



STK D2 STK C2

14. simpozijum
UPRAVLJANJE I
TELEKOMUNIKACIJE U
ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU
Tara, 16-18. jun 2008. god.

D2 II 04

**IZRADA APLIKACIJE ZA KONFIGURACIJU SCADA SISTEMA
U SKLADU SA SAVREMENIM KONCEPTIMA MODELOVANJA I
KONFIGURISANJA**

E. VELJKOVIĆ GRBIĆ*, J. DRAGUTINOVIĆ, A. CAR

Institut Mihajlo Pupin

Beograd

Kratak sadržaj

U projektima upravljanja elektroenergetskim sistemima, koji uključuju i SCADA podsisteme, postoji potreba za savremenijim pristupom u postupku modelovanja opreme, merenja i konfigurisanja pojedinačnih uređaja i aplikacija u cilju uštede vremena i smanjenja mogućnosti greške. Automatizovanje ovog postupka obuhvata zahteve za objektno-orijentisanim modelom, centralizovanom parametrizacijom, tj. unosom vrednosti nekog parametra samo na jednom mestu, čime se održava konzistentnost podataka, integracijom već postojećih opisa uređaja ili podsistema, mapiranjima podataka na konkretne komunikacione servise u zavisnosti od specifičnih potreba, automatskim generisanjem dokumentacije o konfiguraciji itd.

Posmatrano sa aspekta modelovanja sistema od posebnog interesa su standardi *IEC 61970/61968/61850* koji postavljaju okvire za kreiranje informacionog modela postrojenja i konfiguraciju uređaja. Ukoliko preporučeni XML formati (SCL i CIM/XML) za opis podataka budu opšte prihvaćeni, biće stvoreni preduslovi za automatizovanu razmenu meta podataka i real-time veličina između različitih aplikacija. Zato sada funkcije eksporta i importa meta podataka u standardnim XML formatima postaju značajne komponente softverskih alata za inženjering sistema i konfiguraciju uređaja.

U ovom radu je dat prikaz karakterističnih funkcionalnosti koje savremene aplikacije za modelovanje i konfiguraciju uređaja i sistema treba da poseduju, kao i opis realizacije jedne takve aplikacije - UNES konfiguratora.

Ključne reči

SCADA, informacioni model, konfiguracija, import/export, SCL, RDF, XML, CIM

*Elena Veljković Grbić, IMP – Automatika, Volgina 15, 11060 Beograd
elena.veljkovic@automatika.imp.bg.ac.yu

1 UVOD

Od vremena kada su u elektroenergetskim postrojenjima i centrima upravljanja dominirale centralizovane SCADA aplikacije (*Supervisory Control and Data Acquisition*), koje su obezbeđivale prikupljanje i obradu podataka u realnom vremenu, desila su se znatna unapredjenja i proširenja, omogućena razvojem hardvera i informacionih i komunikacionih tehnologija. Porast broja softverskih podсистema integrisanih u okviru EMS-a (Energy Management System) ima i svoju negativnu posledicu, pre svega u činjenici da je održavanje takvog kompleksnog sistema mnogo teže jer se aplikacije, najčešće potekle od različitih proizvođača, neminovno razlikuju u svojoj arhitekturi i tehnologiji realizacije, pa je samim tim i razmena informacija među njima otežana.

Starija generacija SCADA aplikacija uglavnom se zasnivala na signalno orijentisanim modelima podataka, čija unutrašnja organizacija nije bila od interesa za korisnika. To važi i za konfiguraciju daljinskih stanica i drugih uređaja koji po funkciji pripadaju kontrolnom sistemu. Liste signala su karakteristične i za mnoge komunikacione protokole koji se danas primenjuju. Dakle svaki deo sistema ima izolovane informacije i postoji problem usklađivanja različitih imena i vrednosti koje jedan isti podatak dobija u različitim delovima sistema.

U današnje vreme teži se otvorenoj arhitekturi softverskih podсистema u okviru EMS-a, kako bi se zadovoljili zahtevi da oprema različitih proizvođača bude interoperabilna, da se komunikacija vrši po standardnim protokolima i da različite aplikacije mogu automatizovano da razmenjuju podatke. Kako bi se složeni proces integracije takvih sistema pojednostavio uvode se standardni objektno-orijentisani modeli podataka, kao i standardni formati i principi realizacije njihove automatizovane razmene.

