

NEKE PRIMENE GOOSE MEHANIZMA I PROTOKOLA IEC 61850 KOD ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA

P. Smiljić, JP EPS - PD "Elektrovojvodina" - Sektor eksploatacije Uprave, Srbija

UVOD

Među najsloženijim automatikama u tipskom 20 kV postrojenju, po podlogama Elektrovojvodine, je automatika zemljospojnog prekidača. Poseban problem predstavlja naknadna ugradnja zemljospojnog prekidača zbog blokada koje bi trebalo ostvariti između zemljospojnog prekidača i izvoda u postrojenju.

Kod novih trafostanica 110/20 kV gde se koristi protokol IEC 61850 za komunikaciju na nivou stanice, znatno je olakšana implementacija zemljospojnog prekidača i pomenutih blokada.

Ova konstatacija je zasnovana na mogućnosti da se preko lokalne optičke računarske mreže i protokola IEC61850 realizuju sve blokade između izvoda i zemljospojnog prekidača. To je, takozvana, horizontalna komunikacija između uređaja na nivou trafostanice (GOOSE poruke).

GOOSE PORUKE – HORIZONTALNA KOMUNIKACIJA

GOOSE mehanizmom je omogućena razmena poruka direktno između samih uređaja u poljima velikom brzinom (<4ms). Samim tim, žičane blokade između uređaja na trafostanici mogu se zameniti GOOSE porukama preko optičkog LAN-a. Ovo zahteva mnogo manje posla oko ćelijskih međuveza (dovoljan je optički LAN), ali znatno veće angažovanje i poznavanje računarskih mreža od strane sistem integratora, odnosno inženjera koji se bave zaštitom i upravljanjem.

Na rekonstruisanom postrojenju TS 110/35/20 kV Nova Crnja postavljene su nove ćelije 20 kV i 35 kV sa mikroprocesorskom zaštitom, kao i ćelija zemljospojnog prekidača. Horizontalnom komunikacijom preko optičkog LAN-a, između izvodnih ćelija i zemljospojnog prekidača ostvarene su blokadne funkcije:

- blokada ZP od ručnog uključanja izvoda (M42)
- ubrzano isključenje izvoda, posle neuspešnog pokušaja ZP da prekine zemljospoj (128)

Kada se određene blokadne funkcije realizuju isključivo preko optičkog LAN-a (bez izvedenih žičnih blokada), onda je sa aspekta zaštite i automatizacije, od značaja razmatrati monitoring i pouzdanost

Predrag Smiljić, EPS-P.D. "Elektrovojvodina" - Sektor eksploatacije Uprave, Bulevar oslobođenja 100, 21000 Novi Sad (predrag.smiljic@ev.rs)

računarske mreže, na nivou stanice.

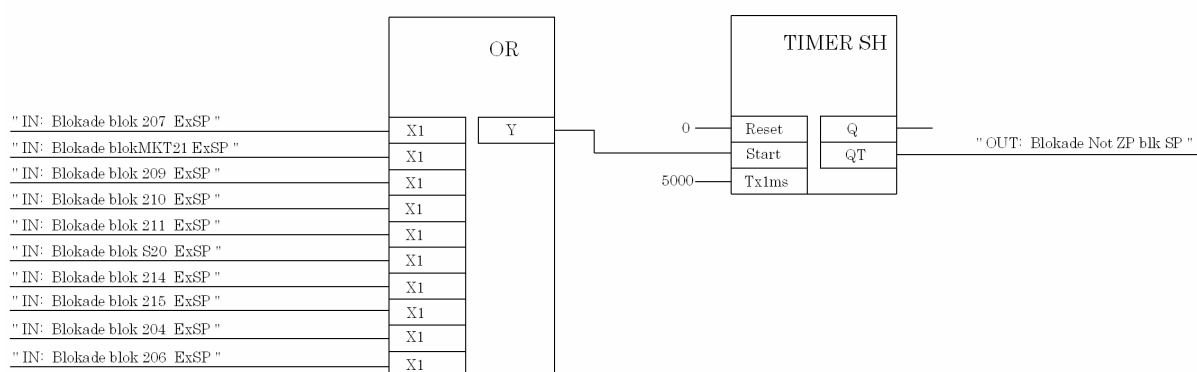
Protokol IEC 61850 omogućava samodijagnostiku svih elemenata računarske mreže (komunikatora), kao i prenosnih optičkih puteva.

