

Dejan Paić mag.ing.el.
LUKA-TEST d.o.o.
dejan.paic@luka-test.hr

Luka Užar mag.ing.el.
LUKA-TEST d.o.o.
Luka.uzar@luka-test.hr

PRIMJER IZVOĐENJA BLOKADA I ISKLJUČENJA IZMEĐU UREĐAJA RELEJNE ZAŠTITE RAZLIČITIH PROIZVOĐAČA POMOĆU IEC 61850 KOMUNIKACIJSKOG PROTOKOLA I GOOSE PORUKA

SAŽETAK

Opisan je primjer iz prakse gdje je uspostavljena komunikacija između uređaja relejne zaštite različitih proizvođača koji se nalaze u dvije trafostanice različitih naponskih nivoa.

Komunikacija između uređaja relejne zaštite ostvarena je preko mrežnih preklopnika spojenih pomoću optičkog kabela, a blokade i isključenja ostvareni su preko IEC 61850 komunikacijskog protokola korištenjem GOOSE poruka. Prikazano je kako bez SCADA sustava ostvariti komunikaciju između dvije trafostanice kod kojih nije moguće žičano ostvariti blokade i isključenja.

GOOSE poruke omogućile su da informacije s jednog uređaja relejne zaštite budu prenesene na drugi i obratno.

Ključne riječi: IEC 61850, GOOSE, komunikacija, relejna zaštita, isključenja.

EXAMPLE OF INTERLOCKING AND TRIPPING BETWEEN RELAY PROTECTIONS DEVICES OF DIFFERENT MANUFACTURES OVER IEC 61850 COMMUNICATION PROTOCOL AND GOOSE MESSAGE

SUMMARY

A practical example is described where communication has been established between relay protection devices of different manufacturers located in two substations of different voltage levels.

Communication between relay protection devices is achieved via network switches connected by an optical cable, interlocking and trips are achieved through the IEC 61850 communication protocol using a GOOSE message. It is shown how without SCADA system achieve communication between two substations where the interlocks and trip cannot be wired.

GOOSE messages enable information from one relay protection device to be transferred to another and vice versa.

Key words: IEC 61850, GOOSE, communication, relay protection, trip.

1. UVOD

U sklopu ispitivanja relejne zaštite i „Power Motor Control Centar“ (PMCC) panela na projektu „Azerikimya modernization project“ u Azerbajdžanu, za komunikaciju između postrojenja na niskom naponu (NN) i postrojenja na srednjem naponu (SN) korišten je IEC 61850 komunikacijski protokol. Nazivni napon NN postrojenja je 0,4 kV, a nazivni napon SN postrojenja iznosi 6 kV. Postrojenje na niskom naponu napaja se preko dva transformatora pojedinačne snage 1 MVA. U normalnom pogonu sabirnice NN postrojenja napajaju se istovremeno preko oba transformatora. Svaki transformator napaja po jednu sekciju dok je sekcijski prekidač otvoren.

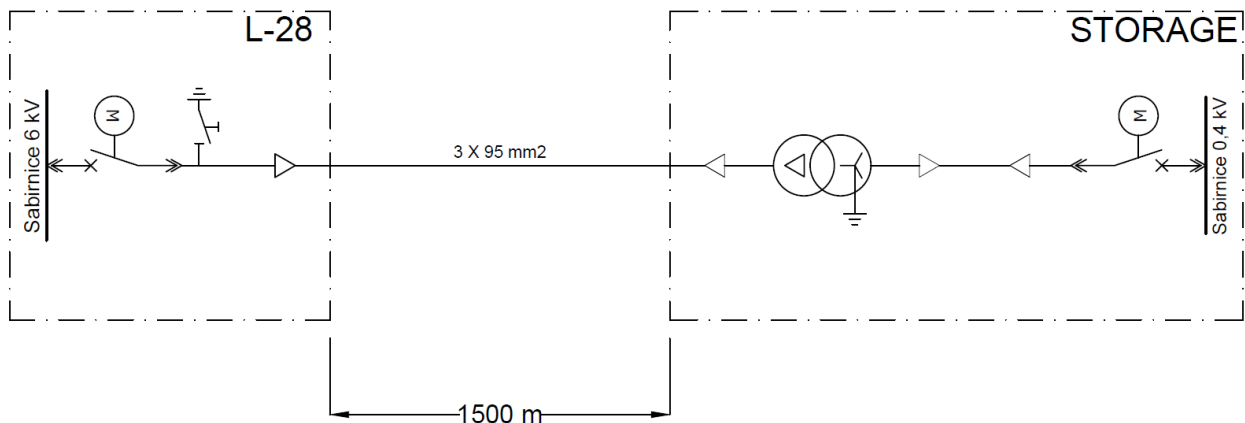
Na području sektora „EP-300“, koje obuhvaća projekt, „Supervisory Control And Data Acquisition“ (SCADA) sustav nije implementiran, te je komunikacija između postrojenja izvedena spojem optičkog kabela preko mrežnih preklopnika između uređaja relejne zaštite. Velika udaljenost od 1.5 km, između NN postrojenja STORAGE i SN postrojenja L-28 onemogućila je da se blokade i isključenja izvedu klasičnim žičanim putem. Na svim ostalim postrojenjima, koji se nalaze u istom sektoru, blokade i isključenja izvedeni su žičano bakrenim vodičima.