U distribuiranim heterogenim sistemima više se ništa ne može posmatrati izolovano. Sve komponente sistema bilo da se radi o fizičkim objektima, hardverskim ili softverskim komponentama posmatraju se kao resursi koji su u nekoj vrsti relacija i koje treba modelovati tako da se na najefikasniji način opiše sistem i koriste informacije kojima raspolažemo. Prema tome i skupovi podataka potrebni za konfigurisanje daljinskih stanica, IED-ova (*Intelligent Electronic Device*), SCADA ili drugih aplikacija i upravljačkih programa treba da se posmatraju kao deo kompletnog informacionog sistema. Alati za njihovo editovanje treba da omoguće da se zajednički podaci razmenjuju, bilo preko funkcija importa/ekporta, odgovarajućih servisa srednjeg sloja ili pristupa centralnom skladištu informacija.

2 STANDARDIZACIONI OKVIRI

Od postojećih internacionalnih standarda koji pokrivaju oblast elektroenergetskih sistema, uključujući opremu, EMS (Energy Management Systems), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) i razmenu real-time i non-real-time informacija ovde ćemo pomenuti IEC 61850, IEC 61970 i IEC 61968 koji su nam od posebnog interesa jer se bave uvođenjem novog koncepta modelovanja podataka i razmenom tih modela na standardizovan način.

Standard **IEC 61850** (*Communication networks and systems in substations*) je globalni standard za informacione modele i razmenu informacija u oblasti automatizacije trafostanica. On se odnosi na komunikaciju u okviru kontrolnih sistema u trafostanicama i, u cilju preciznog definisanja komunikacionih zahteva za različite grupe funkcija i modele podataka, uvodi objektno-orijentisani koncept u modelovanju funkcija postrojenja. Da bi se postigla interoperabilnost opreme različitog porekla, pored zajedničkog komunikacionog puta i protokola, bilo je neophodno da se definišu modeli svih poznatih funkcija i tipova podataka u okviru tri hijerarhijska kontrolna nivoa: nivoa stanice, nivoa polja i nivoa procesa. Još jedna novina koju uvodi **IEC 61850-6** je da se konfigurisanje sistema automatizacije obavlja i dokumentuje uz pomoć standardizovanog opisnog jezika **SCL** (*Substation Configuration description Language*), specificiranog u obliku XML šeme (*EXtensible Markup*

Language Schema Definition). Osnovni cilj SCL-a je da obezbedi standardni format konfiguracionih fajlova koji se mogu razmenjivati i koje mogu razumeti razni softverski alati za inženjering. SCL omogućava detaljni, formalni opis konfiguracije sistema koji se sastoji od naziva i strukture konkretne trafostanice, opisa uređaja i njima pridruženih funkcija i podataka, topologije, implementiranih servisa i svih ostalih parametara komunikacionog sistema. Postoje četiri vrste SCL fajlova. Opis mogućnosti IED uređaja (.icd) i opis strukture trafostanice (.ssd) su ulazni podaci u procesu inženjeringa trafostanice, koji se obavlja uz pomoć softverskih alata za konfiguraciju tipa sistem-konfiguratora i koji proizvode kompletan formalni opis trafostanice, uređaja i parametara komunikacije (.scd). Opis konfiguracije jednog IED-a (.cid) je podskup ovakvog kompletnog opisa i on se preko vlasničkih softverskih alata (IED konfiguratora) prenosi na sam uređaj, jer je jedan od zahteva standarda i taj da svaki inteligentni uređaj u memoriji sadrži fajl u SCL formatu sa informacijama o sopstvenoj konfiguraciji (*self-description*) i da se tom fajlu može pristupiti iz komunikacije. Sa aspekta inženjeringa ovakva organizacija olakšava proces integracije sistema, jer se mnogi podaci importuju. Velika prednost formalnog SCL opisa je što se izbegavaju nesporazumi oko imenovanja uređaja i podataka i omogućava konzistentna razmena podataka o konfiguraciji između raznih inženjerskih alata, čime se pojednostavljuje i eventualno proširenje ili unapređenje sistema, kao i održavanje dokumentacije.