Izborom nekih od struktura LAN-a možemo postići određeni stepen redundanse u odnosu na otkaze elemenata mreže i/ili prenosnog puta. Time se očuvava funkcionalnost međuveza i blokada realizovanih GOOSE porukama između uređaja u poljima.

Sa ovog aspekta, preporučene konfiguracije mreže su : dupla zvezda i dvostruki prsten. Kod ovih topologija, otkaz jednog elementa u mreži ne narušava funkcionalnost celog sistema, sa aspekta horizontalne komunikacije i blokadnih funkcija ostvarenih preko GOOSE mehanizma.

BLOKADA ZEMLJOSPOJNOG PREKIDAČA (ZP) OD RUČNOG UKLJUČENJA IZVODA (SIGNAL M42)

Ova blokada treba da spreči rad ZP od uključanja izvoda na već postojeći zemljospoj. Ostvarena je tako što se signal **Manul close** (ručno uključenje izvoda), preko GOOSE mehanizma šalje automatici ZP i blokira je u određenom vremenu (5sec).



SLIKA 1 – BLOKADA ZP OD RUČNOG UKLJUČENJA

Testiranje ove blokade je izvedeno tako što je napravljen strujni krug : strujni izvor, rezervni pomoćni radni kontakt prekidača izvoda, kroz obuhvatni trafo u izvodnoj ćeliji i sekundarni strujni ulaz struje zemljospoja u rele ZP. Testiranje je izvršeno u dva koraka:

1.korak: Uključiti prekidač u izvodu 20 kV, čime se zatvara strujno kolo (čeka se puštanje struje preko ispitnog kofera). Potrebno je stvoriti naponski uslov za odradu ZP (oboriti napon jedne faze u uređaju ZP ispod prorađne vrednosti, sekundarno). Zatim, pustiti prorađnu struju ZP preko strujnog kofera. Zemljospojni prekidač bi trebao da uključi i isključi „pogođenu“ fazu.

2. korak: Sve isto uraditi, samo struju kroz petlju uspostaviti uključanjem prekidača u izvodu (preko pomoćnog radnog kontakta, strujni kofer već radi). Sada ZP ne bi trebao da odradi, iako ima struju neutrane i pad napona u jednoj fazi (prepoznat zemljospoj), jer će ga blokirati signal **Manual close** (ručno uključenje) koji mu preko GOOSE mehanizma stiže iz izvodne ćelije. Time smo sprečili prorađu ZP prilikom uključanja izvoda na zemljospoj.

UBRZANO ISKLJUČENJE IZVODA, POSLE NEUSPELOG POKUŠAJA ZP DA PREKINE ZEMLJOSPOJ (128)

Od nastanka zemljospoja u 20 kV mreži, do kraja ciklusa zemljospojnog prekidača prođe od 200ms-250ms : sačeka se 50 ms od detekcije zemljospoja (da bi se isfiltrirao čist zemljospoj) i zatim se daje nalog za uključenje jednog pola ZP. Vreme uključenosti ZP je kompromis između potrebnog vremena da se prekine zemljospoj u mreži i izbegavanja prerastanja kvara u višefazni kratki spoj (sa ili bez zemlje). To prvenstveno zavisi od stanja mreže i uklopnog stanja. Eksperimentalno je utvrđeno da u

20 kV mrežama Elektrovojvodine, optimalno vreme uključenosti ZP između 120-150 ms. Kad se na ova vremena dodaju još vremena relea, prekidača i pomoćnih kontakata (oko 40 ms), dobija se ukupno vreme trajanja ciklusa ZP od 200 ms-250 ms. Uzimajući ovo u obzir, podešenje zemljospojne zaštite izvoda se podešava na 300 ms-500 ms.

