 Protokoli za komunikaciju sa mernim uređajima.

U primeni su pored specifičnih protokola proizvođača mernih uređaja i sledeći standardni protokoli: IEC 62056-46; IEC 62056-62; ANSI C12.19; Veliko šarenilo u protokolima nametnulo je potrebu za standardizacijom. Saradnjom vodećih proizvođača mernih uređaja razvijen je protokol za komunikaciju sa daljinskim brojilima i uređajima za nadzor kvaliteta električne energije. DLMS UA 1000-2 (Distribution Line Message Specification).

DLMS UA 1000-2. Protokol podržava point to point i point to multi point komunikaciju, polu i pun duplex i asinhronu komunikaciju. Potpuno je adaptibilan u zavisnosti od vrste i količine podataka koji se prenose. Interfejs objekti su specifični za merni domen. Takođe sadrži i specijalne objekte za kontrolu pristupa i konfiguraciju komunikacionih kanala. Koristi se poznati koncept mernih funkcija: registrator energije, registrator opterećenja, profili, časovnik, tarife i drugo. Svaka informacija je jednoznačno određena na osnovu: logičkog imena, vrednosti i klase. DLM UA 1000-2 je protokol koji

obezbeđuje univerzalnost komunikacije i kompatibilnost sa ranije korišćenim protokolima. Podržava merne uređaje različitih proizvođača.

5 DOSADAŠNJA PRAKSA U AKVIZICIJI PODATAKA U ED BEOGRAD

Sadašnja metodologija akvizicije merenja iz TS SN/NN u Elektrodistribuciji Beograd zasniva sa na mobilnim registrujućim instrumentima i merenjem strujnim kličestima direktno na 0.4 kV izvodima. Merenja dobijena na ovaj način nisu se pokazala dovoljnim za nadzor kvaliteta isporučene el. energije.

5.1 Instrument za registrovanje opterećenja

Uređaj je mikroprocesorski kontroler namenjen merenju i akviziciji električnih veličina u TS 10/0.4 kV. Sadrži 12 strujnih i 3 naponska merna pretvarača i u kombinaciji sa strujnim mernim kličestima meri:

- 3 naizmjenične struje u opsegu 0-1000 A
- 9 naizmjeničnih struja u opsegu 0-300 A
- 3 naizmjenična napona u opsegu 180-250 V
- fazni pomeraj između napona i struje za svaki strujni ulaz

Uređaj može istovremeno arhivirati dijagrame sekundarnih struja sve tri faze transformatora, tri sekundarna fazna napona, struje devet niskonaponskih izvoda kao i njihove faktore snaga sa 5 ili 15 minutnom rezolucijom. Informacija o struji niskonaponskih izvoda se dobija pomoću strujnih kličesta prenosnog odnosa 300/30 mA i 1000/100 mA. Zavisno od rezolucije snimanja i željenih veličina za snimanje, uređaj može memorisati podatke u TS SN maksimalno od 4,5 - 24 dana. Zatim se prenosi do PC računara u koji se preko RS 232 interfejsa prenose podaci na dalju obradu i prikaz.

Merenja koja se dobijaju ovim instrumentom su upotrebljiva i daju dovoljno podataka za dalju analizu. S obzirom na samo dva raspoloživa instrumenta snimanje se primenjuje isključivo u TS u kojima je prijavljen neki problem.

5.2 Strujna kličesta

Strujna kličesta se koriste za merenje trenutne efektivne struje na sekundarnim izvodima u TS 10/0.4 kV. Problem sa ovakvim načinom merenja je samo jedan odbirak struje u proizvoljnom trenutku. Nepoznavanje oblika dnevnog dijagrama opterećenja i trenutka dnevnog maksimuma transformatora čine ovakvo merenje skoro neupotrebljivim. Jedina upotrebna vrednost ovog merenja je samo za određivanje reda veličine opterećenja i udela svakog 0.4 kV izvoda u ukupnom opterećenju SN transformatora.