Za razliku od intra-aplikacijske integracije komponenata u okviru softverskog sistema jednog proizvođača, koja je optimizovana i efikasna, ali zatvorena, standardi **IEC 61970** (*Energy Management System Application Program Interface*) i **IEC 61968** (*Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management*) se bave principima inter-aplikacijske integracije, tj. povezivanjem raznih, nezavisno razvijanih aplikacija, realizovanih u različitim programskim jezicima, operativnim sistemima, protokolima itd., i zasnovanih na različitim modelima podataka. Oni specificiraju zajednički informacioni model, arhitekturu interfejsa i principe njihove implementacije preko servisa na srednjem sloju. Ciljevi ova dva standarda su da se redukuje vreme i rad na dodavanju novih aplikacija, ali i da se putem dodavanja interfejsa, odnosno nadogradnje, zaštite postojeći modeli podataka i aplikacije koje pouzdano funkcionišu, i da se uspostave pravila za razmenu zajedničkih informacija između aplikacija kako unutar jednog centra upravljanja tako i između centara. Najznačajniji deo standarda **IEC 61970** je **CIM** (*Common Information Model*) sveobuhvatni, apstraktni, objektno-orijentisan model elektroenergetskog sistema. Zbog obimnosti CIM modela, predložene specifikacije klasa objekata u UML formatu (*Unified Modeling Language*) su grupisane u više logičkih paketa, od kojih svaki predstavlja određeni aspekt kompletnog sistema. Nama su posebno značajni paketi koji se odnose na SCADA aplikaciju i merenja. Klase objekata koje pripadaju SCADA i MEAS (Merenja) paketima modeluju veze između pojedinih resursa, ali posmatrano iz ugla kompletnog informacionog sistema centra upravljanja. Posmatrano sa aspekta konfiguracije, SCADA podsistemu su potrebne dodatne informacije koje su izvan okvira CIM modela, a to su oni podaci koji nisu od interesa za ostatak sistema. CIM model u ovom slučaju predstavlja smernice za organizaciju budućih SCADA informacionih modela, a postojeći se preko interfejsa povezuju sa ostalim softverskim podsistemima u cilju razmene zajedničkih informacija uz pomoć specificiranog jezika (CIM/XML) za opis podataka.

