

INTEROPERABILNOST U RADU UREĐAJA RELEJNE ZAŠTITE RAZLIČITIH PROIZVOĐAČA NA PRIMERU JEDNE DEMO SCADA APLIKACIJE

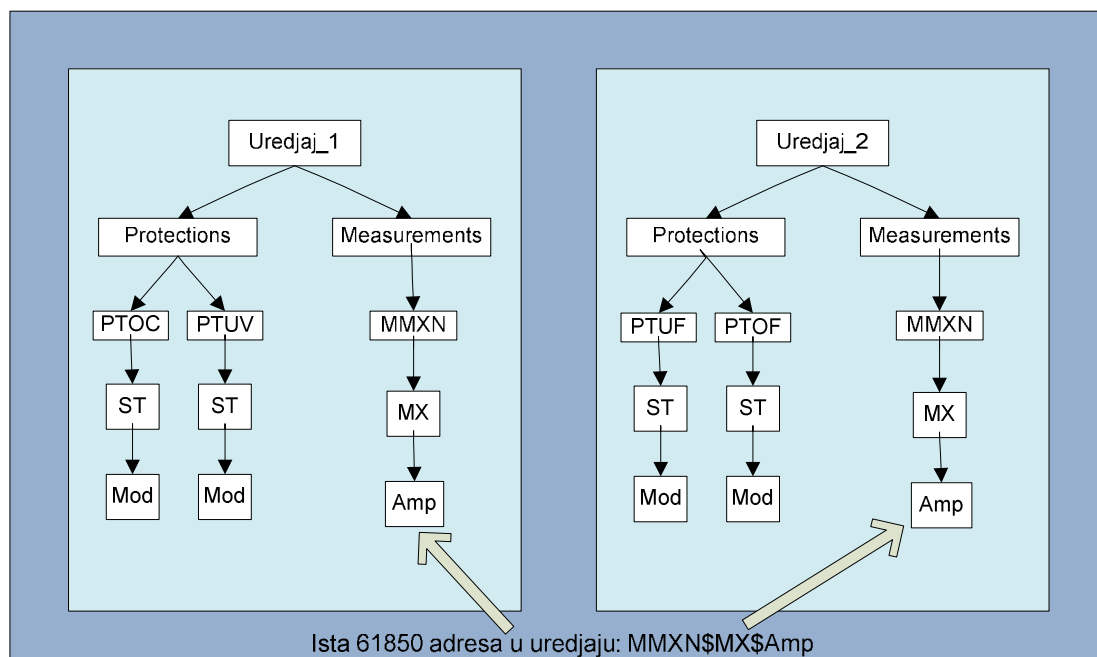
U. Petrović, Advanced Control Systems, Srbija
N. Buđevac, Advanced Control Systems, Srbija
R. Dobrić, Advanced Control Systems, Srbija

UVOD

Realizacija sistema za automatizaciju, kao i uvođenje daljinskog upravljanja u proces funkcionisanja jedne elektrodistributivne mreže povlače određene, vrlo često i veoma velike, troškove. Opravdanje tih troškova obuhvata usaglašenje težnje poslodavaca za što manjom cenom, sa težnjom inženjera za što boljom funkcionalnošću konačnog sistema, Mackiewicz (1). Problem tradicionalnog pristupa u formiranju modela i procesu komunikacije inteligentnih uređaja relejne zaštite tj. IED-a (*Intelligent Electronic Device*), predstavljala je veoma mala brzina razmene informacija, kao i potreba za mukotrpnom i dugotrajnom ručnom konfiguracijom modela podataka u slučaju potrebe za promenom njegove strukture. Upravo to je i dovelo do formiranja IEC-ovog protokola za *Komunikacione Mreže i Sisteme u Podstanicama* (*The Communication Networks and Systems in Substation protocol*), takozvanog IEC 61850 protokola komunikacije.

