

R D2-03

MOGUĆI NAČINI RAZMJENE PODATAKA KORIŠĆENJEM STANDARDA IEC 61970 I IEC 61850¹

T. KOSTIĆ², C. FREI, O. PREISS,
ABB Switzerland, Corporate Research

SWITZERLAND

M. KEZUNOVIĆ³, Texas A&M University

USA

Sažetak - Inteligentni elektronski uređaji (IED-i) u rasklopnim postrojenjima (kao što su digitalni zapisivači kvarova, digitalni zaštitni uređaji i uređaji za nadzor rada prekidača) u današnje vrijeme omogućavaju pristup sve većoj količini podataka. Podaci se mogu koristiti u upravljačkom centru za poboljšanje njegovih funkcija, kao što su obrada topologije (TP) i estimacija stanja (SE), čineći ih bržim i pouzdanijim. Dva nedavno usvojena standarda definišu razmjenu podataka u okviru postrojenja (IEC 61850) i sa upravljačkim centrima (IEC 61970). U radu je data diskusija o tome kako ovi standardi mogu biti korišćeni da bi obezbijedili da funkcije upravljačkog centra imaju pristup podacima sa IED-a, čak i kada ova dva standarda ne koriste isti model podataka.

Korišćeni termini – Sistem za automatizaciju postrojenja (*Substation Automation*, SA sistem), IEC 61850, Jezik za opis konfiguracije postrojenja (*Substation Configuration description Language*, SCL), *Energy Management System* (EMS), IEC 61970, Opšti model informacija (*Common Information Model*, CIM), CIMXML, Razmjena podataka, Estimacija stanja (*State Estimation*, SE), Obrada topologije (*Topology Processing*, TP).

UVOD

Prvenstveno iz istorijskih razloga, ali takođe zbog postizanja pouzdanosti i zbog značaja njihovih funkcija, sistemi za nadzor i upravljanje u upravljačkim centrima i u postrojenjima su uglavnom razvijani kao zatvoreni sistemi. Razmjenu podataka između njih ima sledeće karakteristike:

¹ Ovaj rad je prevod članka na engleskom jeziku, prezentiranog učesnicima seminara *UCA Users Group* tokom pariske Cigré 2004 (original je dostupan na hiperlinku:

<http://ucausersgroup.org/cgi-bin/datacgi/download.cgi?file=Forum&download=VIYLINVO>).

² Tatjana Kostic, Christian Frei i Otto Preiss, ABB Switzerland, Corporate Research, Baden-Daettwil, Switzerland (e-mails: {tatjana.kostic, christian.frei, otto.preiss}@ch.abb.com, respektivno).

³ Mladen Kezunović, Texas A&M University, U.S.A. (e-mail: kezunov@ee.tamu.edu).

- u pogledu komunikacija, razmjena podataka je najčešće zasnovana na više specijalizovanih komunikacionih protokola.
- u pogledu sadržaja, količina podataka koji se šalju iz postrojenja je na neophodnom minimalnom nivou potrebnom da bi funkcije kontrolnog centra radile.

Kapacitet komunikacionih veza sa zahtjevima za visokom pouzdanošću je bio (i još uvijek jeste) glavni ograničavajući faktor koji određuje količinu razmijenjenih podataka. Funkcije upravljačkog centra za obradu topologije (TP) i estimaciju stanja (SE) obično se zasnivaju na poziciji prekidača i na efektivnim vrijednostima observabilnih mjernih veličina, koje su odgovorne za stvaranje „slike“ mreže na osnovu relativno oskudnih podataka iz postrojenja.

Sa razvojem (a) različitih tehnologija sekundarne opreme, kao što su inteligentni elektronski uređaji (IED), (b) novih algoritama za realizaciju funkcija u postrojenjima i upravljačkim centrima, kao i (c) pojavom standardizovane formalne semantike podataka za funkcije, danas je moguće razmatrati nove načine za razmjenu podataka između upravljačkog centra i upravljačkih sistema u postrojenjima, pridržavajući se fizičkih ograničenja (instalirane) komunikacione infrastrukture.