IEC 61850 protokolom povezani su uređaji relejne zaštite koji su različitog tipa i različitih proizvođača. Na NN postrojenju STORAGE instalirani su uređaji relejne zaštite tvrtke Schneider Electric dok su na SN postrojenju L-28 instalirani uređaji relejne zaštite tvrtke THYTRONIC.

GOOSE poruke IEC 61850 komunikacijskog protokola omogućile su međusobne blokade i isključenja između NN i SN postrojenja. Referatom je prikazan način kako su uređaji relejne zaštite povezani i kako je IEC 61850 komunikacijski protokol uspješno implementiran u sustavu gdje ne postoji SCADA.

2. BLOKADE I ISKLJUČENJA

Međusobne blokade između prekidača, te blokade između uzemljivača i rastavljača nisu izvedene žičano zbog pada napona koji prelazi 10% od nazivnog istosmjernog napajanja kojim se napajaju krugovi upravljanja. Blokade i isključenja izvedeni su putem optičkog kabela (FO) i IEC 61850 protokola. Jednopolna shema povezanosti trafostanica prikazana je Slikom 1.



Slika 1. Jednopolna shema trafostanica

Blokade između prekidača izvedene su tako da se uklop prekidača na SN postrojenju omogući samo ako je prekidač na NN postrojenju otvoren. Nije dozvoljen uklop SN prekidača ako je NN prekidač zatvoren. Uklop NN prekidača moguć je samo ako je SN prekidač zatvoren. Onemogućen je uklop prekidača ako je SN prekidač otvoren.

Uzemljivač na SN postrojenju može se zatvoriti samo ako je NN prekidač u krajnjem položaju - rastavljen. NN prekidač ima dvije funkcije, služi kao prekidač i kao rastavljač. Ako je prekidač u krajnjem položaju odnosno izvučenom položaju, onda je prekidač fizički odvojen od sabirnice te se smatra da je rastavljen.

Isključenja sa NN postrojenja se šalju prema SN postrojenju i obratno. Kada se dogodi kvar na NN postrojenju, isključi se prekidač te se isključenje šalje prema SN postrojenju. Također, ako se dogodi kvar na SN postrojenju otvara se SN prekidač i GOOSE porukom se isključenje šalje na NN postrojenje kako bi se otvorio i NN prekidač.

Zaštita kabela i transformatora ostvarena je s relejnim uređajem zaštite THYTRONIC koji je instaliran na SN postrojenju. Tablica I. prikazuje blokade i deblokade između SN i NN postrojenja.

Tablica I. Blokade i deblokade

NN postrojenje	SN postrojenje
Prekidač u položaju OFF	Deblokiraj uklop prekidača
Prekidač u položaju ON	Blokiraj uklop prekidača
Prekidač u krajnjem položaju, rastavljen	Deblokiraj uklop uzemljivača
Prekidač u servis položaju	Blokiraj uklop uzemljivača
SN postrojenje	NN postrojenje
Prekidač u položaju OFF	Blokiraj uklop prekidača
Prekidač u položaju ON	Deblokiraj uklop prekidača

3. PRORAČUN PADA NAPONA NA KABELU ZA BLOKADE I ISKLJUČENJA

U trafostanici koristi se 110V istosmjerni napon za upravljanje i signalizaciju, napajanje numeričkih releja i druge sekundarne krugove. Proračunom je prikazan iznos pada napona na kabelu.

