

INTEGRACIJA SCD DATOTEKA PO IEC 61850 PROTOKOLU U POSTOJEĆE SCADA SISTEME

D. Glišić, Institut Mihajlo Pupin, Srbija
V. Nešić, Institut Mihajlo Pupin, Srbija
G. Konečni, Institut Mihajlo Pupin, Srbija

UVOD

Globalizacija sa svojom opštom definicijom „pretvaranje sveta u jedan prostor“ je uticala na razvoj modernih tehnologija. Kompatibilnost i portabilnost su postale jedne od bitnih osobina koje su nametane proizvođačima opreme. Posao projektanta se komplikovao ukoliko je trebalo nabaviti opremu od različitih proizvođača koje ne podržavaju isti protokol. Tada se rešenje situacije svodilo na konvertore protokola koji su opterećivali budžet i ponekad dodatno otežavali situaciju.

Pojavom IEC 61850 standarda napravljen je veliki skok u modelovanju električnih podstanica. Standard se sastoji od deset delova, a u daljem tekstu akcenat je dat na IEC 61850-6 dokument. Ovaj dokument sadrži opis SCL jezika, tj. prezentacionog formata za modelovanje električnih podstanica. SCL jezik ujedinjuje modelovane podatke i komunikacione servise opisane u IEC 61850-7-x dokumentima. Konfiguraciona datoteka je pisana u XML 1.0 formatu što dodatno pridodaje značenju reči kompatibilnost i portabilnost.

U nastavku rad se bavi osnovnim funkcionalnostima korisničkog softvera za konfigurisanje daljinskih stanica ATLAS MAX RTL. Korisnički paket Konfigurator je moderna aplikacija pisana za MS Windows operativne sisteme u .Net tehnologiji. Kao takva, ona je portabilna među svim MS Windows platformama koje podržavaju navedenu tehnologiju. U pozadini aplikacije nalazi se MS Access baza u kojoj su opisani modeli periferija i komunikacionih servisa, pa korisnik bez promene koda aplikacije dodaje nove modele i to samo promenom u bazi.

Na kraju će biti opisan softverski paket kao podrška integracije IEC 61850 protokola u postojeći sistem automatskog upravljanja preko daljinskih stanica ATLAS MAX RTL. RTL61850SCDFileParser je korisnička aplikacija namenjena pre svega za premošćavanje jaza u trenutnom nepostojanju podrške na SCADA sistemu za IEC 61850 klijentsku aplikaciju. Program učitava konfiguracione datoteke pisane u SCL formatu, a zatim iz ponuđenog skupa podataka korisnik izabere neophodne i pridruži im protokolske adrese po IEC 60870-5-101 protokolu.

SCL (Substation Configuration Description Language)

IEC 61850 standard u svojoj šestoj knjizi opisuje jezik SCL za modelovanje električnih podstanica. U okviru ovog dokumenta opisane su detaljne XML šeme za konfigurisanje pojedinih elemenata definisanih u okviru IEC 61850-7-x dokumenata. Svaka SCL datoteka se sastoji iz sledećih delova:

1. Zaglavlje (Header) – sadrži opis softvera koji je korišćen pri generisanju SCL datoteke i osnovne podatke,

2. Podstanica (Substation) – skup različitih entiteta podstanice uključujući razne uređaje, međusobne veze, kao i funkcionalnosti vezane za podstanicu,
3. Komunikacija (Communication) – sadrži topologiju komunikacione mreže sa navedenim pristupnim tačkama IED uređaja,
4. IED (Intelligent Electronic Device) – u okviru ove oznake nalazi se kompletna konfiguracija svih IED uređaja, njihovih pristupnih tačaka, adrese blokova za izveštaje, adrese statičkih skupova podataka itd.,
5. DataTypeTemplates – opis svih tipova podataka struktura koji se pominju u IED delu datoteke.