Dva nedavno usvojena standarda odnose se na razmjenu podataka na nivou postrojenja (IEC 61850 [1]) i između upravljačkih centara (IEC 61970 [2]). Proizvođači sistema već nude prve implementacije djelova ovih specifikacija. Ali ono što je još značajnije, elektro-privredna preduzeća zahtijevaju u svojim tenderima da sistemi budu usaglašeni sa ovim standardima. Međutim, bez obzira na sličan domen primjene (sistemi za nadzor i upravljanje električne mreže), i buduće očekivane zahtjeve za integraciju funkcija EMS-a sa funkcijama u SA sistemima, ova dva standarda su se, na žalost, razvijala prilično nezavisno jedan od drugog. Kao posljedica toga, nameće se potreba za mapiranjem između ova dva standarda i njihovih modela podataka [3].

Ovaj rad se bavi različitim načinima integracije sistema u upravljačkom centru i postrojenjima, zasnovanim na IEC 61870 i IEC 61850, a u cilju buduće primjene novih nadzornih i upravljačkih funkcija koje koriste obimne podatke dobijene sa IED-a u postrojenjima. U radu je prvo ukratko predstavljena jedna takva primjena. Zatim je dat pregled dva standarda sa primjerima mapiranja između dva modela podataka, kao i načini za ostvarivanje potrebne razmjene podataka. Na kraju su dati zaključci i reference.

PRIMJENA: POUZDANA TOPOLOGIJA POSTROJENJA

U ovom dijelu, daje se kratak osvrt na usavršene metode za obradu podataka iz različitih IED-a, kao što su digitalni zapisivači kvarova, digitalni zaštitni uređaji i uređaji za nadzor rada prekidača [5]. Rezultati tih obrada mogu doprinijeti poboljšanju standardnih TP i SE funkcija SCADA sistema, čineći ih bržim, robusnijim i pouzdanijim [4]. Ove dvije SCADA funkcije su veoma važne, budući da stvaraju „sliku“ postrojenja neophodnu za rad svih ostalih EMS funkcija u upravljačkom centru – ne samo onih koje se odvijaju stalno (u pozadini), već i onih koje operateri koriste za nadzor i upravljanje elektro-energetskim sistemom u normalnom, vanrednom i stanju ponovnog uspostavljanja sistema.

Pri vanrednom stanju u elektro-energetskom sistemu, primarnu ulogu imaju zaštitni releji. U prošlosti, oni su bili elektro-mehaničkog dizajna i nisu bili „inteligentni“, već su slali sirove signale do daljinskih stanica (RTU), koji su sadržavale logiku za interpretaciju npr. uklopnog stanja prekidača i izračunavanja efektivnih vrijednosti napona i snaga iz mjerenja za sve tri faze. Ovo su tipično jedini podaci koje RTU šalju od postrojenja do SCADA baze podataka u upravljačkom centru.

Razvoj uređaja baziranih na mikro–procesorima (IED-i) ne samo da je omogućio izvođenje kompleksnih zaštitnih i upravljačkih algoritama na samim uređajima, već i komunikaciju sa ovim uređajima. Zato je moguće dobiti različite vrste podataka koje IED registruje i primijeniti napredne tehnike obrade podataka, kako u realnom vremenu (npr. tokom eksploatacije) tako i naknadno, radi analiziranja.

Da bi ilustrovali korist od mogućnosti pristupa podacima raspoloživim iz IED-a, razmotrimo sledeće tipove IED-a i podatke vezane za rad prekidača koje oni mogu da obezbijede:

- Zaštitni releji zapisuju rasklopne struje *duty cycle currents*, I^2t ;
- Digitalni zapisivači kvara obezbjeđuju „a“ i „b“ kontakte i promjene na strujama faza;
- Uređaji za praćenje rada prekidača obezbjeđuju signale sa upravljačkih kola, vibracija i pritiska gasa.

Na naprijed navedene podatke mogu se primijeniti različite usavršene tehnike obrade podataka, kao što su vremenska analiza ili ocjena prethodnih događaja, u cilju dobijanja različitih vrsta pouzdanih informacija o radu prekidača. Tabela I prikazuje dvije od ovih tehnika, sa rezultatima koji su posebno značajni u smislu određivanja pouzdane topologije postrojenja: (a) upotreba redundantnih podataka i (b) korelacija između različitih podataka.

