

Zamena SCADA sistema na TS Ledinci 110/35/20 kV

V.Nešić „Institut Mihajlo Pupin“ Srbija
D.Vojnović „Elektrovojvodina D.O.O.“ Srbija
A.Car „Institut Mihajlo Pupin“ Srbija
V.Vučurević „Institut Mihajlo Pupin“ Srbija
Z.Golubović „ED Jugoistok“ Srbija

UVOD

Rad opisuje praktična iskustva i neka tehnička rešenja prilikom zamene SCADA sistema u jednoj TS 110/35/20 kV. Rad je podeljen u nekoliko celina kao što su:

1. Opis početnog stanja pre zamene SCADA sistema, problemi koji su postojali i razlozi za zamenu.
2. Proizvodna ograničenja koja su morala da budu ispoštovana u toku zamene SCADA sistema.
3. Realizacija zamene sistema, sa osvrtom na probleme koji su bili poznati pre i otkriveni tokom zamene SCADA sistema.
4. Opis novog SCADA sistema.
5. Korisnička iskustva posle zamene SCADA sistema.
6. Zaključak autora po pitanju opisane zamene.

Ključne reči: LON, SPA, IEC 870-5-101

INTRODUCTION

This paper describes some practical experiences and technical solutions during the exchange of SCADA system in TS 110/35/20 kV. It is divided into several parts such as:

1. Description of the initial state before replacing the SCADA system, list of problems and reasons for replacement
2. Production constraints that had to be fulfilled during the replacement of the system
3. Realization of the new system implementation, with a focus on the problems that were known before and those that were discovered during that process (changing the SCADA systems).
4. Description of the new SCADA system.
5. Exploitation experience in SCADA systems after replacement.
6. Conclusion about the described replacement of the SCADA system

Key words: LON, SPA, IEC 870-5-101

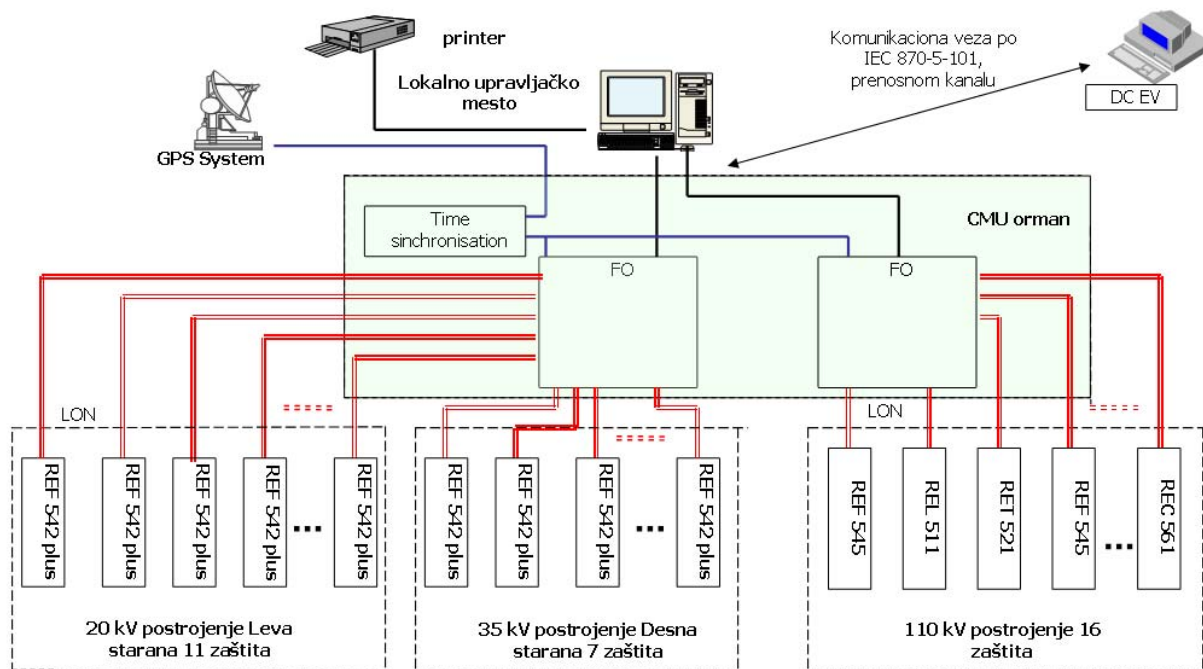
Opis početnog stanja pre zamene SCADA sistema, problemi koji su postojali i razlozi za zamenu