Pad napona na kabelu računa se prema formuli:

$$\Delta U_v = \rho \cdot \frac{2 \cdot l}{S} [V] \quad (1)$$

gdje su:

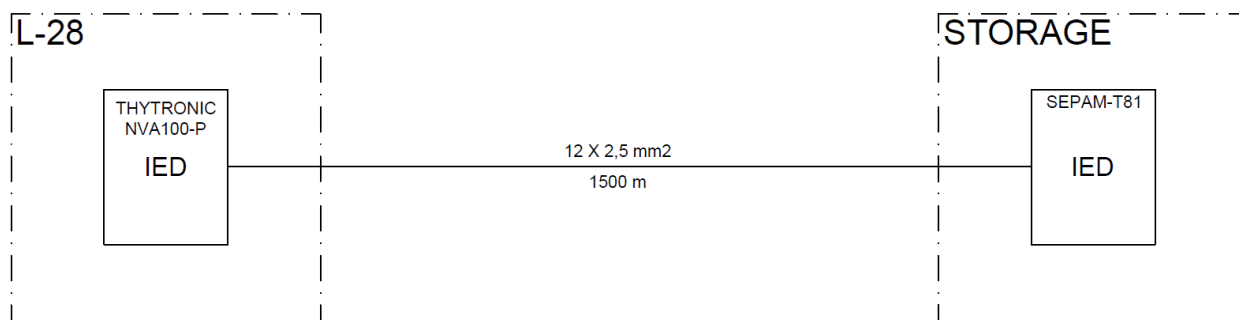
ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	specifični otpor vodiča od bakra,
<i>Faktor 2</i>	povratni vod,
l [m]	dužina vîda,
S [mm ²]	presjek vîda.

Specifični otpor vodiča od bakra iznosi 0,0175 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, dužina bakrenog vodiča koji je potreban za ostvarivanje blokada i isključenja između trafostanica je 1500m, a presjek vodiča je 2,5mm². Uvrštavanjem navedenih vrijednosti izračunava se pad napona ΔU_v . Pad napona ΔU_v iznosi:

$$\Delta U_v = 0,0175 \cdot \frac{2 \cdot 1500}{2,5} = 21 [V]$$

Ukupni pad napona na bakrenom vodiču je 21V, a to iznosi 19,1%. Dozvoljena tolerancija pada napona iznosi $\pm 10\%$ što znači da izračunati pad napona prelazi dozvoljene granice.

Upotrebom kabela presjeka 4 mm² pad napona na bakrenom vodiču iznosi 13,13 V, izraženo u postocima pad napona je 11,93 % što i dalje ne zadovoljava kriterij $\pm 10\%$.



Slika 2. Prikaz spoja uređaja relejne zaštite preko vodiča

Slika 2. prikazuje direktan spoj između dva releja preko bakrenog vodiča čija je dužina 1500 m. U ovom slučaju, binarni izlaz na jednom od releja direktno je spojen na binarni ulaz na drugom releju. Na ovaj način se uglavnom izvode blokade, deblokade i isključenja između postrojenja. Zbog velike udaljenosti i pada napona na kabelu od 19,1% ovo rješenje se nije moglo primijeniti.

4. IEC 61850 KOMUNIKACIJSKI PROTOKOL I GOOSE PORUKE

IEC 61850 protokol omogućuje integraciju svih funkcija zaštite, upravljanja, mjerenja i praćenja pomoću jednog zajedničkog protokola. Pruža mogućnost brzih povezivanja između trafostanica i postrojenja, podstanica, međusobnih blokada i drugih funkcija koje su potrebne za komunikaciju između uređaja relejne zaštite. Dobro definirane komunikacijske usluge za većinu najnovijih izazova i zadataka, čini standard ključnim elementom u modernom sustavu trafostanica.

