

KOMUNIKACIONI PROTOKOL IZMEĐU AMM CENTRA I KONCENTRATORA

M. STEFANOVIĆ, E-Smart Systems, Srbija
V. PEJOVIĆ, E-Smart Systems, Srbija
M. VUČETIĆ, E-Smart Systems, Srbija

UVOD

U sistemima koji se bave prikupljanjem i obradom velikih količina podataka, kao što je to slučaj sa sistemima za daljinsko očitavanje i upravljanje brojilima (AMM – *Automate Meter Management* i MDM – *Meter Data Management* sistemi) neophodno je postojanje nekoliko nivoa obrade podataka sa više instanci podsistema, potencijalno različitih proizvođača, koji svi međusobno treba da komuniciraju kako bi se uspešno dobile valjane informacije neophodne za dalju analizu kroz sisteme za naplatu, predikciju, upravljanje resursima, odnose sa kupačima, itd.

Prema zvaničkoj tehničkoj specifikaciji EPS-a (1), predloženo je nekoliko topologija za implementaciju AMM Centra u okviru AMI (*Advanced Meter Infrastructure*). Sve predložene topologije na najnižem nivou uključuju postojanje naprednih brojila (*Smart Meters*) koji u svakoj sekundi prikupljanju i obrađuju informacije o potrošnji, opterećenju, kvalitetu energije i događajima na mreži. Na nivou iznad naprednih brojila su predviđeni komunikacioni serveri koji bi se nalazili u serverskim prostorijama ED (Elektrodistributivnog) preduzeća, odnosno koncentratori podataka koji bi se nalazili u trafostanicama. Ovi uređaji autonomno, prema konfiguraciji iz AMM Centra svakodnevno komuniciraju sa naprednim brojilima i vrše obradu odnosno selekciju podataka koji će biti predati AMM Centru. AMM Centar, dalje, svakodnevno izvršava sinhronizaciju podataka sa MDM Centrom, koji je dalje povezan sa ostalim podsistemima u ED preduzeću.

Tehnička specifikacija definiše i neke komunikacione protokole, odnosno standardizovane modele podataka koji će se koristiti u implementiranom sistemu. Tako je definisani komunikacioni protokol do naprednih brojila DLMS protokol (2), dok se za razmenu podataka između MDM sistema i ostalih podsistema u ED preduzeću pominju IEC 61968 i IEC 61970 standardi. Obzirom da standard koji bi na najvišem nivou definisano način razmene informacija između AMM Centra i Koncentratora podataka u ovom momentu nije definisan, u prethodnom periodu smo razvili sopstveni protokol koji definiše način komunikacije između ova dva entiteta u sistemu, a koji će delom biti prikazan u ovom radu.

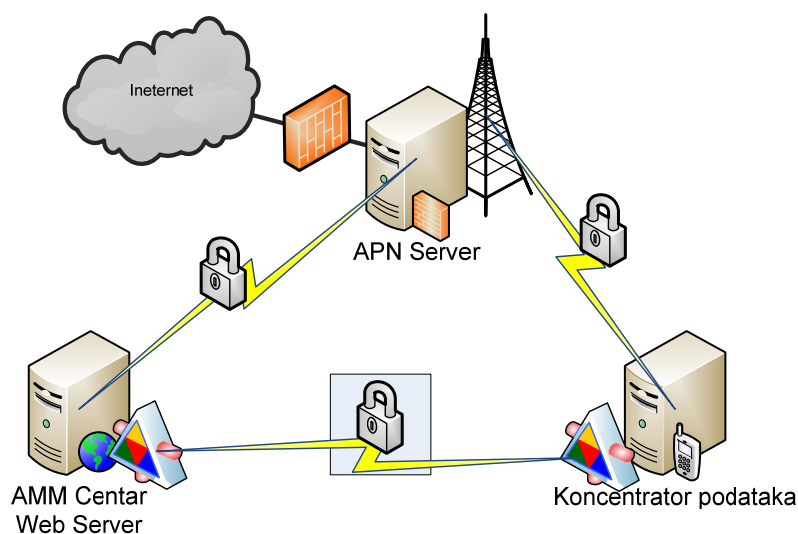
Prilikom dizajna protokola vodili smo se sledećim kriterijumima:

- **Funkcionalnost:** Obezbediti način da se Koncentrator podataka konfigurise iz AMM Centra tako da može da izvršava sve operacije nad naprednim brojlilima i nad očitanim podacima sa njih u skladu sa zahtevima u (1).
- **Konzistentnost i Proširivost:** Obezbediti mogućnost proširenja skupa operacija koje mogu da se definišu navedenom sintaksom, a pri tom sintasku ostaviti neizmenjenu.
- **Fleksibilnost:** Omogućiti zadavanje kombinovanih akcija sastavljenih od osnovnih funkcija prema (1)
- **Otvorenost:** Interfejsi za konfiguraciju Koncentratora treba da budu otvoreni prema različitim AMM Sistemima.