Svaki deo datoteke je predstavljen XML šemom i UML blokom u okviru dokumenta. Za sada ne postoji celokupna XML šema za sve modelovane podatke i servise. Korisniku ostaje jedino da kombinovanjem pojedinih šema u okviru standarda napravi jednu zajedničku šemu za sve tipove koji su mu od interesa, ili da parsiranjem gotove konfiguracione datoteke izdvoji samo onaj deo koji je za njega bitan.

Međutim, standard predviđa više vrsta konfiguracionih datoteka, što dodatno otežava proces parsiranja i mogućnost da pored osnovnih podataka svaki proizvođač opreme da svoj pečat konfiguracionim datotekama kroz privatne oznake SCL formata. Ipak, za sada postoje sledeći tipovi konfiguracionih datoteka i to su:

1. ICD (IED Capability Description File) – skup celokupnih mogućnosti jednog IED uređaja koje obezbeđuje proizvođač. Ova datoteka ima samo jednu IED oznaku kao i opcione delove vezane za komunikaciju i podstanicu.
2. SSD (System Specification Description) – potpuni opis podstanice sa opisima podataka,
3. SCD (Substation Configuration Description) – integracija ICD i SSD datoteka. Potpuni opis sistema, preko opisa podstanice, komunikacionog dela, skupa svih IED u okviru sistema i opis tipova podataka,
4. CID (Configuration IED Description) – opis konfiguracije između IED softvera za konfigurisanje uređaja i samog uređaja, tj. opis komunikacije.

Na slici 1 je prikazana CID konfiguraciona datoteka proizvođača ABB.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<SCL xmlns="http://www.iec.ch/61850/2003/SCL" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-i
  <Header id="1" version="B" nameStructure="IEDName" toolID="SPA2C40X Configuration tool 2.
  <Substation name="TEMPLATE" xmlns="http://www.iec.ch/61850/2003/SCL">
    <VoltageLevel name="3">...
  </Substation>
  <Communication>...
  <IED type="SPA2C40x" manufacturer="ABB" configVersion="35" name="H6">...
  <IED name="SNTPServer_Primary" type="SNTPClock" desc="Primary SNTP Server">...
  <IED name="SNTPServer_Secondary" type="SNTPClock" desc="Secondary SNTP Server">...
  <DataTypeTemplates xmlns="http://www.iec.ch/61850/2003/SCL">...
</SCL>
```

Slika 1 - Primer konfiguracione datoteke IED uređaja po SCL formatu

INTEGRACIJSKI PROBLEMI U POSTOJEĆIM SISTEMIMA

Iako se u okviru sistemskog softvera daljinskih stanica ATLAS MAX RTL nalazi klijentska aplikacija koja u potpunosti podržava IEC 61850 standard i MMS-8 standard za prenos poruka u realnom vremenu između uređaja i nadzornog računara, problem je nastao na delu komunikacije ka SCADA-i. Sadašnja SCADA ne podržava IEC 61850 standard i u većini slučajeva monitoring daljinske stanice vrši putem IEC 60870-5-101 protokola. Navedeni protokol je simbol orjentisan i vezan za adresu, koja je numerička. S druge strane, IEC 61850 ima tekstualne adrese i pisan je kao modul orjentisani protokol. Kako bi se premostio jaz, koji je nastao usled suštinskih razlika između navedena dva protokola, primenio se ne baš popularan pristup. Ovaj pristup je podrazumevao kreiranje pojedinačnih XML datoteka za svaki uređaj ponaosob i ručni unos IEC 61850 adresa te dodeljivanje jedinstvenih numeričkih IEC 60870-5-101 adresa. Greške koje su se pojavljivale bile su česte i zavisile su uveliko od ljudskog faktora. Dovoljno je bilo pogrešiti u jednom slovu adrese, usled čega nastaje mukotrpan posao pregledanja datoteke i traženja greške. Na slici 2 je prikazan primer XML datoteke za konfigurisanje IED uređaja u okviru daljinske stanice ATLAS MAX RTL.

