

## **SISTEM ZA NADZOR TRANSFORMATORSKIH STANICA**

Željko Kuvač, Kvazar, Srbija  
Novo Ristić, Kvazar, Srbija  
Miroslav Ristić, Kvazar, Srbija  
Mijatović Ljubica, FTN Novi Sad, Srbija

### **KRATAK SADRŽAJ**

Rad obrađuje jednu mogućnost nadzora malih transformatorskih stanica. Pod terminom mala transformatorska stanica podrazumeva se stanica koja ima manji broj signala koji su relevantni za njen rad, npr. TS SN/SN. U prvom delu rad prikazuje način prikupljanja signala iz postrojenja i njihov prikaz na nadzornoj ploči ili na nekom drugom mestu u trafo stanici. Posebno su obrađeni signali statusa pojedinih elemenata TS i merenja u TS. U drugom delu pokazana je mogućnost prenos signala iz TS u centar upravljanja i njihova obrada. Ono što preporučuje ovakav sistem je njegova relativno niska cena. Zbog ovoga je rečeno da se koristi u malim trafo-stanicama iako se on može koristiti i u velikim transformatorskim stanicama. Obično se manje transformatorske stanice smatraju manje važnim pa se posvećuje manja pažnja njihovom nadzoru. O ovome smo dali svoje mišljenje u zaključku.

Ključne reči: signal, transformatorska stanica, signalni tablo, komunikacioni uređaj.

---

<sup>1</sup> Željko Kuvač, Kvazar Beograd, Pazinska br.6, tel: 011/2465-247

## UVOD

U savremenom društvu posedovanje informacije donosi nam veliku korist. Informacija dobijena u pravo vreme može da nam bitno smanji vreme potrebno za rešavanje nekog problema i smanji troškove. Ova konstatacija može se primeniti i na elektroenergetiku. Primer za ovu tvrdnju je kvar na nekom od delova elektroenergetskog sistema, npr. kratak spoj na srednjenaponskom vodu. Kratak spoj se mora što pre eliminisati da bi se zaštitila oprema i ljudi. Metode za ovo su poznate i razrađene pa se tim nećemo baviti. Predmet našeg interesovanja je informacija koja nam kaže koji je vod isključen, razlog isključenja voda ( kratak spoj) i eventualno mesto kvara. Jasno je informaciju treba da dobije relevantna osoba. Nemamo nikakvu korist ako je informaciju dobio, odnosno vidio svojim očima kvar, neki čobanin. On ne može da preduzme radnje potrebne za eliminaciju kvara. Ako informaciju dobije nadležno lice onda će kvar biti eliminisan u najkraćem mogućem vremenu. Nadzor znači da u svakom trenutku odnosno za vreme pogonskih događaja imamo informaciju o stanju delova sistema. Pogonski događaj je promena nekog stanja. Primetimo da ovde govorimo o nadzoru, a ne o upravljanju tako da možemo konstatovati poželjno je dobiti informaciju što pre, ali nije nužno da to bude u tkz. realnom vremenu. Rad tretira nadzor transformatorskih stanica. Transformatorske stanice koje nadziremo definisali smo kao male transformatorske stanice. Male transformatorske stanice su one koje imaju malo relevantnih signala za njihov rad ( npr. 32 signala statusa i 8 mernih signala). Normalno sistem se može primeniti i na veće trafo stanice, naročito u delu lokalnog nadzora, ali delu daljinskog nadzora treba dodati i deo daljinskog upravljanja što nismo razmatrali. Jasnije rečeno ovaj imenovali smo ga sistem može da se primeni na velike posednute stanice i male neposednute stanice. Glavna prednost ovakvog sistema je njegova relativno niska cena.

## NADZOR TRANSFORMATORSKIH STANICA

**Lokalni nadzor.** Nadzor u TS je lokalni nadzor. Nadzor je ovde vizuelni i zvučni. Vizuelni nadzor se ostvaruje posmatranjem određenih svetlosnih signala i mernih instrumenata. Zvučni nadzor se ostvaruje tako što se aktivira neki od zvučnih organa ( truba, zvono i sl.) u slučaju nekog havarijskog stanja. Signali na osnovu kojih vršimo nadzor mogu biti signali statusa i merni signali. Signal statusa je signal koji nam kazuje stanje nekog aparata, npr. prekidač isključen, aktivirana kratkospojna zaštita, preopterećen transformator i sl. Merni signali su rezultati merenja električnih veličina, npr. struja na vodu, napon na sabirnicama i sl. Razdvojimo lokalni nadzor na dva dela: nadzor signala statusa i nadzor mernih signala.