TABELA I – SREDSTVA ZA PRIBALJANJE POUZDANIH PODATAKA O TOPOLOGIJI

Redundantni podaci	Korelacija podataka
Višestruki IED-i mjere stanje prekidača i analogne podatke (mjerenja)	Tumačenje uzročno-posljedičnih sekvenci događaja na prekidaču
Potvrđivanje statusa prekidača zasnovanog na višestrukim indikacijama statusa	Uspostavljanje odnosa između promjena stanja i promjena analognih veličina

Dostupnost vrlo pouzdanih informacija o stanju i analognim veličinama koje se obrađuju u postrojenjima čini da se postojeće TP i SE funkcije u SCADA-i upravljačkog centra mogu značajno pojednostaviti uz poboljšanje njihove pouzdanosti i rada u odnosu na sve druge EMS funkcije.

U narednim poglavljima razmatramo IEC standarde, moguće načine razmjene podataka i posljedice na postojeće sisteme u postrojenjima i upravljačkom centru.

PREGLED STANDARDA IEC 61850 I IEC 61970

Dva aspekta specifikacija u IEC 61850 i IEC 61970 standardima su relevantna za kontekst ovog rada:

(1) Semantika aplikacionih podataka, kao što je značenje riječi 'prekidač' i 'pozicija prekidača'; i,

(2) Razmjena informacija, tj. kako se aktuelne jedinice podataka mogu razmjenjivati. Ona se može dalje podijeliti u zavisnosti od vrste informacija i okruženja u kome se razmjena vrši:

(2.a) Razmjena konfiguracionih podataka putem, na primjer, fajla u datom formatu za serijalizaciju. Kao primjer može poslužiti XML dokument koji sadrži podatke sa natpisne pločice prekidača, podatak o vrsti primarnog uređaja kojeg prekidač štiti, i podatak o njegovoj normalnoj poziciji (otvoren, zatvoren); i,

(2.b) Razmjena tekućih podataka iz funkcija kroz realizaciju, na primjer, programskog interfejsa (API) specificiranog u zadatom programskom jeziku i/ili realizaciju usluga iz aplikacionog nivoa datog komunikacionog profila. Primjeri ove vrste razmjene su očitavanje trenutnog stanja prekidača, ili komanda EMS operatera ili aktiviranje zaštitnog releja, koji imaju kao posledicu promjenu stanja prekidača u realnom vremenu.

Tabela II daje sumaran prikaz glavnih osobina ova dva IEC standarda, od kojih su neke razmatrane u nastavku.

TABELA II – POREĐENJE DVA IEC STANDARDNA
(BROJEVI U ZAGRADAMA SE ODOSE NA BROJ PRETHODNE STAVKE)

	IEC 61850	IEC 61970
Domen kontrolnog sistema	SA sistem	EMS
Domen informacionog sistema	Postrojenje <i>intra-aplikacija</i>	Upravljački centar <i>intra-aplikacija</i>
Model podataka (1)	Da	Da (CIM)
Format za serijalizaciju	Da (SCL) (2.a)	Da (CIMXML) (2.a i 2.b)
Komunikacioni profil	Da (2.b)	Ne
API	Ne	Da (2.a i 2.b)

a. IEC 61850

“IEC 61850: Komunikacione mreže i sistemi u postrojenjima“ [1] je komunikacioni standard koji se odnosi na funkcije u domenu postrojenja. Njegov cilj je da omogući interoperabilnost između raznih vrsta IED-a unutar postrojenja. Komunikacije se odvijaju na komunikacionoj magistrali podataka na najvišem nivou u postrojenju (LAN), na komunikacionoj magistrali koja je sabirnički orijentisana veza prema I/O, i *peer-to-peer* komunikacije između IED-a, koje služe za ekstremno brzu razmjenu u realnom vremenu. Standard specificira apstraktni interfejs za komunikacione usluge (*Abstract communication service interface*, ASCI) i njihovo mapiranje na konkretne komunikacione protokole (npr. *Manufacturing Message Specification*, MMS).