Rekonstruisana trafostanica 110/35/20 kV Novi Sad 1 (Ledinci), nakon funkcionalnog ispitivanja je puštena u rad decembra 2005 godine. Dominantan komunikacioni protokol u samoj trafostanici je bio LON (Local Operation Network) čija je mrežna platforma isključivo namenjena za upravljanje u industriji. Ovaj protokol je našao široku primenu u komunikaciji sa uređajima pre svega u inteligentnim zgradama. Inače samo postrojenje je bilo podeljeno u dva funkcionalna segmenta.

Prvi segment je obuhvatao zaštitno upravljačke uređaje na ćelijama 110 kV strane koje su bili povezani preko optičkih vlakana sa SCADA sistemom. Na blok šemi sa slike 1 ovaj blok je predstavljen na desnoj strani crteža i po svome obimu je obuhvatao skoro 50% od ukupnog broja zaštitnih uređaja u postrojenju. Ono što je glavna karakteristika ovog segmenta je značajan broj tipskih uređaja kao što su: REF 545, REL 511, RET 521 i REC 561 što u ukupnoj sumi daje 80% tipskih zaštitnih uređaja u postrojenju.

Drugi segment je obuhvatao postrojenje 35 i 20 kV strane, sa ukupno 18 zaštitnih uređaja i to 11 na 20 kV strani i 7 na 35 kV strani. Karakteristika ovog segmenta je ta da sami zaštitni uređaji na sebi nemaju displej nego da su u tu svrhu korišćeni posebni HMI uređaji koji su preko serijskog kabla bili povezani sa samim zaštitnim uređajima tipa REF 542 plus. Ono što karakteriše ovaj deo postrojenja je veliki broj uređaja istog tipa (REF 542 plus).

U oba ova segmenta za komunikaciju zaštitnih uređaja i lokalne SCADA-e korišćen je LON protokol, dok je kao veza lokalne SCADA-e sa nadređenim dispečerskim centrom Elektro Vojvodine korišćen standardni IEC 870-5-101 protokol (slika 1).



Slika 1 Blok šema TS Ledinci pre rekonstrukcije

Vremenska sinhronizacija je vršena distribucijom signala tačnog vremena od GPS uređaja, stacioniranog u ormanu CMU, preko starcoupler-a do svih zaštitnih i upravljačkih uređaja. Na slici 1 komunikacione linije koje su bile namenjene za sinhronizaciju tačnog vremena su prikazane plavom bojom.

Problemi u eksploataciji koji su ujedno i razlozi za zamenu starog SCADA sistema u postrojenju mogli bi se svesti pod sledeće:

1. Nedostatak tehničke podrške od strane proizvođača opreme instalirane u samom postrojenju

2. Tadašnji lokalni SCADA sistema u TS-u, je bio jedinstven na celom distributivnom sistemu Elektro Vojvodine, što je samim tim znatno otežavalo održavanje istog od strane svih tehničkih službi ovog preduzeća
3. Nemogućnost definisanja potpune redundanse prenosnog puta od postrojenja ka centru upravljanja, tako da je bilo neophodno da se fizički manuelno prebacuje komunikacija sa žičnog na radio prenosni put kako bi se proverila ispravnost redundantnog prenosnog puta.
4. U procesu komandovanja rasklopnom opremom postojao je povremeno problem zato što komanda nije mogla da se izvršava naročito na 20 i 35 kV strani postrojenja. Uvidom u arhivske liste SCADA sistema u centru upravljanja moglo se videti da je u procesu komandovanja dolazilo do odbijanja komade od strane lokalne SCADA-e u postrojenju, bez jasnog razloga za to.

Proizvodna ograničenja koja su morala da budu ispoštovana u toku zamene SCADA sistema.

Zbog gorenavedeih problema, naručilac posla, preduzeće Elektrovojvodina, je pristupilo zameni postojećeg lokalnog SCADA sistema i to samo u delu za daljinski nadzor i upravljanje. Ovo je podrazumevalo zamenu kompletne opreme u ovom delu sistema, dok su zaštitni uređaji zadržani iz starog sistema.