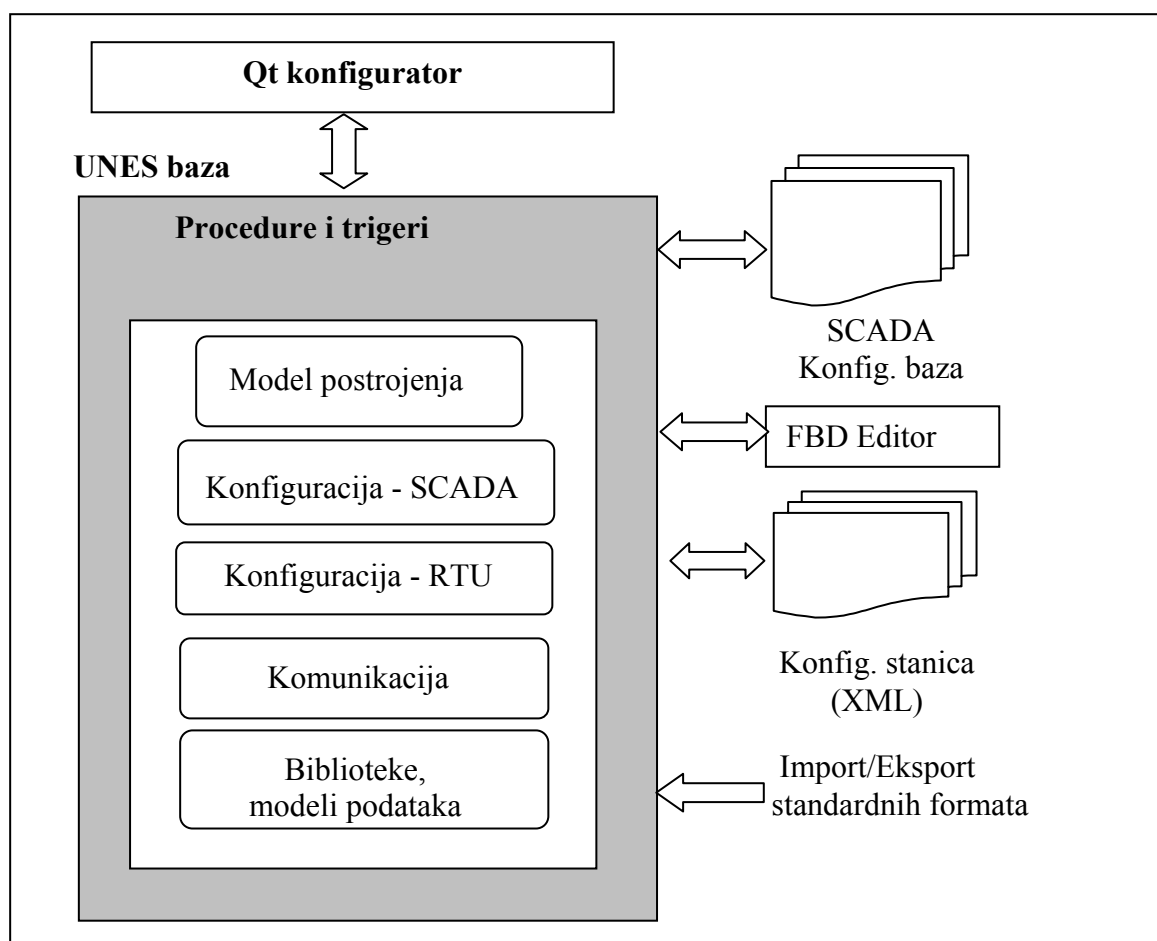
Navedeni standardi stvaraju preduslove za integrisanje konfiguracionih podataka iz raznih delova sistema upravljanja putem njihove razmene u opšte prihvaćenom XML formatu. Međutim, ovaj zadatak nije moguće potpuno automatizovano izvesti usled razlika u IEC 61850 i CIM modelima podataka. Logički uređaji koje uvodi IEC 61850 model opisuju neku funkcionalnost, a merenja su grupisana tako da se imaju u vidu, pre svega, njihovi zajednički komunikacioni zahtevi. Za razliku od ovog informacionog modela koji je fokusiran na procese u trafostanici, CIM je model podataka baziran na raznim tipovima resursa, posmatranim iz ugla centra upravljanja. Nije moguće potpuno automatizovano mapirati zajedničke podatke iz jednog modela u drugi, bez intervencije korisnika. U toku je rad na harmonizaciji ovih standarda, odnosno na proširivanju i usaglašavanju njihovih modela podataka.

3 UNES – SOFTVERSKI PAKET ZA INŽENJERING SISTEMA

Glavni zahtevi sa aspekta inženjeringa sistema su:

- integrisano okruženje za konfiguraciju sa jedinstvenim skladištem informacija,
- automatizovano kreiranje osnovne strukture sistema,
- korišćenje biblioteka tipskih objekata,
- grafičku podršku u konfigurisanju,
- konkurentan rad,
- kontrola i validacija unetih vrednosti,
- export i import modela uređaja ili delova sistema u standardnom formatu,
- filtriranje i lako pretraživanje informacija,
- generisanje izveštaja, odnosno lako dostupne dokumentacije o konfiguracionim podacima i njihovim promenama.

Ovde ćemo dati primer jednog okruženja za konfiguraciju sistema. Softverski paket UNES je sastavljen od centralizovane, dinamičke baze podataka i korisničkog interfejsa, odnosno aplikacije za unos i pregled informacija potrebnih za konfigurisanje **integralnog sistema daljinskog upravljanja i nadzora** koji čine spoljne stanice, kontrolna logika (PLC funkcije), SCADA i komunikacioni putevi.