U radu će biti opisan protokol za definisanje akcija koje Koncentrator sprovodi autonomno ili prema zahtevu iz AMM Centra korišćenjem tzv. Atomičnih funkcija odnosno kreiranjem tzv. Operativnih skriptova. Biće opisana sintaksa koja je korišćena u ovoj konfiguraciji i algoritam interpretatora i izvršioca zadatih skriptova.

OPIS KOMUNIKACIONE INFRASTRUKTURE NA RELACIJI AMM CENTAR – KONCENTRATOR PODATAKA

Komunikacija između AMM Centra i Koncentratora podataka se najčešće sprovodi preko GPRS/3G komunikacionog kanala. Razlozi za to su pre svega preporuke iz (1), koje su proizašle iz toga što GPRS ima visok nivo dostupnosti u Srbiji (pokrivenost GPRS signalom je gotovo 100% na celoj teritoriji), a kao IP kanal omogućava paralelnu komunikaciju sa više Koncentratora iz jednog AMM Centra što višestruko ubrzava vreme očitavanja. Na Slici 1 je prikazana topologija koja omogućava ovakav vid komunikacije između AMM Centra i Koncentratora podataka.



Slika 1 - Komunikacija AMM Centar - Koncentrator

Odgovarajući serveri u AMM Centru su putem zaštićenog kanala povezani sa serverom kod telekomunikacionog provajdera. Ovaj server rutira saobraćaj kroz zaštićenu GPRS mrežu preko zakupljenog APN-a (Access Point Network). Na Koncentratoru se nalazi GPRS modem sa karticom iz iste mreže. Komunikacija između AMM Centra i Koncentratora podataka je dvosmerna i mogu je inicirati i jedna ili druga strana otvaranjem odgovarajuće IP adrese iz zakupljenog opsega.

Na sledećem nivou, između AMM Centra i Koncentratora, su postavljeni WEB interfejsi sa odgovarajućim skupom publikovanih metoda. Sa strane AMM Centra, to su metode za prijem očitanih podataka ili

detektovanih alarma (Push mehanizmi), dok su sa strane Koncentratora to metode za konfiguraciju koncentratora i preuzimanje očitanih podataka, logova, ili aktuelne konfiguracije (Pull mehanizmi). Poruke koje se prenose između ove dve strane su posebno zaštićene korišćenjem mehanizama simetrične i asimetrične kriptografije.

Konfiguracija Koncentratora je inicirana od strane AMM Centra. Pod konfiguracijom koncentratora podrazumevaju se sledeće akcije:

- Konfiguracija parametara brojila sa kojima koncentrator komunicira
- Konfiguracija akcija koje Koncentrator treba da izvrši nad brojilima ili podacima koji su očitani
- Konfiguracija planova za autonomno izvršavanje definisanih akcija
- Konfiguracija parametara za komunikaciju sa različitim tipovima brojila
- Konfiguracija novih verzija softvera na Koncentratoru

Sinhronizacija podataka sa Koncentratora može biti inicirana sa obe strane. Pod sinhronizacijom podataka podrazumevaju se sledeće akcije:

- Sinhronizacija očitanih podataka sa brojila
- Sinhronizacija događaja i alarma na samom Koncentratoru
- Sinhronizacija podataka o novoprijavljenim brojilima u mreži
- Sinhronizacija logova komunikacije
- Sinhronizacija aktuelne konfiguracije koncentratora

Za sve gore navedene akcije definisani su formati poruka i WEB Metode koje na osnovu zahteva izvršavaju odgovarajuću konfiguraciju, odnosno sinhronizaciju.

OPIS REŠENJA

Celokupna slika konfiguracije svakog Koncentratora se čuva u bazi podataka AMM Centra. Iniciranje sinhronizacije nove konfiguracije za određeni Koncentrator se realizuje automatski – po detekciji odgovarajućih promena na konfiguraciji u AMM Centru, ili ručno – po zahtevu korisnika. U prvom slučaju, promenom aktuelne konfiguracije Koncentratora u AMM Centru inicira se kalkulacija koja za cilj ima utvrđivanje razlike nove i stare konfiguracije. Potom se ta razlika u konfiguraciji šalje u odgovarajućem formatu ka Koncentratoru. Ovakav mehanizam značajno smanjuje količinu podataka koja se prenosi.