```

C05_7SJ6.xml | H6.cid | IEC61850 station.scd | Start Page
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LCC name="RTL">
  <RCC name="Siprotec">
    <CommStat>105</CommStat>
    <Association>...
    <DataValues>...
    <Points>
      <Point>
        <Map>2501</Map>
        <ValueReference>C05_7SJ6CTRL/blkgGIO1$ST$SPCS013</ValueReference>
      </Point>
      <Point>
        <Map>2502</Map>
        <ValueReference>C05_7SJ6CTRL/blkgGIO1$ST$SPCS014</ValueReference>
      </Point>
      <Point>
        <Map>2503</Map>
        <ValueReference>C05_7SJ6CTRL/brojacGGIO1$ST$ISCS01$stVal</ValueReference>
      </Point>
      <Point>
        <Map>2504</Map>
        <ValueReference>C05_7SJ6CTRL/brojacGGIO1$ST$ISCS02$stVal</ValueReference>
      </Point>
      <Point>
        <Map>2505</Map>
        <ValueReference>C05_7SJ6CTRL/brojacGGIO1$ST$ISCS03$stVal</ValueReference>
      </Point>
    </Points>
  </RCC>
</LCC>

```

Slika 2 – Primer XML datoteke za konfigurisanje ATLAS MAX RTL daljinske stanice

Treba napomenuti da se situacija dodatno komplikovala, jer se UI podaci i komande za isti uređaj nalaze u različitim datotekama.

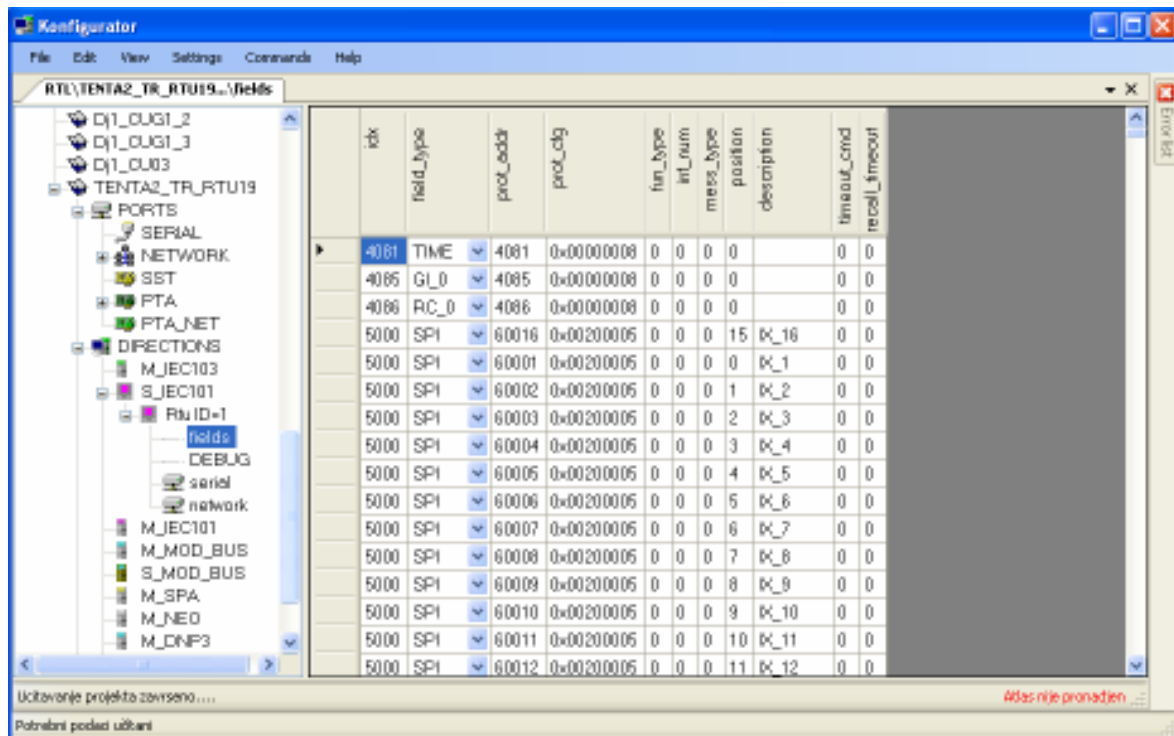
Sledeći problem je ograničena procesorska moć daljinske stanice. Naime, SCL datoteke pojedinih proizvođača su reda veličine nekoliko MB. To je dodatna otežavajuća okolnost, s obzirom da informacije koje idu ka SCADA-i čine jedan mali deo ukupne konfiguracione datoteke. Prilikom podizanja sistema znatan deo vremena bi otišao na učitavanje SCL datoteke i njeno parsiranje, pa se ideja sa prilagođenim XML datotekama na strani daljinske stanice pokazala kao vrlo dobra. Ove datoteke su reda nekoliko kB i najviše dubine 2 u XML zapisu i kao takve se brzo parsiraju i učitavaju za razliku od originalnih SCL datoteka.