Tako formiran globalni standard strogo definiše objektne modele podataka, i time jednoznačno određuje skup svih mogućih tipova informacija, neophodnih za razmenu na nivou elektrodistributivne mreže, i pruža široku podršku za standardizovan opis širokog spektra mogućnosti zaštitnih funkcija. Standardizacija pristupa problemu, odnosno omogućena interoperabilnost uređaja relejne zaštite različitih proizvođača, je bazirana na korišćenju standardizovanog jezika *SCL* (*Substation Communication Language*), koji pokriva sve nivoe razmene podataka, počevši od same strukture i topologije komunikacione mreže na nivou trafostanice, pa sve do detaljnog opisa pojedinačnih relejnih uređaja, i njihovih tipova podataka. *SCL* jezik se bazira na sveopšte prihvaćenom XML (*Extensible Markup Language*) jeziku, sa jasno definisanom hijerarhijskom strukturom. Hijerarhijska struktura modela je odabrana da u potpunosti bude kompatibilna sa hijerarhijskom organizacijom i dizajnom elektroenergetske mreže, što u mnogome olakšava manipulaciju podacima, i povećava modularnost i struktuiranost modela. Prednost koju donosi standard IEC 61850 uvođenjem standardizovanog jezika *SCL*, je i mogućnost univerzalne konfiguracije čitavog sistema, i njegovog lakog rekonfigurisanja u slučaju dodavanja novih uređaja u rad čitavog sistema.

Uvodi se i standardizovana konvencija imenovanja u kontekstu elektroenergetskih sistema, gde se za identifikaciju tipova podataka koriste imena, za razliku od prethodno korišćenih indeksa i brojeva, što olakšava razumevanje i manipulaciju. I spoljne aplikacije, kao i korišćeni IED uređaji dele istu adresnu konvenciju, tj. konvenciju po imenima, kao i format podataka koji se razmenjuju. Na sledećoj slici je dat prikaz jednog primera uniformne nomenklature za opis tipova podataka u dva inteligentna uređaja relejne zaštite, različite namene. Sa slike se uočava da je struktura modela podataka organizovana hijerarhijski.



Slika 1. Prikaz hijerarhijski uređene strukture dva uređaja relejne zaštite različitih vendora (1)

U tako definisanoj hijerarhijskoj strukturi, nivo hijerarhije koji definiše svaki fizički uređaj je *IED* nivo (Uređaj_1 i Uređaj_2 sa slike), i u okviru njega je definisan skup svih grupisanih funkcionalnosti jednog uređaja u polju. Jedan funkcionalni podskup takvog fizičkog uređaja je definisan kao logički uređaj, odnosno kao *LD* nivo (Protections i Measurements sa slike). Sledeći nivo u hijerarhiji organizacije IEC 61850 modela predstavljaju takozvani logički čvorovi (*Logical nodes - LN*), kojima se definišu hijerarhijski najniži funkcionalni objekti koji mogu vršiti komunikaciju sa nekim drugim *LN* – om, ugrađenim u taj, ili neki drugi logički uređaj (PTOC, PTUV, PTUF, PTOF i MMXN sa slike). Njima se definišu skupovi funkcionalnosti zaštitnih funkcija, mernih jedinica, kao i funkcionalnost opreme u trafostanicama (prekidača, rastavljača, uzemljivača). Različiti tipovi logičkih čvorova su definisani u okviru 13 predefinisanih grupa logičkih čvorova, gde početno slovo grupe definiše specifičan tip. Tako u ovom konkretnom slučaju logički čvorovi PTOC, PTUV, PTOF i PTUF pripadaju *P*-grupi, tj. grupi logičkih čvorova za opis zaštitnih funkcija, dok MMXN čvor pripada *M*-grupi, tj. grupi za opis prikupljenih mernih vrednosti. Objekti modela definisani u okviru jednog logičkog čvora definisani su u okviru sledećeg nivoa, tj. *Data Objects* nivoa (Mod i Amp sa slike), dok su atributi tako definisanih objekata u okviru najnižeg *Data Attributes – DA* nivoa.