Takođe, IEC 61850 definiše jedan prilično obiman model podataka za domen postrojenja, kao i format za razmjenu konfiguracionih podataka u vidu XML šeme [6][7], koji se zove Jezik za opis konfiguracije postrojenja (SCL). Jedini dio standarda koji je specificiran u elektronskom obliku je SCL, dok su model podataka domena i usluge za pristup podacima definisani u vidu teksta i tabela (što znači, nemaju format pogodan za računarsku obradu). U cilju prevazilaženja ovog nedostatka i da bi omogućili mapiranje [3] sličnih koncepata između modela podataka IEC 61850 i IEC 61970, razvili smo formalni model [8] koristeći *de facto* standard u softverskom inženjeringu, *Unified Modelling Language* (UML) [9].

Najznačajniji koncept u modelu podataka domena u IEC 61850 je tzv. *logical node* (LN). LN modeluje bilo koju osnovnu zaštitnu ili upravljačku funkciju, obično lociranu u IED-u (npr. pod-naponska zaštita ili funkcija provjere sinhronizacije), ili ima ulogu posrednika (*proxy*) za primarnu opremu (npr. prekidač ili mjerni transformator). LN-i su važan koncept, jer sadrže različite standardno-imenovane podatke, neophodne za izvršenje pomenute osnovne funkcije. Podaci u LN-ima su apstraktni tipovi podataka (*abstract data types*, ADT) koji opisuju domen postrojenja, i mogu sadržati jedan ili više hijerarhijskih nivoa ADT-a. Ako se prati putanja od najvišeg do najnižeg nivoa ove kompleksne strukture, tj. kad se stigne do primitivnog tipa podataka (kao što je broj ili logički izraz), putanje formirane iz imena LN-a i njegovih podataka bi se mogle smatrati kao standardizovana imena signala. Na primjer, prekidač broj 3 je modelovan sa jednim LN-om XC_{CBR3} tipa. Ako je ime ovog LN-a XC_{CBR3}.Pos.stVal je podatak samo za čitanje, koji predstavlja vrijednost signala koji opisuje položaj prekidača; XC_{CBR3}.PosctlVal je upravljački signal samo za pisanje, koji omogućava promjenu položaja prekidača; XC_{CBR3}.Pos.sboTimeout je parametar konfiguracije koji se odnosi

na upravljanje prekidačem u modu “izbor prije izvršenja” (*select before operate*); i `XCBR3.EEHealth.stVal` je status ispravnosti prekidača.

Gore navedeni primjer pokazuje da podaci sadržani u LN-u nisu samo operativni nego i konfiguracioni podaci. Njihova standardizovana imena (i tipovi), koji nose semantiku domena, omogućavaju standardan način za opis i adresiranje podataka IED-a, nezavisno od interne realizacije funkcija u njemu. Ovo omogućava interoperabilnost uređaja raznih proizvođača, ukoliko oni prikazuju svoje podatke prema IEC 61850 i ako realizuju ACSI usluge za razmjenu tih podataka.

b. IEC 61970

“IEC 61970: Programski interfejs za funkcije za upravljanje energetske sistemom (EMS-API)” [2] normalizuje skup API-ja za manipulaciju kritičnih u realnom vremenu, blizu realnog vremena i istorijskih EMS/SCADA podataka. Cilj standarda je da podrži (a) integraciju nezavisno razvijenih funkcija u postojeće EMS sisteme, ili (b) integraciju EMS sistema sa ostalim sistemima koji se bave različitim aspektima rada energetske sistema, kao što su upravljanje i eksploatacija u proizvodnji ili distribuciji električne energije. Za razliku od IEC 61850, ova specifikacija ne nameće nikakav poseban komunikacioni profil, već samo definiše API u standardnom IDL-u (*interface description language*). Ovaj API zahtijeva da bude implementiran u nekom programskom jeziku po izboru (npr. Java, C#, CORBA). Funkcije tada mogu da izlože API u okviru svog izvršnog okruženja (kao što je J2EE ili .NET), ili putem daljinskog pozivanja procedura (*remote procedure call*, RPC), Web usluga ili nekog drugog mehanizma za razmjenu poruka. Danas bi tipična komunikacija u ovim okruženjima bila zasnovana na TCP/IP protokolu.