Preostalo je samo rešiti problem kopiranja i ručnog unosa IEC 61850 adresa u prilagođene konfiguracione datoteke na strani daljinske stanice. S obzirom na uočene probleme rešenje se nametnulo samo i to kroz razvoj korisničke aplikacije koja učitava SCL datoteke i omogućava korisniku da na brz način selektuje neophodne podatke i dodeli im numeričke adrese po IEC 60870-5-101 protokolu.

Programski paket KONFIGURATOR

Za potrebe konfigurisanja daljinskih stanica ATLAS MAX RTL, kao što je već napomenuto, razvijen je korisnički softver KONFIGURATOR. U okviru ovog programskog paketa nalazi se MS Window-s aplikacija pisana u .Net tehnologiji i MS Access baza. Prilikom svakog pokretanja aplikacije korisniku se učitavaju u stablu imena svih snimljenih projekata. Pritiskom levog tastera miša na bilo koji projekat iz baze se učitavaju svi podaci vezani za isti. Svaki projekat se sastoji iz dva čvora PORTS i DIRECTIONS. U okviru čvora PORTS se nalaze podaci vezani za komunikacione kanale, ali i konfiguracione tabele IO uređaja. Drugi čvor predstavlja skup simbol orjentisanih protokola (M_IEC103, S_IEC101, M_IEC101, M_MOS_BUS, S_MOD_BUS, M_SPA, M_NEO, M_DNP3, S_IECATLAS, S_PRINTER). Svaki protokol ima predznak M ili S u zavisnosti da li se radi o master-skom ili slave-ovskom pravcu. U okviru svakog protokola je tabela RTU-ova koja jedinstveno veže tip protokola sa tipom porta. U okviru tabele RTU-ova nalaze se čvorovi fields i DEBUG. Fields čvor sadrži tabelu koja jednoznačno vezuje memorijske adrese daljinske stanice sa protokolskim adresama i tipom podatka. Pritiskom na DEBUG čvor otvara se tabela sa svim adresama iz fields čvora i ukoliko je aplikacija povezana na stanicu, moguće je pratiti podatke u realnom vremenu sa

stanice. Na slici 3 je prikazan glavni prozor sa fields tabelom na desnoj strani i stablom sa projektima na levoj strani.