6 SAVREMENI UREĐAJI ZA REGISTROVANJE KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Renomirane i poznate kompanije u svom proizvodnom programu sadrže i mobilne kao i fiksno-montažne uređaje. Svaka kompanija ima zaokružen i uglavnom zatvoren sistem u ponudi sa komunikacionim modulima i opcionalnom funkcionalnošću. Težište proizvoda za nadgledanje kvaliteta isporučene el. energije je za upotrebu u industrijskim i privrednim pogonima zbog veličine tržišta i veće mogućnost za profit. U ponudi postoje proizvodi za distributivne kompanije ali su to gotova i zatvorena rešenja koja uslovljavaju promenu čitavog 10 kV razvoda.

6.1 Mobilni (prenosni) uređaji

Prvenstvena namena ovih uređaja je za dijagnostiku i ispitivanje. Funkcionalnost je visoka i uključuje sledeće karakteristike:

- broj strujnih ulaza: 1-3
- broj naponskih ulaza 1-3 direktno na 230V
- merene veličine: U, I, f, P, Q, S, PF, W
- tačnost: od 0.5-1 % za U, I i 1-4% za P, W
- memorija 1-2Mb (4-20 dana)

- harmonijska analiza do 25 ili 50 harmonika i THD faktor
- dugotrajni propadi napona
- kratkotrajni propadi napona
- snimak poremećaja: efektivna vrednost ili talasni oblik
- software
- težina: od 0.5 kg do 2kg
- zaštita klasa III, IP 44 ili IP6
- Pribor: strujna klešta ili flexi strujna klešta od 200-2000A

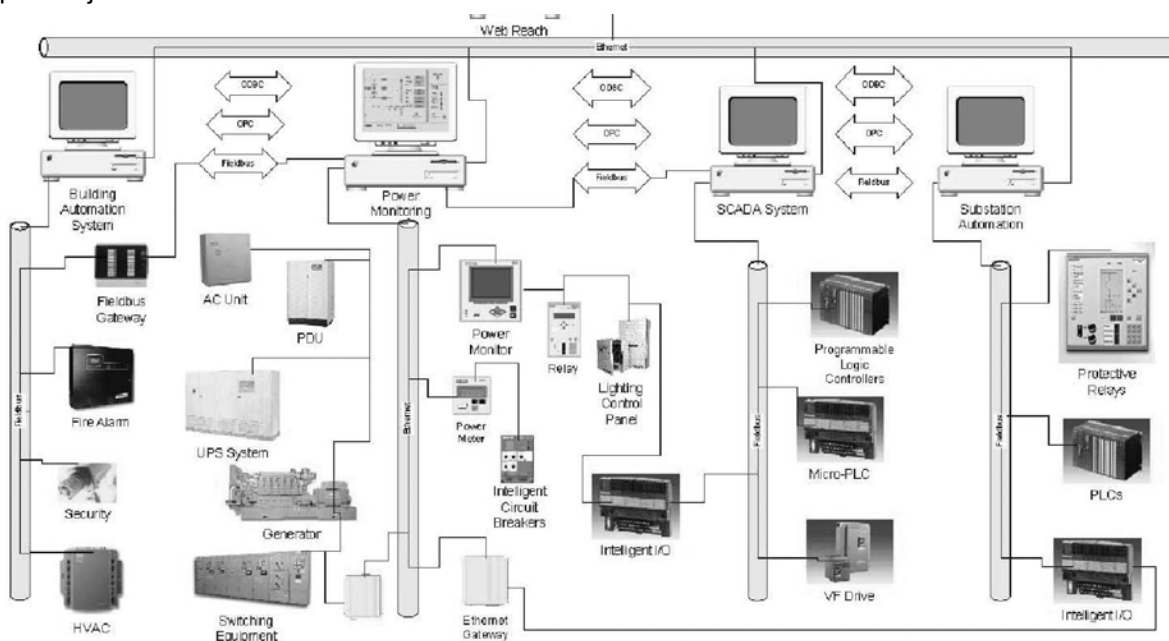
Cena: EUR 3000-4800

Na osnovu navedenih merenja uređaj izračunava: struju neutralnog provodnika; krest faktor za struju i napon (odnos maksimalne vrednosti struje ili napona i odgovarajuće efektivne vrednosti), faktor snage, prelazne pojave; totalno harmonijsko izobličenje. Postoji niz dodatnih funkcija koje se mogu zahtevati: grafički prikaz; alarmi; arhiviranje izmerenih vrednosti (do nekoliko dana); optički ili neki drugi komunikacioni interfejs. Uređaji u potpunosti odgovaraju IEC standardima (61000-4-15; 61000-4-7)

Loša strana ovih uređaja je što moraju biti ispravno povezani i u modu snimanja u trenutku kada se kvar ili problem pojavi. Mali broj strujnih ulaza ograničava širu primenu. Odlični su za detekciju specifičnih problema koji mogu da se pojave u mreži.