Jedna od glavnih specifičnosti zamene ovog sistema sigurno su bila i proizvodna ograničenja koja su morala biti ispoštovana za sve vreme trajanja projekta:

1. Obezbediti neprekidno napajanje potrošača. Ovo je ujedno i glavno proizvodno ograničenje koje je moralo biti ispoštovano. Shodno tome, udarni termini radova na samom objektu su bili na početku i na kraju letnjeg perioda, kada je i opterećenje mreže bilo najmanje.
2. Nemogućnost zamene postojećih zaštitnih funkcija na samoj zaštiti, koja je u slučaju 110 kV strane postrojenja išla do te mere da nije bila odobrena ni promena komunikacionih parametara signala u zaštiti
3. Relativno nizak prioritet projekta koji se ogledao u nešto težem obezbeđivanju podrške visokostručnih lica, kao što su zaštitari, i lica zaduženih za daljinski nadzor i upravljanje u Elektrovojvodini. Ovo su ujedno bili i otežavajuće okolnosti i prilikom planiranja angažovanja ljudstva u IMP Automatici po pitanjima implementacije i razvoja komunikacionih protokola.
4. Značajna redukcija vremena testiranja na 110 kV strani koja je u nadležnosti EMS-a i precizno unapred određeni rokovi i satnica testiranja.
5. U glavnom centru upravljanja nismo želeli da menjamo komunikacione adrese signala po IEC 870-5-101 protokolu, kako bi smanjili mogućnost greske i bili u mogućnosti da se uvek vratimo na prethodni SCADA sistem

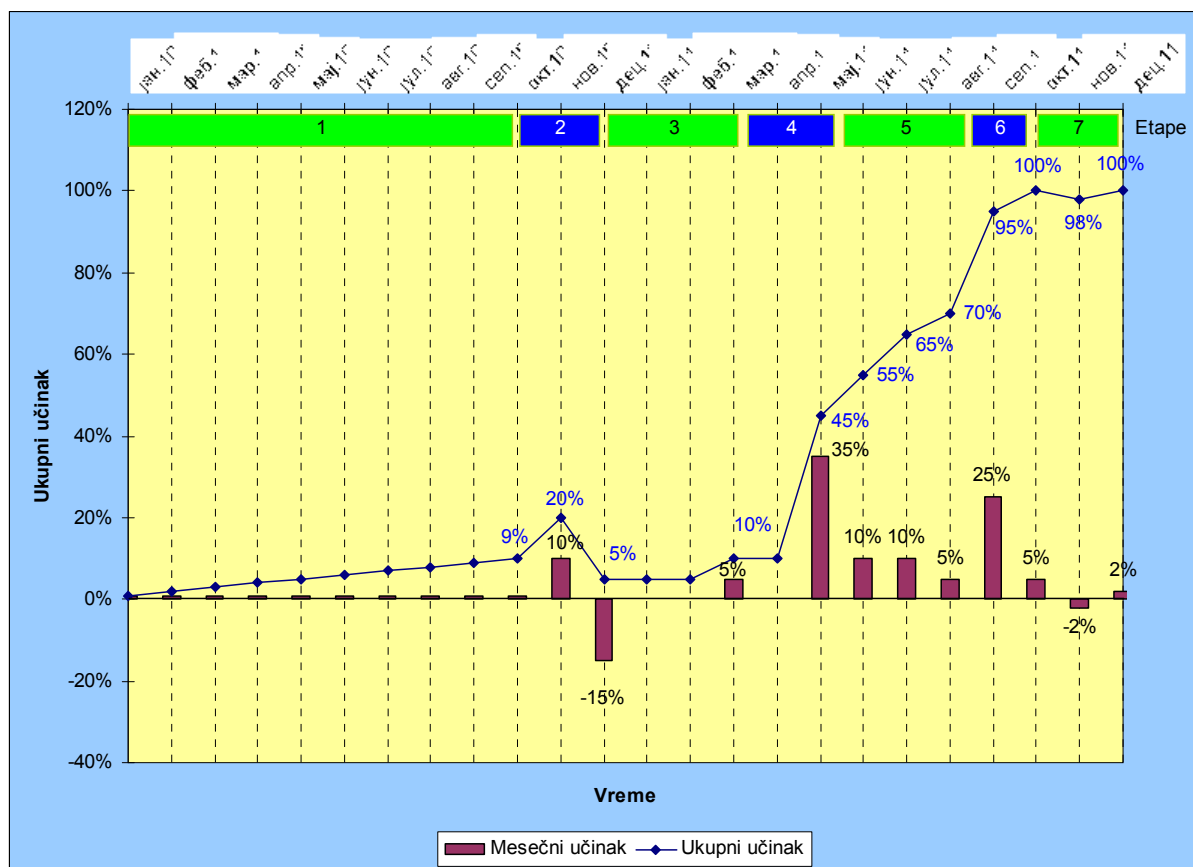
Realizacija zamene sistema, sa osvrtom na probleme koji su bili poznati pre i otkriveni tokom zamene SCADA sistema.