Slično sa IEC 61850, ova specifikacija takođe definiše jedan razrađen model podataka, *Common Information Model* (CIM), kao i format za razmjenu konfiguracionih podataka. Za razliku od modela podataka IEC 61850, CIM je već definisan u UML-u, i dostupan je kao fajl u formatu *Rational Rose™ model*, koji se može naći na stranici:

<http://www.cimuser.com>.

UML model sam po sebi, kao i dokumentacija koja je automatski generisana po modelu, predstavljaju normativne dokumente standarda [2]. Model se takođe koristi da automatski generiše CIMXML, koji je primjena RDF standarda [10] na CIM model. Više o korišćenju CIMXML-a se može naći u [11]. CIMXML šema je format za serijalizaciju CIM modela i donekle ekvivalent SCL-a iz IEC 61850 (Napomena: CIM svakako nije ograničen na samo konfiguracione podatke, kao što je to SCL).

CIM specificira strukturu i opštu semantiku za podatke koji opisuju:

- elemente energetske sistema (npr. postrojenje, prekidač, transformator ili namotaj transformatora),
- njihove atribute (npr. nominalna struju prekidača), i
- relacije između raznih elemenata (npr. transformator sadrži, između ostalog, dva ili više namotaja).

On takođe definiše neke apstraktne koncepte kao što su `Measurement` i `Control` (mjerenje i upravljanje), koji predstavljaju opšti mehanizam za modeliranje jedinica podataka ili signala stanja i kontrole. Definicija svih koncepata domena je objektno orijentisana, što znači da su odgovornosti u smislu “šta znam” (tj. podaci kao atributi) i “koga znam” (tj. relacije sa drugim tipovima podataka) dobro raspoređeni na sve tipove. Zbog toga, CIM model ima mnogo tipova i relacija. Zauzvrat, svaki tip ima relativno malo atributa.

Na primjer, tip `Measurement` ima relaciju sa druga dva tipa: `MeasurementType` i `MeasurementValue` (tj. sa vrstom i vrijednošću mjerenja, respektivno). Više instanci `Meas-`

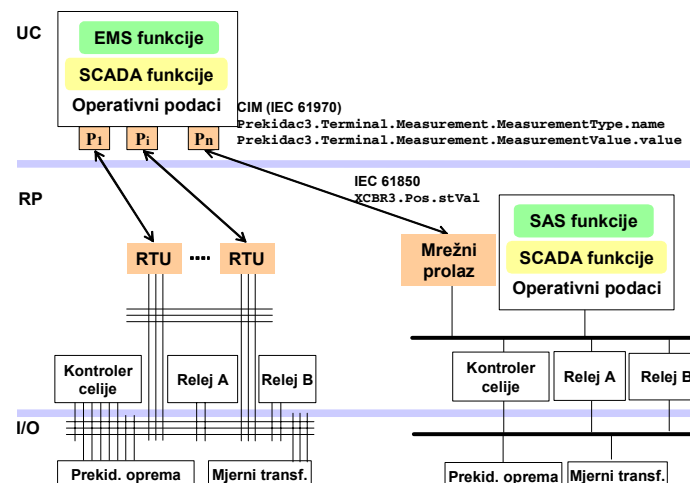
remanent-a se može dodati na Terminal provodne opreme, kao što je prekidač. Odgovarajuće putanje kroz relacije Measurement-a definišu jedinice podataka (ili signale). Aktualna pozicija prekidača broj 3 bi bila definisana sa dvije jedinice podataka: `Prekidač3.Terminal.Measurement.MeasurementType.name` i `Prekidač3.Terminal.Measurement.MeasurementValue.value`, dok bi nominalna struja prekidača, kao konfiguracioni parametar, bila definisana putanjom `Prekidač3.ampRating`. Kratke putanje u CIM-u obično znače da se radi o atributu (kao što se odnosi na drugo-pomenuto), a ne o relaciji sa drugim tipom.

Gornji primjer ponovo pokazuje da opšta semantika domena omogućava standardizovanu razmjenu podataka, nezavisno od interne realizacije EMS/SCADA funkcija. Ovo omogućava integraciju sa EMS sistemima različitih proizvođača, ukoliko oni prikazuju svoje podatke kao CIM i ako realizuju IEC 61970 API-je za razmjenu tih podataka.