**Signali statusa.** Signali statusa mogu biti:

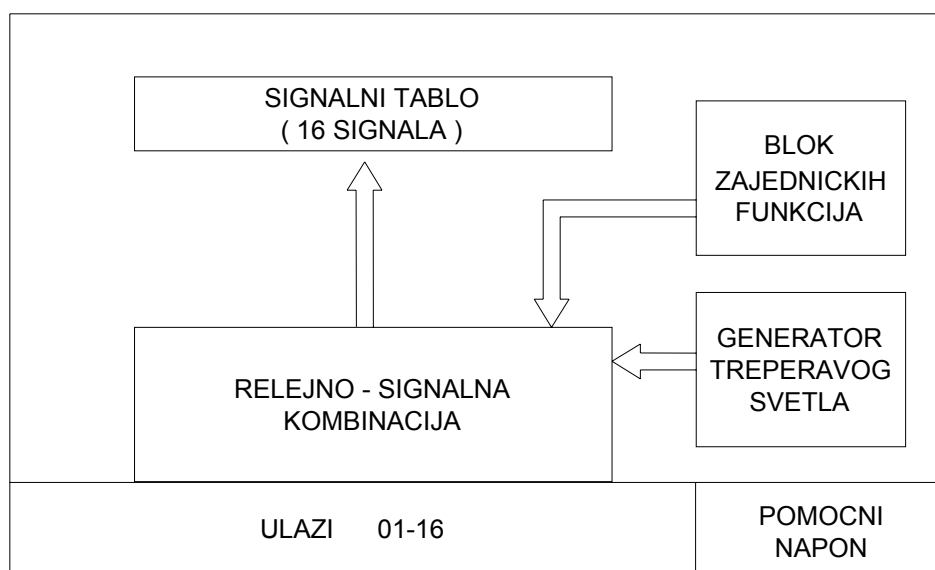
- a) Signali statusa koji jednostavno pokazuju stanje aparata bez obzira šta je to stanje izazvalo, npr. prekidač isključen. Grupu ovakvih signala označimo sa Sa.
- b) Signali kvara koji pokazuju neko havarijsko stanje, npr. kratak spoj na vodu. Deo sistema koji je aktivirao ovakav signal mora biti isključen. Grupu ovakvih signala označimo sa Sb.
- c) Signali poremećaja ili opasnog pogonskog stanja, npr. preopterećenje transformatora. Ovo stanje nije havarijsko ali treba preduzeti mere kako ovo stanje ne bi prešlo u havarijsko. Grupu ovakvih signala označimo sa Sc.

Ovde nećemo ulaziti u način pravljenja signala samo konstatujemo da su ovo signali tipa 0-1. Usvojimo da je aktivno stanje 1. Primetimo da isto stanje aparata može biti u jednom slučaju 1, a u drugom 0, npr. potrebno je da signaliziramo uključjenje – isključenje prekidača. Ako je prekidač uključen imamo prvi signal 1 ( prekidač uključen), a drugi signal je 0 ( prekidač nije isključen). Signali dolaze sa raznih mesta i sa raznih aparata u TS ali ih je preporučljivo dovesti do jednog centralnog mesta. Na ovom centralnom mestu signali se obrađuju i rezultat njihove obrade se prezentira na nekom mediju (svetlosni indikatori, signalni tablo, računar i sl.) Naš sistem podrazumeva prikaz na centralnom signalnom tablu. Signali se obrađuju tako što se aktiviranje nekog signala uzrokuje uključjenje odgovarajućeg svetlosnog signala koji svetli treperavim svetlom (može da bude i mirno svetlo ako se zahteva) i zvučnog signala. Kada se aktivira neki signal postupak je sledeći:

- a) Ako je prisutan čovek u TS on treba pritiskom na taster RESET ZVUKA da isključi zvučni organ koji mu je dao znak da je došlo do promene stanja u TS. Ako čovek nije prisutan ili nije aktivirao taster zvučni organ će se posle nekog vremena (npr. 60s) isključiti.
- b) Kad se resetuje zvuk, na bilo koji način, prilikom pristupa nadzornoj ploči ( signalnom tablu) očitaju se aktivirani signali. Značajno je naglasiti da se ova faza ne sme preskočiti. Nije redak slučaj da se ovo preskoči pa se stisne taster RESET SVETLA.