Slika 3 – Korisnička aplikacija KONFIGURATOR

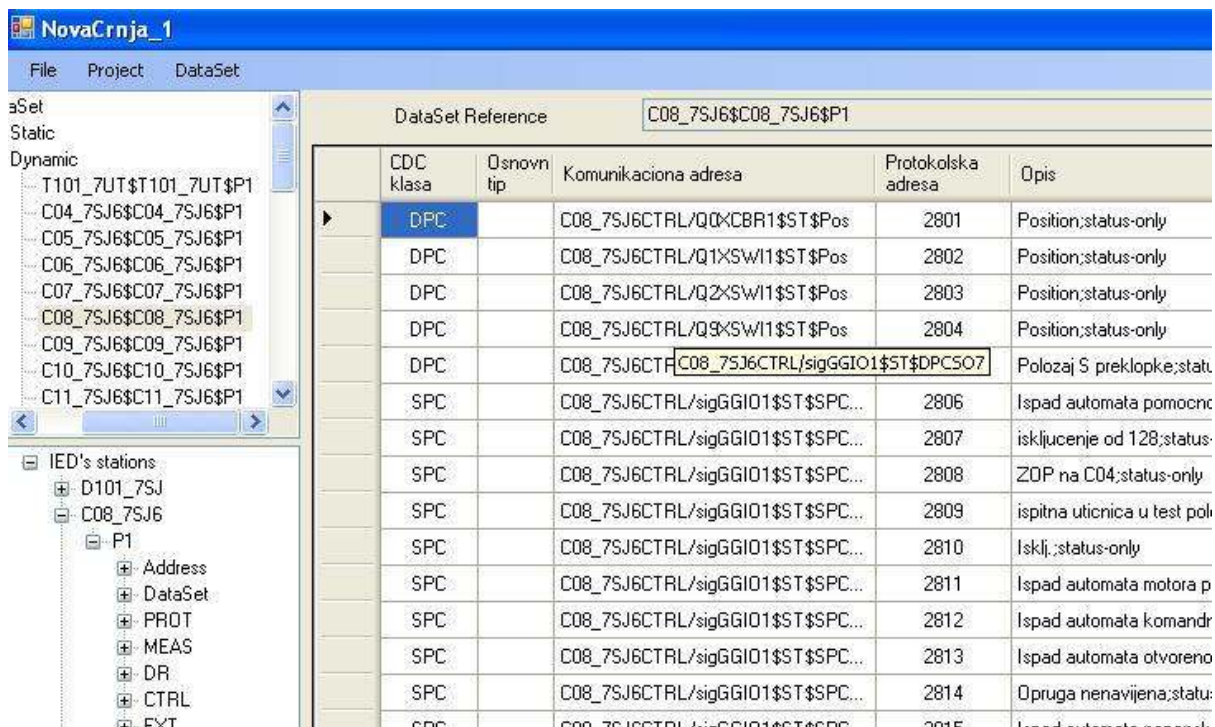
U tabeli fields nalaze se sledeće kolone koje su bitne za konfigurisanje po IEC 60870-5-101:

1. Idx - predstavlja memorijske lokacije daljinske stanice.
2. Field_type - tip podatka koji se nalazi na selektovanoj memorijskoj lokaciji,ž
3. Prot_addr – numerička adresa, ili sinout adresa,
4. Prot_cfg – način na koji se selektovani podatak obrađuje.

Sledeći zadatak je povezati adrese iz prot_addr kolone, prenose se ka SCADA-i, sa numeričkim adresama navedenim u XML datoteci pored IEC 61850 adresa.

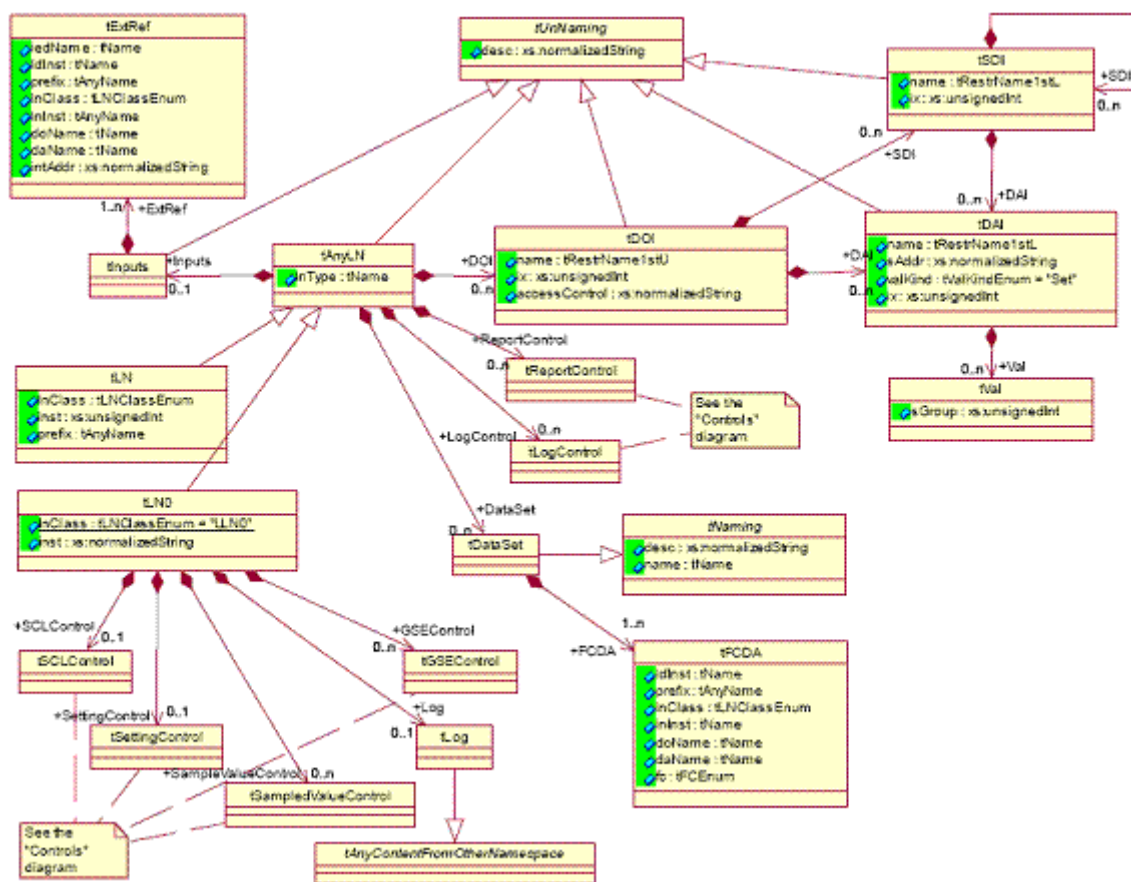
Programski paket RTL61850SCDFileParser

RTL61850SCDFileParser je MS Window-s aplikacija koja je kao i KONFIGURATOR pisana u .Net tehnologiji. U startu je zamišljena kao ispomoć u kreiranju konfiguracionih XML datoteka na daljinskoj stanici, čime bi se izbegao ručni unos IEC 61850 adresa. Međutim, pokazalo se kao dobar alat za brzo i precizno konfigurisanje, pa se planira integracija sa osnovnim paketom KONFIGURATOR-om. Uklanjanjem korisnika iz procesa generisanja konfiguracionih datoteka smanjen je broj grešaka, gotovo da ne postoje, i ubrzan je proces kreiranja istih. Interfejs podseća na KONFIGURATOR sa malom modifikacijom leve polovine. Sada u levom delu aplikacije imamo dva stabla. Na slici 4 je prikazana glavni prozor korisničke aplikacije RTL61850SCDFileParser.



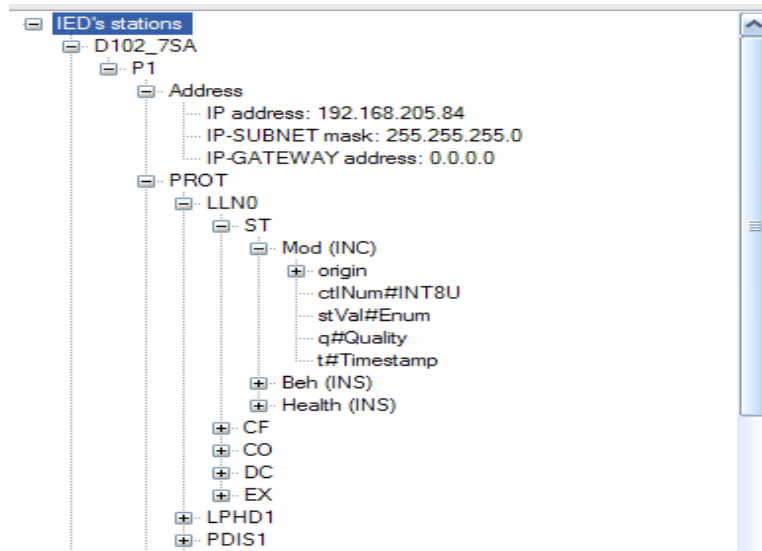
Slika 4 – Glavni prozor korisničke aplikacije RTL61850SCDFileParser

Donje stablo predstavlja učitane SCL datoteke. Prvi zahtev koji je aplikacija morala da ispuni je da u najkracem roku učita SCL datoteke reda nekoliko MB, tj. konfiguracione datoteke sa više od 10 IED uređaja u sebi. Proučavajući IEC 61850-6 dokument i definiciju LN čvora (vidi sliku 5),