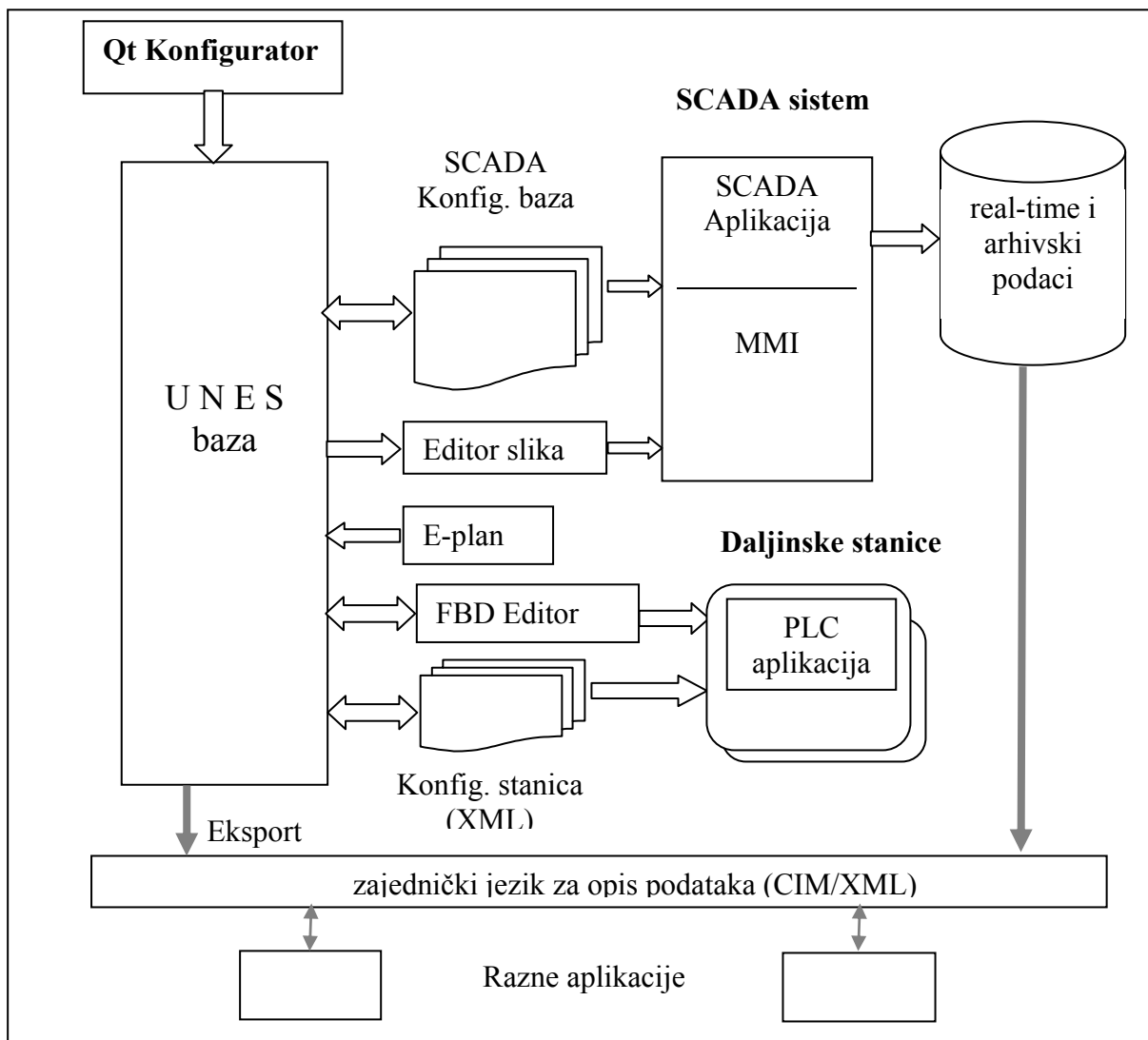


Slika 1. Šematski prikaz UNES paketa

UNES konfigurator je realizovan kao Qt aplikacija, koja se može izvršavati na Linux ili Windows platformi i oslanja se na aktivnu, relacionu bazu podataka realizovanu nad **mysql** (verzija >5.0) softverom za upravljanje bazama podataka. Logički model podataka je relacioni, proširen idejama i konceptima objektnog modela. Postoje sledeće kategorije tabela:

- tabele tipova uređaja, funkcionalnih blokova, RTU modula, senzora...(biblioteke),
- tabele koje se odnose na modelovanje postrojenja (objekti, uređaji),
- tabele koje se odnose na kontrolnu logiku (funkcionalni blokovi),
- tabele koje sadrže podatke za konfiguraciju spoljnih stanica (RTU),
- tabele koje sadrže podatke za konfiguraciju SCADA aplikacije,
- tabele komunikacionih parametara na spoljnim stanicama i na SCADA serveru.