6.2 Fiksni (ugradni) uređaji

Širok proizvodni program sa raznolikom funkcionalnošću može da zadovolji potrebe privrednog kapaciteta sa kritičnim procesima rada. U ponudi se mogu naći digitalni uređaji sa standardnim mernim parametrima i moderni uređaji sa web server tehnologijom i ethernet vezom. Poseduju istu ili sličnu funkcionalnost kao i mobilni uređaji sa razlikom da neki tipovi omogućavaju i upravljanje mrežom. Stalan nadzor sa alarmima i listom događaja na određenom izvodu čini ove uređaje superiornijim.



Slika 1 – Integrirani sistem automatizacije, nadzora i kontrole kvaliteta el. energije

Integrirani sistem prikazan na Slici 1 sastoji se od sistema protivpožarne i bezbednosne zaštite, sistema nadzora kvaliteta električne energije, sistema za daljinsko upravljanje i sistema za automatizaciju TS. Ovde je prikazana većina uređaja upotrebljivih u svrhu akvizicije i automatizacije.

Da bi se primenilo ovakvo savremeno rešenje u TS SN/NN neophodno je zameniti razvodni SN blok savremenim RMU-om (Ring Main Unit). Neophodna oprema za automatizaciju TS SN/NN sa orijentacionim cenama je:

- RMU za dva dovodna SN polja sa prekidačem i zaštitnim relejom: 10.000 - 15.000 EUR.
- RTU (Daljinska stanica): 5.000-6.000 EUR
- Relay-Fault locator (detektor kvara): 3.000 – 6.000 EUR

Ukupno: cca 25.000 EUR/ TS

Ovakvo rešenje zahteva remont TS i veliko ulaganje. Obzirom na veliki broj distributivnih TS (Beograd- oko 5.600) rešenje je u potpunosti neisplativo.

6.3 Višefunkcionalna poluindirektna merna grupa (elektronsko brojilo)

Za merenja na transformatoru SN/NN može se iskoristiti i višefunkcionalno elektronsko brojilo predviđeno za poluindirektno trofazno priključenje na NN strani.

Pored merenja energija u više tarifa, brojila mogu da registruju električne veličine (srednja maksimalna snaga, fazni naponi, fazne struje) u podesivoj rezoluciji (5,10,15,20,60 minuta). Takođe priključenjem modema na savremeno elektronsko brojilo moguće je slanje podataka bilo kojim telekomunikacionim putem do centra upravljanja. U slučaju prekida komunikacije sa centrom upravljanja, interna memorija omogućava arhiviranje merenja u toku 7 dana.

Modifikacijom ovog brojila moguće je zadovoljiti sve tehničke specifikacije navedene u poglavlju 4 (Tehnički zahtevi za upravljanje i akviziciju u TS SN/NN). Cena tako modifikovanog brojila bez modema na tržištu je ukupno cca 150-250 EUR.

7 POWER LINE MODEMI I OTKLANJANJE KVAROVA

Postoje dve varijante u kojima se proizvode PL modemi. Prva je da modem određuje trenutak prolaska napona kroz nulu i u periodu od 100 μ s injektuje informacije visokih frekvencija. Ovo je vrlo jednostavan tehnološki postupak koji ne dopušta velike brzine komunikacije usled kratkog vremena ubrizgavanja informacija. Sam uređaj je jednostavan, jeftin za proizvodnju i pogodan za modifikaciju. Druga varijanta su visoko sofisticirani BPL (broadband power line) modemi za velike brzine protoka informacija kroz mrežu (internet).