IEC 61850 protokol definira poseban jezik temeljen na XML-u koji se koristi za opisivanje postrojenja i elemenata trafostanica zvanih SCL (Substation Configuration Language). Ovim se jezikom mogu opisati različite razine trafostanica i postrojenja, tako da mogu postojati različite datoteke kao što su:

- ICD (IED Capability description) – definira svojstva IED-a (Intelligent Electrical Device)
- SSD (System Specification Description) – sadrži potpunu specifikaciju za automatizaciju trafostanice i postrojenja, uključujući jednopolni dijagram trafostanice i postrojenja te njezine funkcionalnosti (logical node)
- SCD (Substation Configuration Description) – sadrži sve podatke o trafostanici i postrojenju, komunikaciji i IED-ima.
- CID (Configured IED description) – datoteka koja se koristi za komunikaciju između alata za konfiguraciju IED s IED-om.

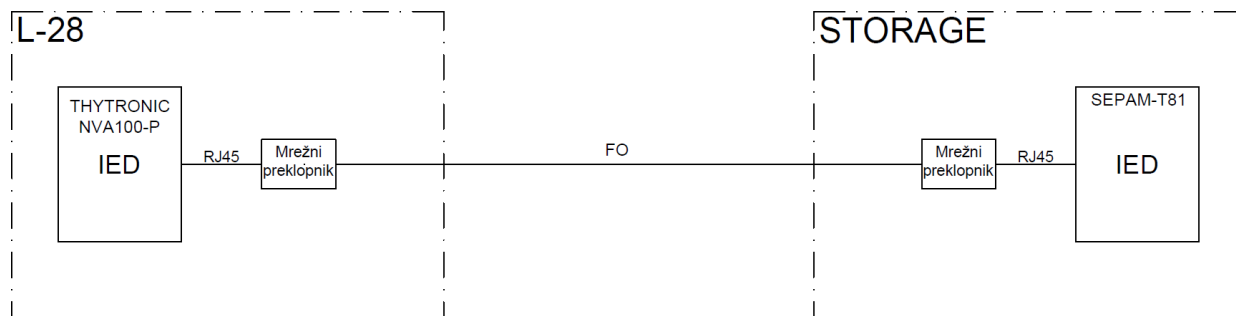
Standardom je definiran GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event) protokol kao oblik komunikacije između pošiljatelja i primatelja (publisher/subscriber). Ovaj se protokol koristi za razmjenu podataka između IED-ova u sustavima postrojenja i trafostanica.

GOOSE protokol je temeljen na događajima. Koncept GOOSE komunikacije je da pošiljatelj povremeno šalje poruke, a kada se dogodi neki događaj (isključenje, blokada...) šalje niz poruka s novim podacima. Budući da je protokol temeljen na pošiljatelj/primatelj, ne postoji potvrda da je poslana poruka ispravno zaprimljena od strane primatelja, stoga poslani niz poruka minimizira šansu gubitka poruke.

Sve poruke su poslagane po temama. Primatelj prima sve poruke iz sustava, ali filtrira i analizira samo poslane poruke unutar pretplaćene teme. Za uspješno uspostavljanje GOOSE komunikacije svi uređaji koji komuniciraju putem GOOSE poruka moraju biti na razini iste LAN mreže.

5. KOMUNIKACIJA

Kako SCADA sustav nije implementiran za komunikaciju između uređaja relejne zaštite konfigurirana je jedna LAN mreža tako da uređaji relejne zaštite na oba dvije trafostanice pripadaju istoj LAN mreži.



Slika 3. Shema spoja uređaja relejne zaštite preko optičkog kabela

Optičkim kablom povezani su mrežni preklopnici preko kojih uređaji relejne zaštite komuniciraju između sebe koristeći IEC 61850 protokol i GOOSE poruke.

Na NN postrojenju STORAGE instaliran je uređaj relejne zaštite tvrtke Schneider Electric tip SEPAM-T81 (slika 4.) dok je na SN postrojenju L-28 instaliran uređaj relejne zaštite tvrtke THYTRONIC tip NVA 100-P (slika 5.). Oba uređaja imaju implementiran IEC 61850 protokol.



Slika 4. Uređaj relejne zaštite - Schneider Electric



Slika 5. Uređaj relejne zaštite - THYTRONIC

Za komunikaciju između uređaja relejne zaštite i uspješno slanje GOOSE poruka konfiguriran je GOOSE kontrolni blok u kojem su definirani signali koji se šalju. Konfiguracija signala i kontrolnog bloka radi se pomoću software-a za IEC 61850 protokol. Svaki proizvođač ima svoju verziju softwarea za konfiguraciju.