Nakon neuspelog pokušaja ZP da prekine zemljospoj, zemljospojna zaštita izvoda će isključiti kvar. Problem je što se zaštita u izvodu za vreme uključenosti pola ZP restartuje i počinje ponovo da meri svoje vreme nakon završetka ciklusa ZP, što znatno produžava trajanje kvara na izvodu. Da bi izvod momentalno isključio zemljospoj, nakon neuspelog pokušaja ZP, u automatici ZP se formira signal 128 koji se nakon naloga za isključenje ZP šalje svim izvodima u trajanju od 1 sec. Ako neki od izvoda u tom vremenu ima pobuđenu svoju zemljospojnu zaštitu, dolazi do automatskog isključenja tog izvoda. Ovaj signal (128) se formira u mikroprocesorskom uređaju ZP u trenutku kad se daje nalog za isključenje ZP i preko GOOSE mehanizma LAN-om se šalje do svih izvoda u mreži. U svakom od izvoda se signal 128 dovodi na „I“ – kolo sa pobudom zemljospojne zaštite i odvodi direktno na binarni izlaz za isključenje izvoda.

Testiranje je izvršeno na sledeći način:

1.korak: Povezati strujni krug: sekundarna struja I_n u releu ZP, pomoćni radni kontakt prekidača u ćeliji izvoda i strujni kofer.

2.korak: U sekvenceru se naprave 2 sekvence:

I sekvenca – normalno pogonsko stanje, fazni naponi su sekundarno 57V, a struja neutrale $I_n=0A$, trajanje $t_1=7sec$

II sekvenca – pad napona u jednoj fazi ispod proradne vrednosti (30V), struja neutrale preko proradne vrednosti ZP i zemljospojne zaštite u izvodu (sekundarno 3A), trajanje 700ms.

U ovoj sekvenci će doći do prorade ZP i pobude zemljospojne zaštite u izvodu. Nakon ukupnog vremena od oko 200ms od početka sekvence ZP će završiti svoj ciklus i poslati signal 128, preko horizontalne komunikacije na sve relea u izvodima. Pošto nismo prekinuli struju zemljospoja koju sekundarno dajemo strujnim koferom na izvod i ZP, zemljospojna zaštita u izvodu će i dalje biti pobuđena i čim stigne signal 128 iz ZP, isključiće dati izvod. To će se desiti neposredno po završetku ciklusa ZP (oko 220ms od početka sekvence kvara).

3.korak: Prekuniti optičku vezu izvoda i ZP, a potom ponoviti test. U ovom slučaju, bez ubrzanja, izvod će isključiti za 500ms (koliko je podešenje zemljospojne zaštite). U realnom slučaju, do isključenja će doći još kasnije (za trajanje ciklusa ZP, oko 200 ms) jer će za vreme prorade ZP doći do restartovanja zemljospojne zaštite u izvodu. Tako da bi se u realnom pogonu kvar isključio tek za oko 700ms-750ms. U nekim mrežama, ovo je nedopustivo dugo trajanje zemljospoja zbog potencijalno opasnog napona koraka i dodira.

VERTIKALNA KOMUNIKACIJA (MMS PORUKE)

Vertikalna ili MMS komunikacija na nivou trafostanice podrazumeva razmenu poruka između zaštitno-upravljačkih uređaja na nivou polja sa nadređenim centrom upravljanja (SCADA računar). Ova komunikacija je takođe realizovana optičkom LAN mrežom preko protokola IEC 61850.