Slika 5 – UML prikaz LN definicije

zaključili smo da zbog međusobne povezanosti pojedinih elementa upotrebimo hash tabele i pristup po ključu. Proučavanjem `DataTypeTemplates` dela SCL formata uočava se da tip LN (Logical Node) sastoji od DO(Data Object), DA(Data Attribute) i SDI(Instantiated Sub Data). Za sve navedene pojmove formirana je po jedna hash tabela. Osim ovih, hash tabele su iskorišćenje za čuvanje podataka o skupovima podataka (DataSet), izveštaje (ReportBlock) i za podatke o komunikaciji. Program pre nego što počne da kreira stablo na osnovu SCL datoteke, popuni prvo hash tabele. Zatim pristupa rekurzivnom čitanju SCL datoteke, formirajući čvorove čije su pozicije uređenje prema izgledu IEC 61850 adrese (vidi sliku 6).



Slika 6 – Izgled učitane SCL datoteke

Pri tome se mora napomenuti da nije dozvoljeno učitavanje SCL datoteka koje imaju barem jedan IED sa istom referencom. To znači da je skup IED uređaja koji se nalaze na levoj strani programa u donjem uglu jedinstven, što ima podršku u činjenici da u jednoj topologiji ne sme da postoje dva uređaja sa istom referencom. Ukoliko korisnik promeni SCL datoteku, dovoljno je da skloni postojeću i učita novu. Program radi ponovnu obradu hash tabela i signalizira ako se u tabelama nalaze podaci koji ne pripadaju novoučitanoj SCL datoteci. Uklanjanje postojeće datoteke se postiže selekcijom funkcije menija *Project/Remove File...*. Kao posledica se pojavljuje dijalog sa svim prisutnim SCL datotekama. Selekcijom željene i pritiskom na OK program će ukloniti podatke iz te datoteke. Na slici 7 je prikazan primer ne poklapanja adresa u tabeli sa učitanim konfiguracijom.

DataSet Reference		StatUrg\$H2\$SLD0	
	CDC klasa	Osnovni tip	Komunikaciona adresa
!	SPS	Quality	H2LD1/CBCILO120\$ST\$EnaCis\$Q
!	SPS	BOOLEAN	H2LD1/CBCILO120\$ST\$EnaCis\$stVal