Interfejs za parametrizaciju

Komponenta za prihvatnje konfiguracije prihvata pet glavnih kategorija podataka:

- *MeasurementPlaceConfiguration* (merna mesta) – Definicije mernih mesta, brojila, vrednosti parametara brojila (npr. pristupna šifra, HDLC adresa itd.), definicije komunikacionih putanja do brojila (parametri protokola na fizičkom sloju – npr. IP adresa za GPRS komunikaciju)
- *ScheduleScriptConfiguration* (rasporedi izvršavanja) – Definicije svih relevantnih rasporeda izvršavanja skriptova na brojilima
- *OperationScriptConfiguration* (operacioni skriptovi) – Definicije svih relevantnih zadataka koji treba da se izvrše po rasporedu ili na zahtev.
- *FilterConfiguration* (filteri) – Konfiguracije grupa mernih mesta nad kojima se zadaju operacija očitavanja
- *ProtocolParametersConfiguration* (parametri protokola) – Vrednosti parametara na nivou protokola - za svaki tip brojila

XML strukture koje se predaju parametrizacionom interfejsu služe za dodavanje, brisanje i izmenu svih relevantnih parametara i njihovih vrednosti. Na primer, XML struktura koja se prosleđuje metodi za konfigurisanje rasporeda – *ScheduleScriptConfiguration*, može da izgleda:

```

<dsScheduleCfg>
  <Schedules>
    <ID_Schedule>1</ID_Schedule>
    <Action>I</Action>
    <Schedule>0400140000200000002011010120111231000000235959</Schedule>
  </Schedules>
  <Schedules>
    <ID_Schedule>2</ID_Schedule>
    <Action>U</Action>
    <Schedule>9900010000000000002011090821110908162209162209</Schedule>
  </Schedules>
  <Schedules>
    <ID_Schedule>3</ID_Schedule>
    <Action>D</Action>
    <Schedule></Schedule>
  </Schedules>
</dsScheduleCfg>

```

gde polje *Action* može imati vrednost U – izmeni (*update*), I – dodaj (*insert*) i D – obriši (*delete*). Sama definicija rasporeda je u polju *Schedule*, a njegov jedinstveni identifikator u sistemu je polje *ID_Schedule*.

Na sličan način se konfigurišu i ostale četiri kategorije podataka.

Konfiguracija izvršavanja akcija

Izvršavanje akcija nad brojlilima, tzv. operacionih skriptova (*Operation Script*) se takođe definišu preko XML struktura. Ove strukture se sastoje iz tzv. atomičnih funkcija (*Atomic Functions*). Atomične funkcije su najmanje smislene akcije koje se mogu odnositi na jedno brojilo. One mogu da izvršavaju akciju komunikacije sa brojilom – npr. čitanje ili konfiguracija objekta (registra, arhive, sata, limita, sklopke, itd), ili da budu sistemske funkcije, kao što je funkcija za proveru validnosti tarifne tabele na brojilu u odnosu na predefinisani tarifnu tabelu ili sinhronizacija podataka jednog brojila sa Koncentratora u AMM Centar. Komponenta za izvršavanje operacionog skripta izvršava iz njegove strukture redom jednu po jednu atomičnu funkciju.

U nastavku je prikazana sintaksa jezika kojim se opisuju operacioni skriptovi. Tako, atomične funkcije imaju sledeću strukturu:

```

<AtomicFunction name="[ime]">
  <In>
    <[velicina] value="[vrednost]" />
    ...
  </In>
  <Out>
    <Object value="[ime]" />
    ...
  </Out>
</AtomicFunction>

```

gde je *[ime]* – sistemski naziv podržane atomične funkcije. U okviru *tag-a* *<In/>*, nalazi se lista ulaznih parametara (veličina), a u okviru *tag-a* *<Out/>* nalazi se lista izlaznih parametara atomične funkcije. Uz pomoć izlaznih parametara omogućeno je međusobno povezivanje atomičnih funkcija tako što izlazni parametri jedne mogu biti ulazni parametri druge, naredne, atomične funkcije u operacionom skriptu. Sintaksa definiše da se nazivi promenljivih, tj. parametara koji se prenose kroz skript, jedinstveno imenuju i uokvire u srednje zagrade „[]“.

Ulazni parametri (veličine) su predefinisani za svaku atomičnu funkciju.