Realizacije zamene starog SCADA sistema je trajala skoro dve godine od početka potpisivanja ugovora do krajnje implementacije istog i slikovito je prikazana na slici 2. Odmah je važno napomenuti da su mesečni procenti učinka iz kojih direktno proizilaze i ukupni procenti učinka po projektu dati na osnovu neke naše subjektivne ocene po završetku projekta, ali smo uvereni da dati grafik prilično dobro oslikava dinamiku izvršenja projekta. Projekat je otpočet otklanjanjem problema koji su bili poznati i pre početka same fizičke zamene SCADA sistema kao što su:

1. Nepoznavanje LON protokola.
2. Nedovoljna podrška od strane prethodne implementacije SCADA sistema.
3. Svi zaštitni uređaji na 20 i 35 kV strani imali su implementaciju isključivo LON protokola.
4. Veliki broj tipskih zaštitnih uređaja prethodnog SCADA sistema i činjenica da na osnovu nekih naših prethodnih iskustava tu može da bude problem u vremenu potrošenom na savlađivanju novih korisničkih interfeja i tipskih konfiguracija.

Na samom početku glavni problem je pretstavljao LON protokol koji do tada nije ni bio podržan od strane IMP Automatike. Sa slike 2 možete primetiti da je izučavanje LON protokola trajalo skoro godinu dana i da se u tom smeru išlo skoro polovinu ukupnog vremena realizacije zamene SCADA

sistema. U ovom pravcu koji je zaveden pod etapom sa brojem 1, se prešlo na etapu 2 koja je bila logičan nastavak prethodne etape.



Slika 2 Vremenski dijagram aktivnosti i učinka na zameni SCADA sistema

Naime, u ovoj etapi je usledila nabavka specijalizovanog hardvera za fizičku implementaciju LON protokola. Tek po nabavci ovog hardvera uočili smo neke probleme finansijske prirode koji su doveli do toga da napravimo i ključan zaokret u pristupu realizacije ovog projekta, a to je konačno odustajanje od LON protokola. Naime svaki projekat koji bi potencionalno trebao da se spusti na ovaj hardver morao je biti naknadno plaćen, što je za IMP Automatiku predstavljao značajan trošak sa ipak neizvesnim rezultatima. Pored toga smatrali smo da saradnja i tehnologija koja je bila bazirana na ovakvim finansijskim momentima treba da naiđe na odgovarajući odziv od strane tržišta, tako da smo u tom trenutku doneli jednu tešku ali kasnije će se ispostaviti i dobru odluku. U ovoj etapi je zabeležen i najnegativniji mesečni učinak od nekih -15%, pošto smo se nakon godinu dana praktično našli na samom početku. Ipak autori ovog teksta su bili mišljenja da je ukupan učinak u decembru 2010 godine ipak nije trebao da bude 0% pošto smo za tih godinu dana naučili da je LON za našu kompaniju pogrešan put.

Treća faza je otpočela poručivanjem odgovarajućih komunikacionih kartica za SPA protokol na svim zaštitnim uređajima tipa REF542 plus na 35 i 20 kV strani postrojenja. Za realizaciju ove faze morali smo da angažujemo pomoć van naše zemlje što je prouzrokovalo i dodatnim troškovima oko 50% od ukupne sume predviđene za ovaj projekat. Ovo je na neki način definitivno trasirao dalji pravac realizacije našeg projekta pod geslom: „Komunikacija u TS po SPA protokolu, LON NE!“. Olakšavajuća okolnost ove faze je bila ta što je usledila u zimskom periodu te smo taj period, koji je i ovako bio predviđen za čekanje, potrošili na nabavku dodatne opreme