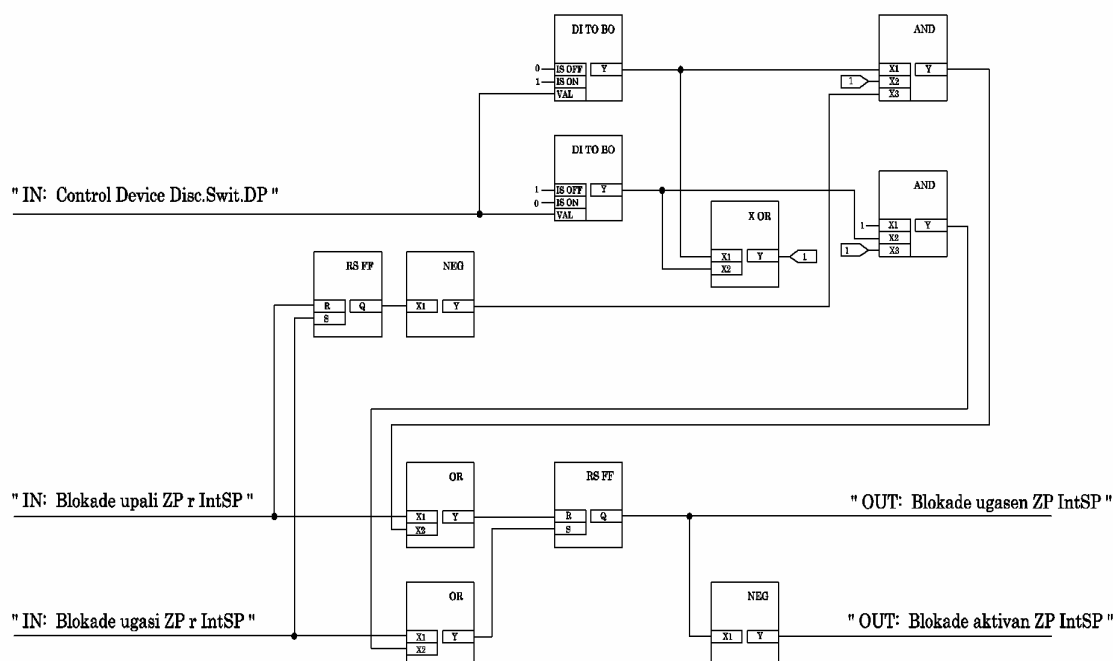
Preko ovog protokola, omogućeno je upravljanje iz Dispečerskog centra u celoj trafostanici. Između ostalog, po prvi put je na objektima Elektrovojvodine omogućeno upravljanje automatikom ZP, odnosno da li želimo da ZP radi ili želimo da sprečimo rad ZP u nekom periodu (traženje kvara na izvodu...).

Išlo se logikom da se automatika ZP može uključiti/isključiti i iz dispečerskog centra (ili staničnog računara), ili sa samog mikroprocesorskog uređaja u niskonaponskom delu ćelije ZP (na licu mesta).

Primenjen je princip da se sa onog mesta gde se automatika ZP isključi, odatle mora i uključiti.

Na primer, ako je automatika ZP isključena na samom releu (na licu mesta), ne može se daljinski uključiti. Takođe, ako se isključi iz dispečerskog centra, ne može se staviti u pogon sa samog uređaja.

Time je ispoštovan princip **sigurnosti** rada na trafostanici, gde ne može da dođe do neželjenog uključenja sa drugog mesta upravljanja.



SLIKA 2 – KOMANDOVANJE RADOM ZP SA LICA MESTA I DALJINSKI

Problem je bio testirati funkcionalnost ove logike. Komanda koja treba da stigne iz dispečerskog centra (uključi/isključi automatiku ZP) je **Double point** tipa. Znači da taj signal komande iz centra može da ima sledeća stanja:

00	Nedefinisano stanje komande
10	Uključena automatika ZP
01	Isključena automatika ZP
11	Nedefinisano stanje komande

Stanja 00 i 11 su nedefinisana stanja koja mogu nastati kada se iz određenih razloga izgubi komunikacija relea ZP i nadređenog centra. Problem može da nastane ako se automatika ZP isključi iz Centra i u međuvremenu dođe do prekida komunikacije između Centra i relea ZP. Po principu da se automatika uključuje samo sa mesta gde je isključena, ispada da se ZP ne može staviti u pogon, dok se ponovo ne uspostavi komunikacija relea ZP sa nadređenim centrom. Zato je u šemi na slici 2, upotrebljena logika sa XOR kolom i RS flip-flopom, koja omogućava da se u slučaju gubitka komunikacije, automatika ZP ipak može uključiti sa samog relea.