Tako na primer tipičan operacioni skript, koji bi za zadatak imao preuzimanje podatka o mesečnoj potrošnji na nekom mernom mestu, bi se sastojao od tri atomične funkcije, koje redom očitavaju, čuvaju, a potom sinhronizuju podatke ka AMM Centru. Definicija ovakvog skripta je:

```
<script name="mesecni">
<AtomicFunction name="ReadArchive">
  <In>
    <Identificator value="1.0.98.1.0.255" />
    <Type value="A" />
  </In>
  <Out>
    <Object value="[LastTimeRead]" />
    <Object value="[ArchiveMetaData]" />
    <Object value="[ArchiveData]" />
  </Out>
</AtomicFunction>
<AtomicFunction name="StoreArchiveData">
  <In>
    <Identificator value="1.0.98.1.0.255" />
    <LastTimeRead value="[LastTimeRead]" />
    <MetaData value="[ArchiveMetaData]" />
    <Data value="[ArchiveData]" />
  </In>
  <Out></Out>
</AtomicFunction>
<AtomicFunction name="SyncUnitData">
  <In>
    <SyncType value="MonthlyBilling" />
  </In>
  <Out></Out>
</AtomicFunction>
</script>
```

Vidimo da prva atomična funkcija (*Read Archive* – čitanje arhivskog objekta) ima dva ulazna parametra – *Identificator* i *Type*. Identificator je zapravo sistemski OBIS kod arhivskog objekta koji se čita i ne zavisi od tipa brojila ili protokola (njega će komponenta za izvršavanje operacionog skripta, koristeći drajvere za to brojilo, prevesti u konkretan OBIS kod brojila). Drugi ulazni parametar označava tip čitanja - A – *All* (svi unosi arhive), S – *Since* (od poslednjeg očitnog i registrovanog u sistemu, pa sve do poslednjeg zabeleženog na brojilu – služi za „nadovezivanje“ arhivskih podataka na nivou sistema), L – *Last* (samo poslednji unos), F – *Fixed* (fiksni vremenski interval), R – *Relative* (relativni vremenski interval) – za poslednja dva, fiksni i relativni, dodatno se navode parametri i to za fiksni u obliku vremenskog žiga „od i do“, a za relativni dve vremenske tačke „od i do“, definisane u broju sati od unazad sadašnjeg trenutka, Na primer:

```
<Type value="F" From="2012-01-01 00:34" To="2012-01-01 07:52" /> - funkcija bi čitala sve unose arhive koji su zabeleženi u periodu od 1. Januara 2012 u 00:34h do 1 januara 2012 u 07:52h.
```

```
<Type value="R" From="-5" To="0" /> - funkcija bi očitavala sve unose arhive koji su zabeleženi u poslednjih 5 sati
```

Tri su izlazna parametra – *LastTimeRead* – vremenski žig poslednjeg očitnog zapisa arhive, *ArchiveMetaData* – podaci strukture arhive, *ArchiveData* – podaci očitanih unosa. Ova tri parametra su uokvirena u srednje zagrade, jer se prenose u sledeću atomičnu funkciju *StoreArchiveData*, koja sada snima očitane podatke u memoriju koncentratora. Ova funkcija nema izlaznih parametara.

Treća funkcija, *SyncUnitData* ima za zadatak da sinhronizuje u AMM Centar sve podatke mesečnog bilinga za aktuelno merno mesto koje do tog trenutka već nisu sinhronizovani u AMM Centar.

Ovakav operacioni skript se može koristiti za bilo koji drugi arhivski objekat, samo je potrebno promeniti OBIS kod. Tako, ovaj pristup daje mogućnost naprednijim korisnicima sistema da kombinuju atomične funkcije u smislene željene operacione skripte.

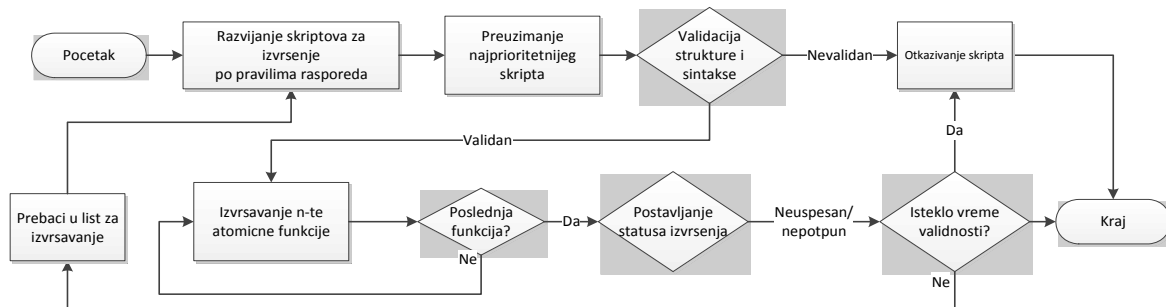
Još jedan interesantan primer operacionog skripta je uslovno upisivanje vremena na brojilo:

```
<script name="Sinhronizacija sata">
<AtomicFunction name="WriteClockConditional">
<In>
<Type value="O" />
<OffsetSec value="1" />
</In>
</AtomicFunction>
<AtomicFunction name="SyncClockSynchronizationHistory">
<In></In>
<Out></Out>
</AtomicFunction>
</script>
```