Standardizovani SCL jezik omogućava da se IEC61850 konfiguracioni fajl jednog IED uređaja prosledi do nivoa komunikacionog ili aplikativnog inženjerskog alata na najvišem nivou konfiguracije cele trafostanice, kao i da se tako definisana konfiguracija sistema vrati nazad na nivo samog uređaja, i uvuče u IED konfiguracioni alat uređaja, radi njegove rekonfiguracije (2). Odatle proizilazi i činjenica da je glavna uloga SCL konfiguracionog jezika da pored interoperabilnosti razmene podataka između uređaja različitih proizvođača, omogući i kompatibilnost razmene informacija na nivou čitavog elektrenergetskog sistema, počevši od nivoa IED konfiguracionog alata, pa sve do sistemskog konfiguracionog alata (gde oni opet mogu biti od različitih proizvođača). Posmatrajući čitavu strukturu i organizaciju na nivou trafostanice uočavaju se četiri potencijalna smera razmene SCL konfiguracionih fajlova, a samim tim i četiri različita tipa SCL fajlova (različitih samo u smislu naziva, tj. ekstenzije fajla, a ne u formatu sadržaja), i oni su:

1. .ICD fajl za ramenu od nivoa IED konfiguratora do nivoa systemske konfiguracije,
2. .SSD fajl za razmenu od nivoa systemske specifikacije do nivoa systemske konfiguracije,
3. .SCD fajl za ramenu od systemske konfiguracije do nivoa IED konfiguratora,
4. .CID fajl za ramenu od nivoa IED konfiguratora do nivoa samog uređaja (2).

Osnovni princip povezivanja ovih fajlova u celinu je da se .ICD i .SSD fajlovi koriste kao ulaz u konfiguracioni sistem inženjering tima, gde se kao njegov izlaz generiše konfiguracioni fajl sa opisom čitave konfiguracije trafostanice, tj. .SCD fajl. Finalni konfiguracioni fajl svakog od uređaja, tj. .CID fajl predstavlja podskup tako formiranog .SCD fajla, i pozicionira se na fajl sistemu uređaja, jer je njegova glavna uloga po zahtevu IEC 61850 standarda tzv. *self-description* IED uređaja, tj. slika sopstvene

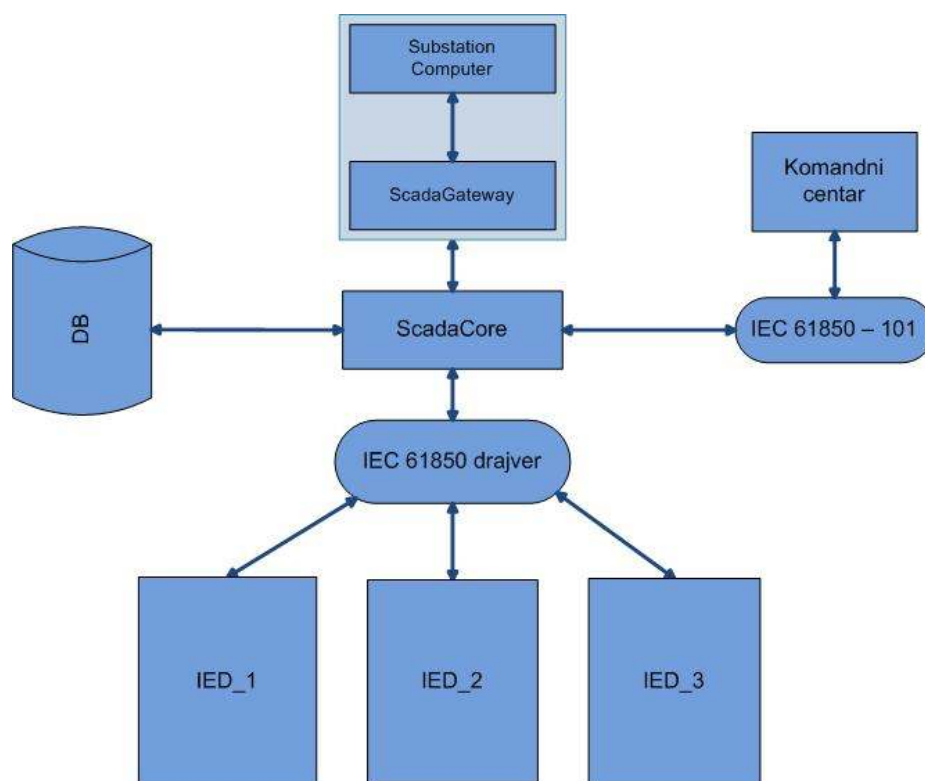
konfiguracije. Uvođenje principa interoperabilnosti u organizaciju čitavog sistema jednog elektroenergetskog postrojenja, koje u sebi uključuje i SCADA (*Supervisory Control and System Acquisition*) nadzorni sistem, je dovelo do unapređenja performansi takvog sistema za nadzor, prvenstveno jer je primitivni signalno-orijentisani pristup zamenjen modernim objektno-orijentisanim. Time je olakšana finalna integracija svih podataka prikupljenih iz sistema, i olakšan proces njihove manipulacije, i prikaza na monitorskim ekranima SCADA klijenta.