Dospeće novih komunikacionih kartica označile su početak četvrte faze. Glavna karakteristika ove faze je enorman napredak u procesu izvršenja projekta. Naime, implementacijom novih komunikacionih kartica uspostavljena je komunikacija sa svim zaštitnim uređajima po SPA protokolu na 20 i 35 kV strani, uspešno je nađena logika po kojoj su određene adrese za komande i napravljeni su prvi prilično detaljni šabloni za sve REF542 plus uređaje. U ovoj fazi je uspostavljena i inicijalna

komunikacija po SPA protokolu na 110 kV strani sa nekim zaštitnim uređajima. Autori ovog teksta mišljenja su da je ukupan učinak od 35% u ovoj fazi za svega mesec dana adekvatan ukupnom učinku po projektu jer je četvrta faza označila preokret u celom projektu i ceo projekat doveo u jedne mirnije i izvesnije vode.

Faza 5 se odlikuje daljom implementacijom SPA protokola na samoj TS, a to podrazumeva finalizaciju konfiguracija na RTU-u i SCADA serveru za 35 i 20 kV stranu postrojenja i početkom realizacije 110 kV strane. Jedan od glavnih otežavajućih faktora implementacije projekta u ovoj fazi bio je veliki broj različitih tipova zaštitnih uređaja sa specifičnim GUI okruženjima. Bilo je potrebno savladati svaki od ovih alata i otkriti filozofije konfigurisanja (preslikavanja LON adresa u SPA) za svaki tip uređaja. Posle kontinualno dobrih rezultata, ova faza se zbog nemogućnosti nalaženja parametara preslikavanja za neke tipske uređaje završava nešto smanjenim mesečnim učinkom od 50 posto što je slikovito i prikazano na dijagramu aktivnosti.

Poučeni našim prethodnim iskustvom tražili smo od našeg menadžmenta da hitno prošiti ekipu sa ljudima koji su već imali iskustva u radu sa problematičnim tipovima zaštitnih uređaja. Kad kažemo problematičnim ovde se pre svega misli na one uređaje gde je teško bilo naći šablone preslikavanja LON adresa u SPA. Ovakav pristup ponovo je doveo da naglog mesečnog skoka učinka koga smo mi predstavili 25% iznosom, i to je ujedno i glavna karakteristika ove šeste faze

Sedma faza je ujedno bila i završna faza. Nju oslikavaju završna testiranja i otkrivanja nekih manjih eksploatacionih problema koji su pre svega bili izraženi u brzini odziva na promene u sistemu i otuda u ovoj fazi možete videti i neke male negativne mesečne priraštaje.

Čitaocima ovoga teksta sigurno će biti interesantna i skupina problema koja su nastupila tokom same zamene SCADA sistema. Pošto je došlo da značajnog zaokreta u izboru glavnog komunikacionog protokola u samoj trafo stanici, svi problemi koji su se ticali određivanja novih komunikacionih adresa se zapravo mogu podvesti pod ovu grupu. Izdvojili bi samo neke od njih:

1. Određivanje preslikavanja LON adresa u SPA adrese.
2. Značajan broj GUI aplikacija za različite tipove uređaja je takođe uticao kao dodatni otežavajući faktor, i iako se za ovaj problem moglo znati i ranije nismo očekivali da od prethodnog proizvođača opereme imamo toliku raznolikost korisničkih interfejsa, filozofija i principa rada.
3. Problem sa kašnjenjem informacija koje su išle preko starcoupler-a. Primećeno je da starcoupler periodično dovodi do prekida komunikacije, što je dovelo do pojave retransmisija a u nekim slučajevima i do prekida komunikacije sa zaštitnim mikroprocesorskim uređajima. Problem je rešen zamenom media konvertora koji RS232 komunikaciju prebacuju na optičku.
4. Ponavljanje prijemnih poruka na nekim zaštitnim uređajima na 110 kV strani. Ovo za posledicu ima da ako se ovakvi uređaji povežu u zvezda topologiju, neminovno dolazi do kvarenja poruke odziva nekog od zaštitnih uređaja koji se javlja na tu poruku. Ovakvo ponašanje komunikacionih kartica na zaštitnim uređajima je namenjeno kod onih uređaja koji preferiraju prsten topologiju, tako da smo sve uređaje koji su imali ovakve odzive morali da grupišemo u posebnu mrežu sa prsten topologijom.
5. Problem sa konfiguracijom sistema. U toku ispitivanja smo prešli na prsten sa zvezdaste organizacije za zaštitne i upravljačke uređaje na 110kV strani. Problem je rešen sa promenom topologije mreže na 110 kV strani što je prikazano na slici 3.
6. Nedovoljna brzina odziva signala na novom SCADA sistemu. Ova tačka mogla se podvesti i pod prethodnu stavku. Morali smo postaviti novu multiport karticu na RTL zbog nedostatka dovoljnog broja portova RS232.