Za potrebe nadzora i upravljanja dovoljna je prva varijanta PL modema. Izvesnom modifikacijom modem može postati i detektor kvara sa mogućnošću određivanja mesta kvara, na sledeći način:

- Injektovanjem informacionog signala po sva tri fazna provodnika SN voda.
- Dodavanjem modula za merenje reaktansi voda

Razlog komunikacije po sve tri faze je detekcija vrste i mesta kvara kao i održavanje komunikacije sa CU u slučaju kvara na jednoj ili dve faze. U normalnom režimu rada PL modem radi kao uređaj za prenos informacije. U slučaju kvara reaguje relejna zaštita u napojnoj SN ćeliji TS VN i ceo SN izvod pod kvarom ostaje bez napajanja. Modemi detektuju novo beznaponsko stanje i prelaze u novi režim rada. Međusobnom komunikacijom modemi određuju fazu ili faze u kvaru, određuju deonicu u kvaru i mere reaktanse pogođene faze. Reaktanse se šalju u centar upravljanja na dalju analizu i primenu modela za proračun lokacije kvara navedenih u poglavlju 3.2 (Lokacija kvara).

Slučaj jednostrukog ili dvostrukog zemljospoja. Komunikacija između dva modema u susednim TS sa međupoveznim vodom u kvaru je funkcionalna po zdravim fazama, dok je po uzemljenoj fazi komunikacija izgubljena. Time je detektovana vrsta kvara i određen model za izračunavanje mesta kvara (TABELA 1).

Slučaj dvofaznog kratkog spoja. Komunikacija svih modema na pogođenom SN izvodu sa CU ED je u funkciji. Modem šalje signal po pogođenoj fazi i signal mu se vraća po drugoj fazi. Time je tip kvara određen. Primenjuje se model izračunavanja za dvofazne i trofazne kratke spojeve.

Slučaj trofaznog kratkog spoja. Komunikacija modema koji se nalaze "iza" mesta kvara je u prekidu. Modemi ispred mesta kvara će i dalje biti u komunikaciji sa CU ED čime je tačno određena deonica u

kvaru. Modemi mere reeaktanse i šalju ih na dalju obradu. Mesto kvara i u ovom slučaju je određeno primenom modela za dvofazne i trofazne kratke spojeve.

Pretpostavljena cena modifikovanog PL modema sa navedenom funkcionalnošću je ukupno 200 EUR

8 ZAKLJUČAK

Sa brzim razvojem elektronike uređaji sa više integrisanih funkcija postaju sve popularniji i zastupljeniji. Registratori, relejni uređaji i merni uređaji su zasnovani na tri fazna merenja struje i napona, a sve ostalo radi hardver i softver. Isti slučaj je i sa brojilima, broj funkcija koje brojila mogu da obavljaju brzo raste. Sve funkcionalne zahteve navedene u poglavlju 4 (Tehnički zahtevi za upravljanje i akviziciju u TS SN/NN) može da zadovolji višefunkcionalna poluindirektna merna grupa sa daljinskim čitanjem i power line modemom za komunikaciju. Cena modifikovane merne grupe ne prelazi 300 EUR dok je pretpostavljena cena modifikovanog PL modema sa funkcijom određivanja kvara oko 200 EUR. Za opremanje postojeće TS SN/NN sa jednim transformatorom i dva dovodna SN polja je reda 500 – 600 EUR ako se računa i kupovina motora za sklopka-rastavljače. Ovo u poređenju sa 25.000 EUR za rekonstrukciju ovog tipa TS je velika ušteda. Pored cene funkcionalnost koja se dobija je tačno određena specifičnim potrebama distributivnog preduzeća, dok se pri kupovini od renomiranih proizvođača merne opreme može dobiti samo ono što je u ponudi. Svaki dodatni zahtev je uslovljen veoma skupom doplatom za određeni modul ili uređaj.

9 LITERATURA

1. DMS grupa, 2004, "Studija -izbor koncepcije upravljanja elektrodistributivnom 10 kv mrežom Elektrodistribucija – Beograd"
2. Mr Mustafa Čečo, 2002, "Ispitivanje zemljospoja u 10 kV mreži" -CIRED,