!	SPS	Timestamp	H2LD1/CBCILO120\$ST\$EnaCis\$st
!	SPS	Quality	H2LD1/CBCILO120\$ST\$EnaCis\$st
!	SPS	BOOLEAN	H2LD1/CBCILO120\$ST\$EnaOpn\$stVal
!	SPS	Timestamp	H2LD1/CBCILO120\$ST\$EnaOpn\$st
!	DPC	Quality	H2LD1/CBCISWI120\$ST\$Pns\$Q

Slika 7 -.Primer automatskog signaliziranja greške usled nepoklapanja učitane konfiguracije

Pošto smo dobili odgovarajuću SCL datoteka, pristupamo formiranju tabela podataka i koamndi. Oba tipa tabela se kreira tako što se u meniju pritisne opcija *DataSet/Add New DataSet...* ili *DataSet/Add NewCommand DataSet...* U oba slučaja se pojavljuje dijalog u kome se nalaze polja sa ponuđenim imenom skupa, raspoloživim IED-ima i odgovarajućim pristupnim tačkama. Korisnik samo treba da izabere ponuđeno i program će sam napraviti referencu (kreirati adresu) i otvoriti praznu tabelu. U zavisnosti da li se radi o dinamičkoj DataSet tabeli ili komandnoj tabeli, korisnik bira podatke iz stabla u donjem uglu. Duplim klikom aktivnim tasterom miša ili „drag&drop“ opcijom prevlači podatke u tabelu. Program poseduje restrikcije, tako da se samo `fc=ST` ili `fc=MX` objekti kopiraju u dinamičke skupove podataka, a `fc=CO` ili `fc=SP` u komandni skup podataka. Na taj način korisnik je zaštićen od

pogrešnog unosa tipa. Ponekad proizvođač u okviru SCL datoteke ponudi i statički skup podataka. Ovaj tip podataka ne može da se menja. Duplim klikom miša i ili „drag&drop“ funkcijom korisnik prevlači ove skupove podataka u statičke u gornjem stablu. Aplikacija takođe nudi još jednu opciju koja je korisna na terenu, a odnosi se na uređaje koji imaju slične namene. Tada je dovoljno kreirati jedan dinamički skup podataka i popuniti ga podacima. Svaki naredni koji ima isti ili vrlo malo različit skup podataka dovoljno je kreirati, a onda kopirati prvi i iskopirati u drugi. Program automatski razrešava pitanje adresa i signalizira na eventualne greške usled nepoklapanja pojedinih adresa.