Vidimo da se ovaj skript sastoji iz dve atomične funkcije – prva je *WriteClockConditional*, koja je tipa „O“ (*offset*) i ima definisan parametar *OffsetSec*, koji je, zapravo, prag apsolutne vrednosti razdešenosti sata na brojilu, koji, ukoliko je prekoračen, dolazi do akcije sinhronizacije sata sistemskim vremenom. Druga funkcija ima za zadatak da sinhronizuje podatke o akcijama sinhronizacije sata na brojilu, kako bi korisnik imao informaciju o tome kada je i na kojim brojilim vršena sinhronizacija sata, kakav je status te akcije i koliko je pre njenog izvršenja sat na brojilu bio razdešen u odnosu na sistemsko vreme.

Izvršavanje:

Algoritam izvršavanja operacionog skripta prikazan je na Slici 2:



Slika 2 Algoritam izvršavanja operacionog skripta

Najznačajnija uloga komponente za izvršavanje atomične funkcije jeste da vrati rezultat izvršenja drugim aplikativnim slojevima u sistemskom formatu koji ne zavisi od tipa brojila.

Definicije izvršenja svake atomične funkcije koja se izvršava na brojilu može da varira od tipa do tipa brojila (u zavisnosti od protokola, *firmware*-a, itd). Ove definicije se nalaze u posebnim softverskim bibliotekama (drajverima). U okviru njih se razrešavaju sve specifičnosti u vezi sa konkretnim brojilom – prevođenje sistemskih OBIS kodova, postavljanje komunikacionih parametara protokola, tok komunikacije, očitavanja ili upisa objekata.

Ujedno, vodi se računa i o ostalim aspektima izvršavanja, kao što su validacija skripta – skript se pre izvršavanja validira u smislu strukture i sintakse. Takođe, za korisnika su jako bitni parametri kao što su vremenska dimenzija izvršavanja (raspored), prioritet izvršavanja (skriptovi koji se puštaju hitno na zahtev su prioritetniji od onih koji se izvršavaju po periodičnom rasporedu). Ne manje važna je i definicija ponovnog pokušaja izvršenja skripta, ukoliko je iz nekog razloga (npr. loša fizička komunikacija), došlo do greške u izvršavanju, pa je skript nepotpuno ili neuspešno izvršen.

ZAKLJUČAK

Opisani koncepti su već danas primenjeni na terenu u domenu daljinskog očitavanja i parametrizacije strujnih brojlara različitih proizvođača. Takođe, ovako zamišljen i realizovan Koncentrator podataka, sa otvorenim interfejsima, podataka je relativno jednostavno ugradiv u druge AMM Sisteme. Sigurno je da će u narednom periodu broj tipova uređaja, koji će biti očitavani i kontrolisani od strane Koncentratora podataka, rasti, posebno tokom implementacije Smart Grid koncepta na terenu. Zbog toga je svaki korak u pravcu objedinjavanja i pojednostavljivanja načina za izvršavanje ovih akcija istovremeno i veliki korak.

LITERATURA

1. JP „Elektroprivreda Srbije“, *Funkcionalni zahtevi i tehničke specifikacije AMI/MDM sistema*, Beograd, 2010. (http://www.eps.rs/publikacije/interni_standardi/20052010/AMI_MDM_Konacno.pdf)
2. www.dlms.com

Milan Stefanović, dipl Mat.
E-Smart Systems d.o.o, Kneza Višeslava 70A, 11030 Beograd
tel: +381 11 3050200

Vladimir Pejović, dipl ing. elektrotehnike.
E-Smart Systems d.o.o, Kneza Višeslava 70A, 11030 Beograd
tel: +381 11 3050200

Miljan Vučetić, dipl ing. telekomunikacionog sabračaja
E-Smart Systems d.o.o, Kneza Višeslava 70A, 11030 Beograd
tel: +381 11 3050200