- c) RESET SVETLA je radnja koja se obavlja posle očitavanja signala.
- d) Posle RESET SVETLA svetlosni signali koji su bili prolazni, signal je postojao pa je nestao npr, aktiviranje neke zaštite, će nestati. Trajni signali, signali koji traju pri RESET SVETLA, će davati dalje svetlosni signal samo će treperavo svetlo preći u mirno svetlo.
- e) Mirno svetlo aktivirano trajnim signalom, prema gornjoj definiciji, će nestati pri nestanku pobude.

U datom sistemu uređaji za prijem, obradu i prikazivanje signala nalaze se u sklopu jedinstvenog uređaja. Ranije je bila praksa da su posebni uređaji ( prostorno razmešteni ) tkz. relejno - signalna kombinacija, generator treperavog svetla i signalni tablo. O nekim drugim tehničkim karakteristikama ovakvog uređaja, npr. nominalni napon i pomoćni napon, nećemo diskutovati. Jasnije rečeno nominalni i pomoćni napon može se izabrati u raznim kombinacijama. Slika 1. predstavlja šematski prikaz uređaja za 16 signala.



Slika 1.

Na kraju diskusije o signalima statusa dajmo samo nekoliko preporuka koje se odnose na odabir signala na nadzornoj ploči ( signalnom tablu ). Signali tipa "Sa" imaju dva relevantna stanja, npr. pominjani primer prekidač isključen – uključen. Signalizaciju oba stanja treba da imamo na ćeliji prekidača, a na signalnom tablu potrebno je pokazati jedno stanje ( prekidač isključen). Signali "Sb" predstavljaju havarijsko stanje pa ih je potrebno grupisati tako da budu što uočljiviji. Ako postoji više signala sa raznih delova elektroenergetskog sistema, npr. kratkospojna, prekostrujna i zemljospojna zaštita na nekoliko odvoda nije loše praviti tako zvanu matricu signala zbog bolje preglednosti i uštede prostora. Matrica signala može da bude kao u tabeli 1. Ako se aktivira signal 7 iz tabele znamo da se pobudila kratkospojna zaštita na vodu 3.

TABELA 1 – MARTICA SIGNALA

	I>>	I>	I <sub>0</sub> >
<b>VOD 1</b>	1	2	3
<b>VOD 2</b>	4	5	6
<b>VOD 3</b>	7	8	9
<b>VOD 4</b>	10	11	12

**Merni signali.** Da bi vršili nadzor u TS potrebno je pored signala statusa pratiti i merne signale, odnosno signale koji reprezentuju stanje električnih veličina. Uobičajno stanje je da u okviru TS postoje merni uređaji, uglavnom analogni instrumenti. Ako govorimo o malim transformatorskim stanicama onda su ovo uglavnom ampermetri i voltmetri. Instrumenti su prostorno razmešteni u odgovarajućim ćelijama što i nije neki problem, ali imamo bolju situaciju ako se svi ti instrumenti nalaze na jednom mestu. U ovom sistemu mi zbog mogućnosti lakšeg daljinskog prenosa i digitalizacije signala predlažemo korišćenje jednog centralnog instrumenta koji meri osam električnih veličina (struje i naponi). Tasterom se može izabrati merna veličina koju želimo da očitamo na lokalnom displeju. Prilikom očitavanja nije nam potrebna neka velika brzina, odnosno istovremeno posmatranje više veličina, pa očitavanje možemo da vršimo na ovaj način. Ako postoji potreba može se ugraditi instrument sa dva ili više displeja. Nema potrebe naglašavati da sa više instrumenta možemo povećati broj mernih veličina koje pratimo, ali je potrebno naglasiti da merenje struje vršimo Rogovskim kalemom prema literaturi (4).