RAZMJENA PODATAKA: „ŠTA“ I „KAKO“

Najznačajniji doprinos oba spomenuta standarda su njihovi modeli domena. Oni definišu semantiku podataka koji mogu da se razmjenjuju između raznih softverskih aplikacija unutar informacionog sistema elektro-privrednog preduzeća, kako administrativnih tako i mrežnih aplikacija.

Tipična (pojednostavljena) komunikaciona arhitektura je prikazana na Slici 1, i koristiće nam za opis načina razmjene topoloških podataka. Prikazana arhitektura sadrži tri hijerarhijska nivoa: upravljački centar (UC), rasklopna postrojenja (RP) i proces I/O (primarnu opremu). U donjoj polovini slike su prikazana dva primjera arhitekture postrojenja. Na lijevoj strani je danas predominantna arhitektura u kojoj su proces I/O kao i zaštitni i upravljački uređaji ožičeni (*hard-wired*) prema daljinskoj stanici (RTU), a na desnoj strani je kompletan SA sistem, sa magistralno-orijentisanim prenosom podataka preko LAN-a postrojenja.



Slika 1 – Komunikacije između upravljačkog centra i postrojenja

Razmjena podataka između upravljačkog centra i postrojenja se zasniva na jednom ili više tzv. RTU protokola (npr. IEC 60870-101/104, DNP3.0, itd.). Konverzija protokola je šematski prikazana na Slici 1 kvadratima P₁, P_i i P_n na strani sistema upravljačkog centra, koji tipično mora da podržava više RTU protokola. Mrežni prolazi (*gateways*) u savremenim SA sistemima oponašaju RTU, pretvarajući LAN protokol postrojenja u neki od RTU protokola koje upravljački centar podržava.

Napokon, Slika 1 sadrži i primjer mapiranja podataka prekidača između CIM i IEC 61850 modela, o čemu je bilo govora u prethodnim odjeljcima.

U kontekstu razmjene topoloških podataka između upravljačkog centra i postrojenja, mogu se identifikovati tri scenarija za integraciju baziranu na standardima.

c. Konfigurisanje (korišćenje projektovanih podataka ili signala)

U vrijeme konfigurisanja sistema, CIMXML opis pojedinog postrojenja može se transformirati u SCL i koristiti u SA sistemu, ili obrnuto, SCL opis postrojenja se može pretvoriti u djelimični CIMXML model i koristiti za konfigurisanje EMS/SCADA sistema u upravljačkom centru. Za prototip polu-automatskog pretvarača, vidi primjer [3]. Pretpostavka je, naravno, da SA sistem u postrojenju razumije IEC 61850 model podataka i da EMS/SCADA sistem u upravljačkom centru razumije CIM.

Podaci relevantni za konfiguraciju mogu biti dvojadi:

(a) Podaci koji opisuju funkcionalnu strukturu postrojenja i povezanost njegovih elemenata su opisani u formatu za serijalizaciju, tj. kao primjerak SCL ili CIMXML fajla. Ovo su tipični podaci potrebni za jednopolne šeme, koji opisuju raspored primarne opreme (prekidači, rastavljači, vodovi, sabirnice, energetske transformatori), kao i način na koji su oni povezani. Opis obuhvata i mjesto mjernih transformatora u slučaju SCL fajla, koji se mora mapirati na koncept mjerenja (*Measurement*) u CIM-u. Mapiranje između CIM i IEC 61850 modela podataka je na nivou vrste opreme (npr. prekidač-prekidač, vod-vod, mjerenje-mjerni transformator, itd), što znači između tipova u dva modela; i,

(b) Mapiranje koncepata koji predstavljaju pojedinačne podatke ili signale, što podrazumijeva mapiranje između atributa tipova u dva modela. Primjeri ove vrste mapiranja dati su na Slici 1 za prekidač i njegovo stanje. Standardizovano mapiranje na ovom nivou bi olakšalo konfigurisanje komunikacionih veza između procesne upravljačke jedinice SCADA kontrolnog centra, s jedne strane, i mrežnog prolaza ili RTU u postrojenju s druge (npr. putem automatskog generisanja parova adresa).