Kao posledica cele uvodne priče uočava se da, u tako definisanim automatizovanim distribuiranim elektroenergetskim sistemima, primenom novog IEC 61850 standarda za modelovanje i komunikaciju, postiže jednostavnost u dizajniranju, specifikaciji, konfiguraciji, podešavanju i korišćenju čitavog sistema, i da manipulacija tipovima podacima koji se razmenjuju na svim nivoima, postaje vrlo intuitivan proces.

INTEROPERABILNOST U RADU UREĐAJA RELEJNE ZAŠTITE RAZLIČITIH PROIZVOĐAČA NA PRIMERU JEDNE DEMO SCADA APLIKACIJE

Rad obuhvata problematiku konkretne implementacije sistema za daljinski nadzor i upravljanje jednim delom elektrodistributivne mreže, sa naglaskom na mogućnost interoperabilnosti uređaja relejne zaštite različitih proizvođača. Interoperabilnost različitih IED uređaja je realizovana uz korišćenje komunikacionog standarda IEC 61850, koji strogo definiše objektno modele podataka, i time jednoznačno određuje sve moguće tipove informacija neophodnih za razmenu na nivou elektrodistributivne mreže. Realizovani DEMO SCADA sistem obuhvata nadzor i kontrolu dela elektrodistributivne mreže sa tri izvodne ćelije, gde se kao zaštitni element svake od ćelija pojavljuje IED uređaj jednog od tri različita proizvođača.

Čitav sistem DEMO SCADA aplikacije je realizovan kroz slojevitou strukturu, koja obuhvata više nezavisnih modula, počevši od drajvera za komunikaciju po protokolu IEC 61850 na najnižem nivou, koji sakuplja podatke sa svih uređaja u polju, preko ScadaCore - a kao centralnog dela sistema, koji prima podatke od drajvera, integriše ih u svoje interne strukture, vrši akviziciju, i po internom protokolu ih šalje dalje ka klijentima, ili ka komandnom centru po protokolu IEC 60870-101, pa sve do klijentske aplikacije na najvišem nivou, koja služi za prikaz svih relevantnih informacija u okviru monitorskih ekrana, kao i prikaz listi alarma i događaja. Tako slojevita struktura, prikazana na sledećoj slici, omogućava korisniku da promenom, ili unapređenjem jednog od delova sistema čitava funkcionalnost ostane očuvana.



Slika 2. Organizacija modela DEMO SCADA aplikacije

Na najnižem nivou organizacije sistema se nalaze tri uređaja različitih vendora. IEC 61850 konfiguracionim alatom izvršena je konfiguracija svakog od ta tri servera, tačnije generisani su njihovi .icd fajlovi. Sledeći korak u realizaciji sistema je predstavljao uvlačenje tako generisanih fajlova u konfiguracioni alat za potrebe generisanja SCL fajla za opis konfiguracije datog podsistema trafo stanice, odnosno naponskog nivo na kome se nalaze sve tri izvodne ćelije. Kao izlaz takvog alata generisan je IEC61850_substation.scd fajl. Tako konfigurisan drajver predstavlja svojevrsni IEC61850 servis za proces komunikacije između klijentskog računara i uređaja u polju, kao i za njihovo prosleđivanje ka višim nivoima sistema.

Sledeći nivo u organizaciji sistema predstavlja ScadaCore java aplikacija, čiji je primarni cilj komunikacija sa IEC 61850 drajverom. Poruke se razmenjuju po interno definisanom protokolu komunikacije, u XML formatu, i omogućava prenos svih tipova podataka u svom IEC 61850 standardom definisanom izvornom obliku. Ovi podaci se čuvaju u internim strukturama ScadaCore -a, i po interno definisanom protokolu, šalju klijentima ka višim nivoima organizacije sistema. Po istom, internom protokolu, ScadaCore komunicira i sa IEC 60870-101 drajverom koji služi za povezivanje sa komandnim centrom. Veza između ScadaCore aplikacije i baze podataka nije realizovana zbog namene demo verzije staničnog računara, već je ostavljena mogućnost da se prilikom prelaska sa demo verzije na radnu verziju izvršiti povezivanje sa bazom podataka. Perzistencija podataka po gašenju ScadaCore aplikacije obavljena je njihovim zapisom i čuvanjem u tekstualnim fajlovima, što omogućava pregled događaja i alarma nakon restartovanja ScadaCore aplikacije.