Kada korisnik unese IEC 61850 adrese, tada se u tabeli na desnoj strani pozicionira na prvo mesto kolone protokolska adresa, unese početnu adresu i držeći aktivni taster miša povuče kursor na dole. Posledica ovoga je automatsko unošenje protokolskih adresa sa korakom 1. Ukoliko korisnik u svojoj tabeli nema referencu na strukturu, nego je uneo svaki element strukture ponaosob, tada će aplikacija svim elementima iste strukture da dodeli istu protokolsku adresu.

Na kraju preostaje da se konfiguracija eksportuje u XML datoteke koje treba spustiti na daljinsku stanicu. Ovo se postiže izborom opcije menija *File/Export Configuration....* U suprotnom smeru se radi import iste i ova opcija je korisna kada se pojavite na objektu i proverite da li se podaci slažu sa validnom datotekom IED uređaja.

ZAKLJUČAK

Ovo je još samo jedan primer kako se jednostavnim softverskim alatom mogu premostiti problemi nastali u implementaciji pojedinih protokola. Međutim, ostaje činjenica da instaliranjem potpune podrške ne dobijate uvek i najefikasniju stvar. S druge strane uloženi inženjerski trud u razumevanju protokola, njegove strukture, pisanje softvera u odnosu na cenu još kojeg GB memorije i instaliranja gotovog softverskog paketa ne mogu da se porede. Na tržištu takođe mogu da se pronađu slobodne verzije za pregledanje SCL datoteka. Ipak, ovde se suočavamo sa namenskim sistemom, koji ima svoje karakteristike i kojima se potrebno prilagoditi.

LITERATURA

1. IEC TC 57,2003,“Communication Networks and Systems in Substation – Part 6: Configuration Description Language for Communication in Electrical Substations Related to IEDs“, „57/693/FDIS“, 46
2. IEC TC 57,2003,“Communication networks and systems in substation – Part 2: Glossary“, „57/615/DTS“