Ako je standardizovano mapiranje između modela podataka upravljačkog centra i postrojenja dato (čak i ako sistem u upravljačkom centru ne realizuje CIM API-je u potpunosti, i sistem u postrojenju ne realizuje sve IEC 61850 usluge), proces konfigurisanja jednog sistema može biti visoko automatizovan iz opisa koji daje drugi sistem, jer se to može uraditi putem razmjenive fajlova.

d. Eksploatacija (rad u realnom vremenu): Puna integracija

Ovaj scenario podrazumijeva da komunikacioni prednji krajevi (*front-end*) i upravljačkog centra i postrojenja komuniciraju po istom protokolu:

- bilo onom kojeg specificira IEC 61850, tj. MMS koji implementira ACSI usluge,
- ili nekom mehanizmu razmjene poruka na višem nivou, kao što su CORBA preko IIOP-a ili Web usluge preko HTTP/TCP/IP-a (što je na osnovu IEC 61970 stvar izbora).

S obzirom na postojeću infrastrukturu, malo je vjerovatno opredjeljenje za ovu drugonavedenu mogućnost zbog nedovoljne brzine razmjene podataka između postrojenja i upravljačkog centra u vrijeme izvršenja, kao i zbog ograničenja u propusnom opsegu veza. Zbog toga se prvo pomenuti scenario čini prihvatljiviji, a preduslovi za njegovo izvođenje su sljedeći:

- Komunikacioni prednji krajevi oba sistema razumiju svoje modele podataka i konfigurisani su kao što je opisano u odjeljku IV.A.
- Barem mrežni prolaz SA sistema ili RTU (vidi Sliku 1) treba da radi pod IEC 61850. Drugim riječima, oni obezbjeđuju konkretnu implementaciju ACSI usluga, npr. na MMS steku.

Napominjemo da bi u idealnom slučaju LAN postrojenja bio pod IEC 61850, ali ovdje to nije uslov.

- Procesna komunikaciona jedinica u upravljačkom centru primjenjuje IEC 61850 kao jedan od svojih protokola (npr. P_n na Slici 1). Ako LAN postrojenja koristi IEC 61850, sa aspekta upravljačkog centra mrežni prolaz bi bio suvišan.

Po ovom scenariju, sistem postrojenja ne mora ništa da zna o CIM-u, ali sistem upravljačkog centra mora da zna kako da transformiše IEC 61850 model podataka u CIM. Postrojenje je IEC 61850 server, a upravljački centar je IEC 61850 klijent. Stoga, procesna komunikaciona jedinica u upravljačkom centru treba da primijeni minimalni skup ACSI usluga specificiranih za postupanje klijenata u saglasnosti sa IEC 61850.

Uopšteno govoreći, upravljački centar može da dobija podatke o topologiji u realnom vremenu na jedan od dva moguća načina: (a) način koji podrazumijeva odgovor na zahtjev (*request-reply*), tj. ispitivanje svih vrijednosti stanja prekidačke opreme u postrojenju u redovnim vremenskim intervalima, i (b) način koji podrazumijeva objavljivanje-prijavu (*publish-subscribe*), to jest prijem samo onih vrijednosti stanja koje su se promijenile, i to neposredno nakon promjene. IEC 61850 definiše ACSI usluge koje podržavaju oba navedena načina provjere vrijednosti podataka, i upravljački centar mora da kao klijent implementira samo one koje namjerava da koristi.

e. Eksploatacija: Integracija putem razmjene fajlova

Ovaj način integracije predstavlja srednje rješenje, koje se može koristiti kao prvi korak ka punoj integraciji u realnom vremenu, prethodno opisanoj u odjeljku B. Sistem postrojenja periodično generiše parcijalni CIMXML model, koji sadrži vrijednosti stanja prekidačke opreme. Sadržane vrijednosti mogu biti sve one koje su postojale u vrijeme stvaranja djelimičnog CIMXML fajla, ili samo one koje su se promijenile od poslednjeg generisanja fajla. Odluku o ovome treba donijeti u vrijeme konfigurisanja oba sistema.

Preduslovi za ovaj način razmjene su sljedeći:

- Komunikacioni prednji krajevi oba sistema razumiju svoje modele podataka, i konfigurisani su kako je opisano u odjeljku IV.A; i
- Komunikacioni prednji krajevi oba sistema podržavaju neki protokol za razmjenu fajlova (npr. FTP); i
- Uslovi rada su normalni (pouzdana stanje).