Na najvišem novou u organizaciji sistema se nalazi JScada DEMO aplikacija. JScada DEMO aplikacija predstavlja kombinaciju ScadaGateway dela i same platformske aplikacije sa nazivom SubstationComputer. ScadaGateway deo je realizovan sa namenom komunikacije sa ScadaCore-om, i vrši popunjavanje sopstvenih internih struktura podataka paralelnim strukturama sa ScadaCore modula, kao i delegiranje primljenih podataka ka monitorskoj aplikaciji. Još jedna uloga ScadaGateway dela je prosleđivanje komandi sa strane monitorske aplikacije ka ScadaCore delu, i nižim nivoima, sve do samih uređaja u polju.

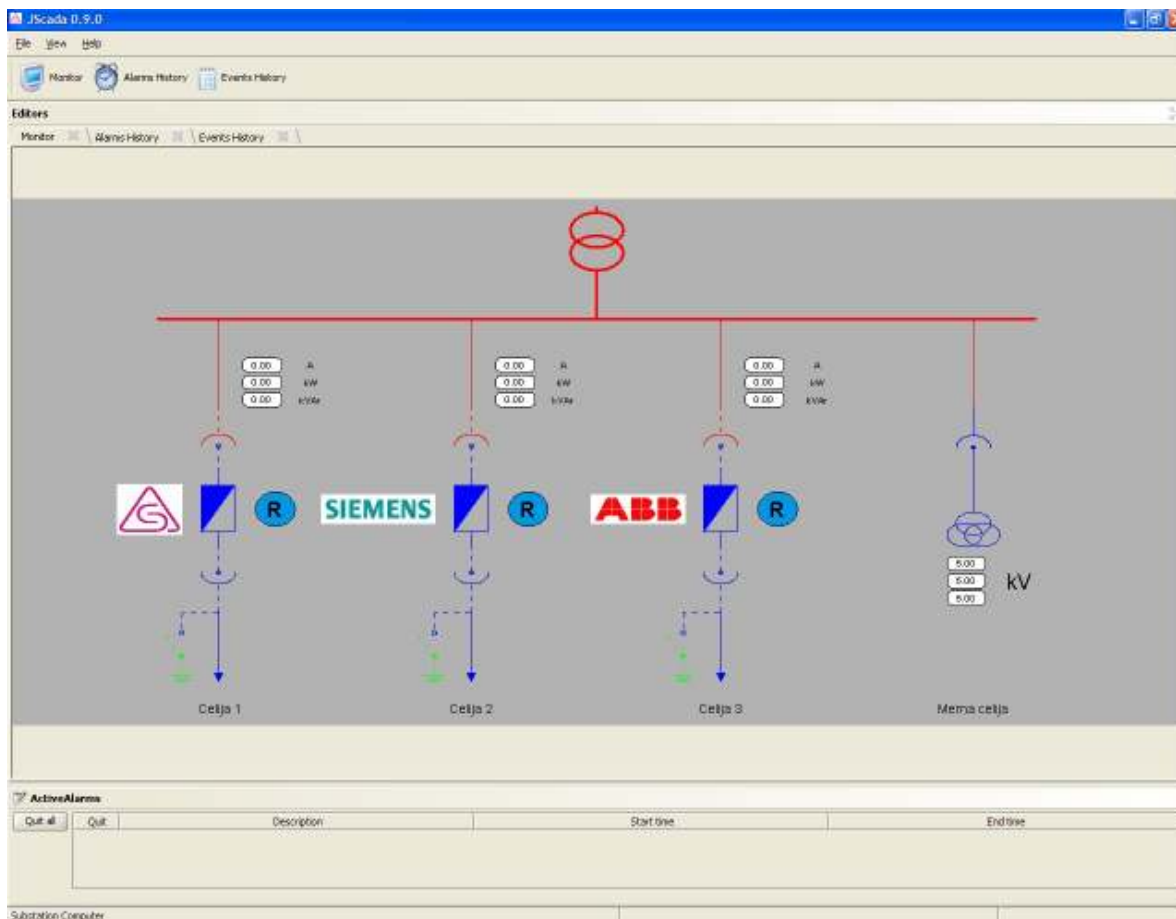
SubstationComputer predstavlja platformsku aplikaciju koja vrši prikaz svih relevantnih podataka korisniku. U slučaju ove konkretne realizacije SubstationComputer aplikacija je organizovana tako da pruži uvid u:

- glavni monitorski ekran,
- listu alarma, kako aktivnih, tako i onih zapisanih u istoriji,
- listu događaja zapisanih u istoriji
- dijalog za potrebu slanja komande ka uređaju.

Monitorski ekrani, kao deo platformske aplikacije, služe za grafički prikaz vrednosti posmatranih varijabli (struja, napon, prekidač, rastavljač, uzemljivač), pristiglih od strane uređaja u polju. Zamisao je bila da DEMO SCADA verzija sadrži samo jedan glavni monitorski ekran, sa prikazom tri izvodne ćelije. Zadavanje komandi uređajima je omogućeno direktno sa monitorskog ekrana, kroz dijalog za komandovanje, čime je ostvarena komunikacija u oba smera.

Manipulacija aktivnim alarmima je omogućena kroz poseban panel, pri čemu je za svaki alarm dat prikaz njegovog kratkog opisa, vreme startovanja, kao i vreme završetka, dok se istorija alarma koji su se desili prikazuje na posebnom panelu. Istorija svih događaja se, takođe, prikazuje u zasebnoj tabeli, i za svaki je dat njegov opis i vreme kada se dogodio.

Na sledećoj slici je dat prikaz operatorskog okruženja DEMO SCADA aplikacije, sa prikazom glavnog monitorskog ekrana, kao i banera za prikaz aktivnih alarma. Prelazak na prikaz istorije alarma ili događaja se vrši jednostavnim klikom na odgovarajuće dugme linije sa alatima, ili klikom na odgovarajući tab u prikazu centralnog panela.



Slika 3. Prikaz osnovnog izgleda operatorske DEMO SCADA aplikacije

ZAKLJUČAK

Standard IEC 61850 uvodi standardizaciju procesa razmene svih tipova podataka na nivou elektrodistributivne mreže, kao i mogućnost univerzalne konfiguracije čitavog sistema korišćenjem standardizovanog jezika SCL (Substation Communication Language), koji pokriva sve nivoe razmene podataka, počevši od same strukture i topologije komunikacione mreže na nivou trafostanice, pa sve do detaljnog opisa relejnih uređaja, i svih njihovih tipova podataka. Uvođenje tako standardizovanog principa konfiguracije i razmene podataka u organizaciju procesa funkcionisanja čitavog elektroenergetskog postrojenja, koje u sebi uključuje i SCADA (*Supervisory Control and System Acquisition*) nadzorni sistem, je dovelo do znatnog unapređenja performansi takvog sistema, kao i uniformnost konfiguracije SCADA nadzornog dela. Ovde je realizovan jedan DEMO SCADA sistem, koji obuhvata nadzor i kontrolu dela elektrodistributivne mreže sa tri izvodne ćelije, gde se kao zaštitni element svake od ćelija pojavljuje IED uređaj jednog od tri različita vendedora. Složenost same aplikacije je relativno malog obima, jer obuhvata samo prikaz jednog monitorskog ekrana, odnosno jednog naponskog nivoa, kao i listu događaja i alarma definisanih za taj deo elektrodistributivne mreže, ali je organizovana tako da je omogućena njena laka nadogradnja, i rekonfigurabilnost u slučaju dodavanja novih uređaja u polje, ili u slučaju potrebe za implementacijom neke nove funkcionalnosti sistema.

LITERATURA

1. Mackiewicz Ralph, 2004, "Benefits of IEC61850 Networking", "UCA International Users Group"
2. IEC 61850-6 Communication networks and systems in substations, "Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs"
3. IEC 61850-7 Communication networks and systems in substations, "Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs"

Ključne reči: IEC61850, SCL, SCADA, interoperabilnost, protokol, relejna zaštita