Opis novog SCADA sistema

Novi SCADA sistem ima neke dodirne tačke sa prethodnim ali mnogo više razlika. Jedna od osnovnih sličnosti sa prethodnim jeste ta da je zadržan isti fizički medium (optička serijska komunikacija) po kome je lokalna SCADA u prethodnom a u novom sistemu lokalni RTU komunicira sa svim zaštitnim uređajima. To je za posledicu imalo zadržavanje svih komunikacionih optičkih kablova iz postrojenja. Jedino na onom delu TS-a gde smo morali da topologiju mreže zvezda pretvorimo u prsten tu smo morali da provučemo nove optičke prenosne puteve jer je bilo nemoguće vaditi stare iz zvezda topologije.

Takođe, zadržan je i komunikacioni protokol IEC 870-5-101 i sva podešenja sa nadređenim centrom upravljanja u Novom Sadu.

Ono što ovaj sistem razlikuje od prethodnog jeste to da je pre svega promenjen protokol koji služi za komunikaciju unutar trafo stanice između elemenata sistema za daljinsko upravljanje i zaštitnih uređaja.

Podržana je potpuna redundansa sa nadređenim SCADA centrom po digitalnom prenosnom putu.

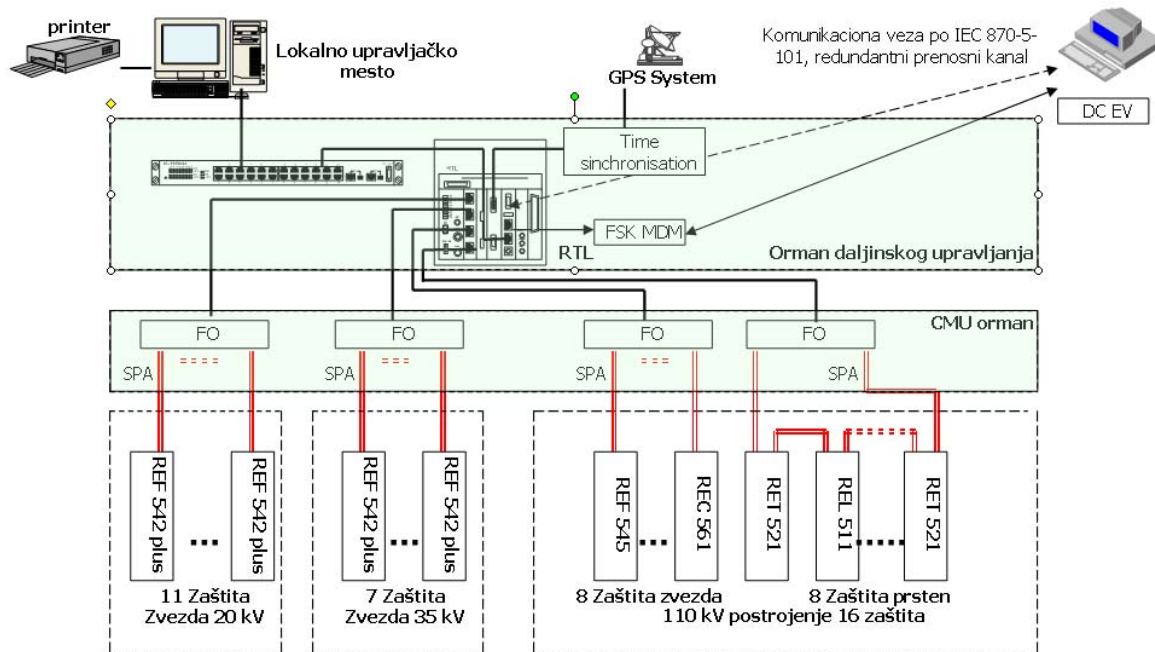
Cela trafo stanica, tačnije svi zaštitni uređaji, su podeljeni u 4 celine, gde postoji između 7 do 9 zaštitnih uređaja na svakom od portova.

Jedan serijski port se koristi za vezu sa nadređenim centrom u Novom Sadu a drugi za vremensku sinhronizaciju po GPS sistemu.