**Daljinski nadzor.** Ranije smo govorili o lokalnom nadzoru odnosno nadzoru u okviru TS. Ovo je dovoljno ako je TS posедnuta, ali nije zadovoljavajuće rešenje ako je TS neposедnuta. U ovom slučaju, pogotovo za male TS, imamo u centru upravljanja u najboljem slučaju zbirni signal koji nam govori da se nešto desilo u TS. Razna dešavanja u TS ne traže istu reakciju. U slučaju jednog signala radimo na jedan način, a u slučaju drugog signala na drugi način. Zbog ovoga kažemo da bi odlična situacija bila kad bi sliku sa nadzorne ploče imali u centru upravljanja. Postoje razni načini za daljinski prenos signala. Mi smo u ovom sistemu izabrali GSM ( Global System for Mobbille communication) prenos. Imamo jedan uređaj koji u sebi sadrži GSM modul koji je predajnik. Kao prijemnik možemo da koristimo običan mobilni telefon ili isti uređaj kao i predajnik. Komunikacija između predajnika i prijemnika, bez obzira kakav on bio, obavlja se putem SMS ( Short Message Service) poruka. Da bi se poruka poslala treba nešto da inicira njeno slanje. Inicijalizacija se može desiti na dva načina: signalom iz TS ili zahtevom iz centra upravljanja, ranije označenom kao prijemnik. Promena stanja u TS aktivira pored svetlosnih signala i zvučnih signala u okviru TS i slanje SMS poruke. Uzmimo primer da se prekidač Q1 isključi. U ovom slučaju dobijemo u centru upravljanja poruku sadržaja: "TS Beli Potok: Prekidač Q1 isključen".

Naravno nešto je moralo inicirati isključenje prekidača npr. kratkospojna zaštita na izvodu Suvi Bor. U ovom slučaju bi trebalo da šaljemo dve poruke, a da se ovo ne bi dešavalo prilikom prvog događaja sačekamo 5s pa onda više poruka upakujemo u jednu poruku i kao takvu šaljemo. Za navedeni slučaj poruka će glasiti:

*TS Beli Potok: I>> izvod Suvi Bor  
Prekidač Q1 isključen*

Poruka se šalje samo kod pojavljivanja određenog signala. U datom primeru prvi signal je prolazni, a drugi je trajni. Iako je prekidač i dalje isključen neće se slati nove poruke, ali ako se šalje poruka inicirana nekim novim signalom npr. preopterećenje transformatora onda ćemo dobiti obaveštenje i da je prekidač Q1 isključen. Ovo su poruke inicirane signalom iz TS. Poruke inicirane iz centra upravljanja mogu da budu poruke statusa ili poruke merenja. Ako iz centra upravljanja pošaljemo u TS poruku (Status) ili stisnemo odgovarajući taster iz TS dobijamo odgovor, ako nijedan signal nije aktiviran:

*TS Beli Potok:*

Jasna je situacija da ako je neki od signala aktiviran da ćemo dobiti poruku koji je to signal. Merni uređaj, ranije pomenut, i ovaj uređaj za prenos su povezani preko RS 232. Merni uređaj stalno šalje rezultate merenja sa svih osam kanala u komunikacioni uređaj. Ako iz centara upravljanja u TS pošaljemo poruku (Merenje) ili stisnemo odgovarajući taster dobijemo iz TS odgovor sa rezultatima merenja:

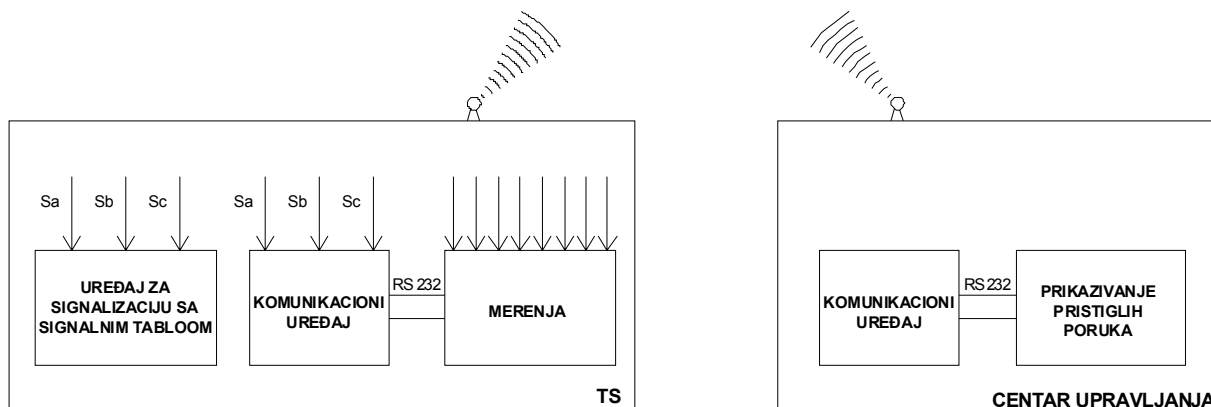
*TS Beli Potok:*

$I_1=$	100 A
$I_2=$	50 A
.....	
$I_6=$	92 A
$U_1=$	100 V
$U_8=$	226 V

Detalje vezane za podešavanje uređaja za slanje i prijem poruka nećemo objašnjavati. Nećemo se baviti ni načinom zaštite poruka ali na ova oba pitanja na zahtev možemo odgovoriti.

Svaki korisnik može da odredi prijemnik u centru upravljanja. Najbolja varijanta po našem mišljenju je komunikacioni uređaj u centru upravljanja koji je vezan preko RS 232 na neki računar ili SCADA

sistem. Moguća je veza komunikacionog uređaja sa signalnim tablom i displejom. U ovom slučaju praktično imamo preslikanu situaciju iz TS. Značajno je naglasiti da jednim uređajem u centru upravljanja možemo ostvariti vezu sa više TS (odnosno sa više komunikacionih uređaja u raznim TS). Moguća varijanta je da komunikacioni uređaj iz TS (predajnik) šalje poruke i na komunikacioni uređaj u centru upravljanja i na neki mobilni telefon. Na slici 2. je predstavljena principijelna šema veza sistema nadzora malih transformatorskih stanica.



Slika 2.

## ZAKLJUČAK

Nadzor TS predstavlja veliki značaj za ispravno funkcionisanje EES. Danas većina velikih TS ima ugrađen integrisani sistem daljinskog nadzora i upravljanja. Problemi nastaju kada se radi o manjim TS. Ove TS smatraju se kao manje značajne tako da im se poklanja manja pažnja. Ovo se odnosi pre svega na ulaganja. Za ovakve TS smatraju se skupim ulaganjima ugradnja sistema daljinskog upravljanja i nadzora. Cilj nam je bio da prevaziđemo ove probleme predlogom jednog dosta jednostavnog i efikasnog sistema. Male TS mogu da budu dosta udaljene od centra upravljanja pa cena jednog ovakvog sistema može da se pokrije samo kroz nekoliko bespotrebnih odlazaka do TS. Ovaj sistem nam omogućuje i dosta brže lociranje kvara. Ovde se diskutovalo o celokupnom sistemu ali pojedini delovi sistema mogu samostalno da se koriste. Jasno je da možemo posebno bez obzira na neke druge delove sistema koristiti signalni uređaj, signalni tablo, merni instrument ili komunikacioni uređaj. Nadamo se da smo ovim svojim predlogom sistema za nadzor dali ideju za jednostavno rešenje nadzora malih TS.

## LITERATURA

1. Ž.Kuvač, N.Ristić, 2006, "Analiza metoda za detekciju mesta kvara u SN mrežama", "JUKO CIRED", Zlatibor 2006.
2. Ž.Kuvač, N.Ristić, 2006, "Oprema za prenos informacija pri detekciji deonice u kvaru u SN mrežama", "JUKO CIGRE 13. simpozijum Upravljanje i telekomunikacije u EES", Tara 2006.
3. Ž.Kuvač, N.Ristić, 2004, "Detekcija deonice u kvaru u SN mrežama", "JUKO CIRED", Herceg-Novi 2004.
4. Ž.Kuvač, K.Vukasović, N.Ristić, 2003, "Nekonvencionalni strujni senzor", "JUKO CIGRE", Teslić 2003.