Konfigurirane GOOSE poruke koje šalje relej SEPAM T-81:

- S80RI_GGIO1.TS16.stVal – Isključenje prema SN postrojenju
- S80RI_GGIO1.TS17.stVal – NN prekidač u položaju OFF
- S80RI_GGIO1.TS18.stVal – NN prekidač izoliran
- S80RI_GGIO1.TS19.stVal – Isključenje prema SN postrojenju, djelovanje temperaturne zaštite 49T
- S80RI_GGIO1.Health.stVal – Komunikacija prema SN postrojenju

Konfigurirane GOOSE poruke koje šalje relej NVA 100-P :

- CTRL.VOUT_GGIO1.Ind13.stVal – Dozvola uklopa NN prekidača
- CTRL.VOUT_GGIO1.Ind14.stVal – Isključenje prema NN postrojenju
- CTRL.VOUT_GGIO1.Ind15.stVal – Komunikacija prema NN postrojenju

Pomoću softwera za konfiguraciju IEC 61850 protokola stvara se CID file za svaki uređaj relejne zaštite u kojem su sadržani svi podaci o releju kao i GOOSE poruke.

Definiranje GOOSE poruka koje relej prima potrebno je konfigurirati u softwerau pomoću CID datoteke drugog relejnog uređaja. Kako bi SEPAM T-81 čitao poruke koje mu šalje relej NVA 100-P, u softwera za konfiguraciju učitava se CID datoteka relejnog uređaja NVA 100-P u kojem su već definirane GOOSE poruke koje taj relej šalje.

GOOSE poruke koje uređaj relejne zaštite prima dalje se prosljeđuju ili na binarne izlaze ili na logiku releja.

Kod uspostavljene komunikacije između relejnih uređaja jedan prema drugome šalju GOOSE poruke o komunikaciji. Relej SEPAM T-81 prema releju NVA 100-P šalje GOOSE poruku S80RI_GGIO1.Health.stVal, a u suprotnom smjeru relej NVA 100-P šalje GOOSE poruku CTRL.VOUT_GGIO1.Ind15.stVal. Sve dok jedan i drugi relej čitaju poruke komunikacija između dva uređaja je ostvarena. Ako dođe do prekida i relej više ne prima GOOSE poruku o statusu komunikacije, komunikacija je izgubljena i signalizira se alarm na svakom od releja.

ZAKLJUČAK

Blokade i isključenja između postrojenja i trafostanica ključni su za sigurnost i sigurnu manipulaciju. Osiguravaju siguran rad pogonskom osoblju i smanjuju rizik od mogućih nesreća i nenamjernih energizacija.

Međusobno povezivanje uređaja relejne zaštite različitih proizvođača omogućeno je IEC 61850 protokolom. Protokol omogućava potpunu automatizaciju sustava.

GOOSE poruke jedna su od značajki IEC 61850 protokola. Omogućuju preko ethernet mreže brzu i jednostavnu razmjenu podataka i statusa između uređaja na razini čitave trafostanice i postrojenja.

Na primjeru koji je prikazan u referatu, blokade i isključenja između postrojenja nisu realizirani ožičavanjem preko bakrenog vodiča zbog pada napona koji prelazi dozvoljeni prag tolerancije od 10% nazivnog DC napona za upravljačke krugove. Povezivanjem uređaja relejne zaštite optičkim kabelom i korištenjem GOOSE poruka, uspješno su izvedene blokade i isključenja između postrojenja. Na ovaj način osiguran je siguran rad postrojenja i smanjen rizik od nesreća.

Primjenom protokola omogućuje se standardizacija svih uređaja na razini trafostanice, a time efikasnu i brzu komunikaciju preko Ethernet mreže.

6. LITERATURA

- [1] <https://www.se.com/ae/en/download/document/SEPED306024EN/>
- [2] <https://www.automation.com/en-us/articles/2003-1/iec-61850-power-industry-communications-standard>
- [3] IEC 61850 Communication Networks and System in Substations – Part 5: Communication requirements for functions and device models, srpanj 2003.