UNES baza je aktivna baza, što znači da se mnoge funkcije odrađuju na nivou mysql-a, preko ugrađenih procedura i trigera, a ne na nivou Qt aplikacije. Time je omogućena pre svega kontrola unosa informacija, referencijalni integritet podataka, lakše održavanje softvera i delimična nezavisnost od korisničkog interfejsa. UNES bazi se može pristupiti konkurentno i iz različitih okruženja, čime je omogućen timski rad. Projekat se može sačuvati u kompresovanom obliku pogodnom za čuvanje, prenošenje i ponovno kreiranje.



Slika 2. Veza UNES konfiguratora sa drugim aplikacijama

Ugrađene funkcije odrađuju zadatke importovanja i eksportovanja podataka u raznim formatima, prvenstveno onim koji su potrebni za konfigurisanje SCADA aplikacije i daljinskih stanica., ali je moguće dodati i procedure za eksport ili import standardnih XML fajlova. Iako je trenutna verzija UNES konfiguratora funkcionalna, njegov informacijski model se i dalje razvija kako bi se obezbedio npr. automatizovani import SCL konfiguracionih fajlova ili eksport u CIM/XML formatu.

Osnovne karakteristike UNES konfiguratora kao integrisanog okruženja za konfiguraciju raznih delova sistema su:

- automatizovan postupak kreiranja osnovne strukture i predefinisanih parametara sistema daljinskog upravljanja, čime se postiže ušteda vremena i smanjuje mogućnost greške,
- automatizovan postupak dodavanja instanci predefinisanih tipova fizičkih uređaja i pridružene upravljačke logike, odnosno funkcionalnih blokova u model postrojenja na osnovu biblioteke njihovih tipova,
- centralizovana parametrizacija, vrednost nekog parametra unosi se i čuva samo na jednom mestu, čime se održava konzistentnost podataka,
- kontrola i validacija unetih podataka prema uspostavljenim kriterijumima,
- integracija (import) već postojećih parametara uređaja i funkcionalnih blokova i/ili njihovih mapiranja na procesne veličine iz SCADA aplikacije,
- automatsko generisanje izlaznih dokumenata (eksport) za razmenu konfiguracije sa drugim aplikacijama (SCADA, setovanje RTU, projekat postrojenja, ...),
- mogućnost konkurentnog pristupa i rada nad istom relacijom bazom, kako iz različitih instanci UNES konfiguratora, tako i iz drugih aplikacija,
- lako pretraživanje, uparivanje i filtriranje informacija.

4 ZAKLJUČAK

Savremeni sistemi automatizacije elektroenergetskih postrojenja suočavaju se sa zahtevima za sve većim automatizovanjem u postupku konfiguracije i razmene podataka. To je moguće ostvariti samo uz pomoć opšte prihvaćenih standarda koji uvode semantičke definicije procesnih i meta podataka od nivoa procesa u trafostanicama do kompletnog elektroenergetskog sistema. I za integraciju aplikacijskih podsistema na korporacijskom nivou i za integraciju pojedinačnih inteligentnih uređaja (IED) u neki SCADA sistem važe slični principi: razmena modela podataka u standardnom formatu. UNES konfigurator predstavlja približavanje procesa konfiguracije SCADA sistema novim tendencijama. Prošireni skup informacija je prelazno rešenje potrebno radi povezivanja podataka potrebnih za setovanje spoljnih stanica ili same SCADA aplikacije sa ostatkom informacionog modela, npr. topologijom, opremom, funkcijama u postrojenju i slično. Ovaj softverski paket će se dalje razvijati, uz praćenje navedenih standarda i obima njihove implementacije.

5 LITERATURA

- (1) IEC 61850 "Communication networks and system in substations" (www.iec.ch)
- (2) IEC 61968 "Application integration at electric utilities - System interfaces for distribution management" (www.iec.ch)
- (3) IEC 61970 "Energy management system application program interface (EMS-API)" (www.iec.ch)
- (4) "XML for CIM model exchange" A. deVos, S.E. Widergren, J. Zhu
- (5) "IEC 61850, IEC 61400-25, IEC 61970: Information models and information exchange for electric power systems", Karlheinz Schwarz