Ovaj scenario bi bio dovoljan da obnovi bazu podataka sistema upravljačkog centra za SE funkciju u realnom vremenu, koja se izvršava obično svakih 5 do 60 minuta u normalnim uslovima rada (ovo zavisi od politike kompanije i mogućnosti SCADA upravljačkog centra). Ovaj način razmjene topoloških podataka nije upotrebljiv pri uslovima kvara u energetskom sistemu, zbog obima podataka koje bi postrojenje tada generisalo. Ipak, ovaj scenario može biti koristan kao prvi korak u procesu prelasku na potpunu integraciju. Takođe, potrebno je naglasiti da za ovaj način razmjene podataka nije neophodno da ijedna strana primjenjuje bilo kakav poseban protokol (izuzev za razmjenu fajlova). To znači da bi za postojeće sisteme trebalo samo da se stvori lokalni interfejs, u cilju pribavljanja podataka. Međutim, i dalje postoji potreba za generisanjem CIMXML fajla u postrojenju. Dekodiranje IEC 61850 podataka i generisanje parcijalnog CIMXML fajla moglo bi se izvršiti nezavisnom realizacijom konverzije [3].

ZAKLJUČCI

Na osnovu prethodnih razmatranja, mogu se izvući sljedeći zaključci:

- Postojeće EMS funkcije, kao i buduće funkcije za SA sisteme i EMS realizacije, mogu imati koristi od mogućnosti razmjene podataka zasnovanih na standardizovanim semantičkim domenima.
- IEC 61850 i IEC 61970 čine solidan osnov za razvoj potrebnih interfejsa za razmjenu podataka između postrojenja i SCADA upravljačkog centra, ali u trenutnoj formi ne dozvoljavaju pravolinijsku implementaciju.
- Zadaci mapiranja koji su razmatrani u ovom radu, kao i neka predložena rješenja (načini razmjene podataka) mogu dati dovoljan nivo detalja za buduće definisanje dopuna u oba standarda, potrebnih za razmjenu podataka.

REFERENCE

- [1] IEC 61850: Communications Networks and Systems in Substations, International Standard, 2003.
- [2] IEC 61970: Energy Management System Application Programming Interface (EMS-API), IEC Standard. Part 301: Common Information Model (CIM) Base, v.10.4, May 2003. [Online] Available (model view): <http://www.cimuser.com>
- [3] T. Kostic, O. Preiss, C. Frei, *Towards the Formal Integration of Two Upcoming Standards: IEC 61970 and IEC 61850*, in Proc. of 2003 LESCOPE Conference, pp. 24-29, May 2003.
- [4] M. Kezunovic, A. Abur, A. Edris, D. Šobajic, *Data Integration/Exchange Part I: Future Technical and Business Opportunities*, IEEE Power & Energy Magazine pp. 14-19, Mar/April 2004.
- [5] M. Kezunovic, A. Abur, A. Edris, D. Šobajic, *Data Integration/Exchange Part II: Future Technical and Business Opportunities*, IEEE Power & Energy Magazine pp. 24-29, May/June 2004.
- [6] W3C, *Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Third Edition)*, W3C Recommendation, February 2004. Available: <http://www.w3.org/TR/REC-xml>
- [7] W3C, *XML Schema Part 0: Primer*, W3C Recommendation, May 2001. Available: <http://www.w3.org/TR/xmlschema-0/>
- [8] T. Kostic and O. Preiss, *UML model of IEC 61850 (v6, May 2004) and the data mappings between CIM 10 and IEC 61850*. Not published yet (contact authors).
- [9] OMG, *Unified Modelling Language Specification*, Version 1.4, September 2001. [Online]. Available: <http://www.omg.org/uml>
- [10] W3C, *RDF Primer*, <http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>, W3C Working Draft, April 2002.
- [11] A. deVos, S.E. Widergren, J. Zhu, *XML for CIM Model Exchange*, Proc. IEEE Conference on Power Industry Computer Systems, Sydney, Australia, 2001. Available at <http://www.langdale.com.au/PICA>