Da bi ovo testirali, u trenutku kada nadređeni centar upravljanja (SCADA) još nije postavljena, iskoristili smo signal **stanja kolica** u ćeliji ZP, koji je istog tipa kao i signal komande is SCADA (**Double point**). Postavljajući signal **stanja kolica** u svrhu testiranja, umesto signala **radZP** dobili smo sledeću funkcionalnost:

00-kolica u međupoložaju	Nedefinisano stanje komande
10 –kolica uvučena	Uključena automatika ZP
01-kolica izvučena	Isključena automatika ZP
11- kolica u međupoložaju	Nedefinisano stanje komande

U položaju kolica izvučena (01), postaje aktivan signal **ugašenZP** koji blokira komandu uključenja bilo

kog pola ZP i pali LED1 (što je nama indikacija da je automatika ZP isključena). Tada, probamo da proradimo ZP pobuđujući ga simulacijom zemljospoja u njegovim sekundnim ulazima i konstatujemo da ZP ne uključuje ni jedan pol. Takođe, pokušavamo da automatiku ZP vratimo u rad sa funkcionalnim tasterom na samom releu (uključenje automatike na licu mesta) i konstatujemo da LED1 i dalje svetli, što znači da je automatika ZP i dalje blokirana. Kada kolica uvučemo (10), simuliramo komandu iz nadređenog Centra – uključena automatika ZP i odmah primećujemo da LED1 više nije aktivan. To znači da je aktivan signal – **upaljen ZP**. Simulacijom zemljospoja konstatujemo da ZP ponovo vrši uključenje pola faze pogođene zemljospojem. Da bi testirali gubitak komunikacije, prvo izvučemo kolica (komanda- isključena automatika ZP), pa ih zatim oteramo u međupoložaj (00 ili 11). Automatika ZP je u tom trenutku isključena (aktivan LED1), a komunikacija je prekinuta (00 ili 11). Zatim probamo da uključimo automatiku ZP sa funkcionalnim tasterom određenim za uključenje sa samog relea i konstatujemo da se LED1 gasi, što znači da je ponovo aktivna automatika ZP. Time smo završili testiranje funkcionalnosti upravljanja radom ZP, mnogo pre nego što je postavljeno i uspostavljeno daljinsko upravljanje u samoj stanici.

ZAKLJUČAK

Trafostanica 110/35/20 kV „Nova Crnja“ je treća po redu trafostanica na području Elektrovojvodine gde se koristi protokol IEC 61850. Sve dužim korišćenjem i boljim poznavanjem ovog protokola, došli smo do mnogih poboljšanja u samoj realizaciji upravljanja i zaštite na trafostanici. Izrazito složena automatika u ovoj trafostanici, koja pored zemljospojnog prekidača, mora da reši problem rada izvoda u različitim tipovima mreža (kad je napajanje sa 110/20 kV transformatora – izvodi rade u uzemljenoj mreži, a kad se napaja sa 35/20 kV trafoa – izvodi rade u izolovanoj mreži). GOOSE mehanizmom i horizontalnom komunikacijom je postignuto da izvodi sami prepoznaju u kakvoj mreži rade i u odnosu na to primenjuju odgovarajući princip zaštite od zemljospoja.

Prednosti ovog protokola dolaze do izražaja kod dogradnje i rekonstrukcije elektroenergetskih objekata, gde je nekad čak i nemoguće na konvencionalan način ispoštovati sve zahteve zaštite i upravljanja. Indirektno, time deo posla projektanata i izvođača prelazi na inženjere zaštite, što zahteva njihovu dodatnu obuku u oblasti računarskih mreža i komunikacijama na trafostanici.

LITERATURA

1. IEC 61850 Standardi
2. Đurić M, 2003, "Relejna zaštita", " BEOPRES", Beograd