Zbog neobjašnjivih prekida u komunikaciji sa zaštitnim uređajima izostavljeni su starcouplera-i i zamenjeni su novim media konvertorima. Postojeći starcoupler-i su ostavljeni jer nismo želeli da menjamo principe sinhronizacije vremena po 110 kV strani.

Redundantni prenosni put sa nadređenim centrom je ostvaren dodavanjem konvertora sa V35 na TCP/IP tako da je omogućen i servisni pristup LUM-u i RTL-u preko standardnih mrežnih komunikacionih protokola kao što su telnet i SSH.

U samoj TS dodat je još jedan orman Daljinskog upravljanja koji u sebi ima RTU i switch, dok je ulogu arhivera i vizualizacije podataka u lokalu preuzela lokalna SCADA.



Slika 3 Blok šema TS Ledinci nakon rekonstrukcije

Kao što se sa like 3 može videti postoji značajan broj serijskih prenosnih puteva za komunikaciju sa TS-om. Oni su iskorišćeni da bi smo u značajnoj meri povećali performanse odziva SCADA sistema i ubrzali komandni režim rada. Tako na primer, kada je kompletna 20 i 35 kV strana bila povezana samo preko jednog serijskog porta proces dvostepenog komandovanja iz LUM-a je znao da traje i do 15-ak sekundi. Povećanjem broja serijskih portova, izbacivanjem starcoupler-a i dodatnim finim podešavanjima sistema uspeali smo da dvostepeno komandovanje iz centra sa sve povratnom signalizacijom spustimo na prihvatljivih 5 do 6 sekundi.

Eksploataciona iskustva posle zamene SCADA sistema

Od oktobra meseca prošle godine sistem je pod pojačanim nadzorom. Do zaključenja ovog rada nisu uočeni veći nedostaci u ovom sistemu.

Izdvojili bi smo neke manje probleme koji su možda i posledica nedovoljne istraženosti načina po kojima se neki signali prenose u nadređeni centar. Tako na primer, vrednosti analognih merenja za temperaturu ulja trafoa i temperaturu ambijenta koji u sistem daljinskog nadzora i upravljanja dolaze

sa REL 511 zaštitnog uređaja, u sistem odlaze kao digitalne vrednosti mA koje meri merni pretvarač. Na žalost, uređaj vrednosti mA prosleđuje samo kao diskretnu vrednost okruglih mA tako da se SCADA sistemu prosleđuje samo par diskretnih vrednosti. Skaliranje ovih vrednosti u odgovarajuće temperaturne iznose izvršava SCADA server. Ovaj način prenošenja ovih merenja u praksi se pokazao kao nedovoljno precizan sa lošom rezolucijom.

Zaključak autora kada je u pitanju zamena SCADA sistema

Autori ovog teksta žele pre svega da naznače da je zamena SCADA sistema, iz našeg iskustva, jedan jako komplikovan i neizvestan proces, naročito ako za to ne postoji odgovarajuća podrška svih zainteresovanih strana. Toplo preporučujemo svim potencijalnim investitorima da posebno vode računa prilikom izbora sistema za daljinski nadzor i upravljanje. U konačan izbor prilikom naručivanja nekog SCADA sistema potrebno je pored uobičajenih faktora uzeti i faktore tehničke podrške i troškova održavanja prilikom eksploatacije istog. Upravo u ovoj zoni mogu da se kriju vrlo neprijatna iznenađenja i da je onda investitor primoran da uđe u izuzetno mukotrpan i neizvestan proces zamene SCADA sistema.

Ako već dođe do toga, potrebno je angažovanje što stručnijih ekipa, kojie su već imale iskustva sa pojedinim elementima prethodnog SCADA sistema (podrška od strane novog SCADA sistema je podrazumevana).

Postoji još jedan faktor koji značajno utiče na tehničku službu održavanja sistema za daljinski nadzor i upravljanje, a to je da je šarolikost ovih sistema pa i samih proizvođača zaštitnih uređaja poprilično otežavajući faktor i da je iz tehničkog ugla poželjan visok stepen unifikacije ove opreme. Znamo da je to kontradiktorno sa zakonom o javnim nabavkama, ali je ovaj problem prisutan i želimo da ovim putem pokrenemo javnu raspravu na ovu temu.

Kontakt informacije autora

Vladimir Nešić: vladimir.nesic@pupin.rs

mob: 063/106-75-41