

## **KOMUNIKACIONA MREŽA U AMR/AMM/AMI SISTEMIMA - Model i funkcionalnosti –**

Autor

V. Pejović, E-Smart Systems, Srbija

Koautori

M. Kojić Veljović, E-Smart Systems, Srbija

M. Stefanović, E-Smart Systems, Srbija

### **UVOD**

Gotovo da je nemoguće unapred reći koja tehnologija je najbolja za daljinsko očitavanje mernih uređaja, jer je svaki izbor tehnologije jedinstven za konkretan slučaj i zavisi od konfiguracije terena, razuđenosti mernih uređaja na terenu, sredine (urbana, ruralna), itd.

Raznovrsnost tehnologija i komunikacionih uređaja koji se danas koriste u svrhe daljinskog očitavanja mernih uređaja, kao i nivo modularnosti u smislu njihovog međusobnog povezivanja u formiranju komunikacije mreže, nameće nam zadatak modeliranja takve mreže u AMR/AMI/AMM sistema, na način koji bi bio funkcionalan, prihvatljiv i jednostavan za korisnike ovih sistema.

Komunikacioni put do mernog uređaja najčešće ima uređaje koji komuniciraju IP i/ili serijskim interfejsima, žičnim i/ili bežičnim putem i to po različitim protokolima. U slučaju da se do mernog uređaja ne može direktno pristupiti samo jednim interfejsom, prirodno se nameće drvoidno modeliranje topologije ovakve komunikacione mreže, u kojoj komunikacioni put do svakog mernog uređaja predstavlja granu koja polazi iz centra za očitavanje ili koncentratora podataka i završava se u samom mernom uređaju. Ovakva predstava topologije komunikacione mreže podrazumeva kako izuzetnu preglednost i fleksibilnost, tako i laku manipulaciju i održavanje.

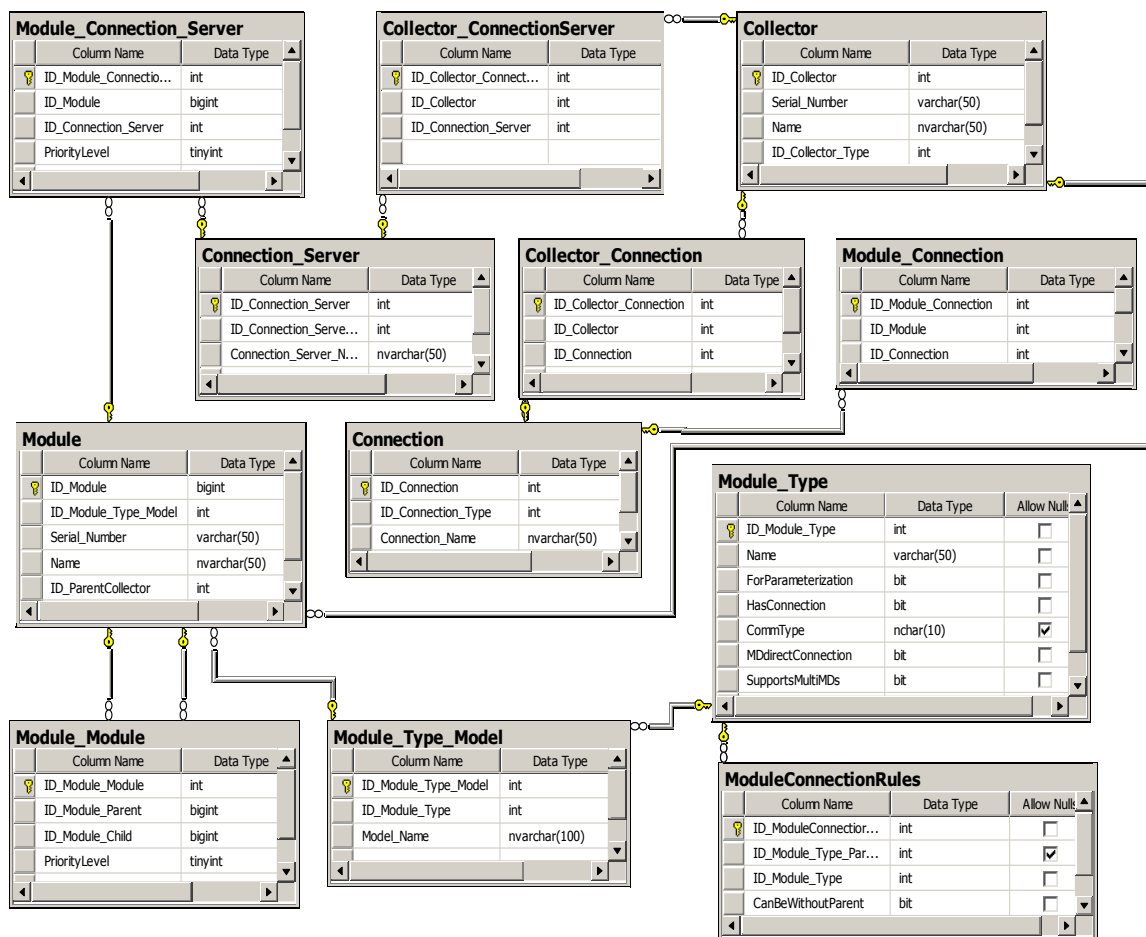
U ovakvoj drvoidnoj strukturi, svaka grana ima početni i krajnji čvor, koji predstavljaju koncentrator podataka (ili sam centar za očitavanje) i merni uređaj, respektivno. Svi čvorovi između ova dva pomenuta, predstavljaju jedan komunikacioni uređaj (modem, ruter itd...) i na taj način, svojom hijerarhijom u drvoidnoj strukturi, definišu redosled softverskih komponenata (drajvera) koji se koriste u komunikaciji po jednoj putanji (grani), do jednog mernog uređaja.

## OPIS SISTEMA

U modelu razlikujemo sledeće entitete:

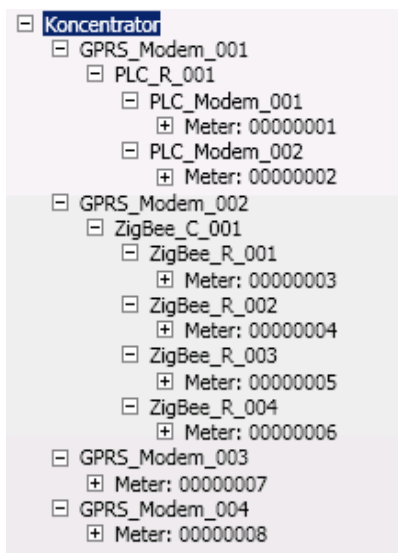
- Koncentrator podataka (*Collector*)
- Komunikacione uređaje (*Module*)
- Konekcije (*Connection*) – konekcije koje se mogu uvezivati sa komunikacionim uređajima određenog tipa (npr, kod GSM modema, ove konekcije su reprezentacija SIM kartice)
- Serverske konekcije (*Connection\_Server*) – konekcije koje se uvezuju samo sa instancama tipa koncentratora i jesu reprezentacija komunikacionih interfejsa koncentratora

Na slici 1. je prikazan najbitniji deo modela ovih entiteta u bazi podataka (*Microsoft SQL Database*), koji definiše kako same entitete, tako i njihove relacije.



Slika 1

Koncentrator je uređaj (*Embedded PC računar*) koji kroz komunikacionu mrežu komunicira sa mernim uređajima, pri čemu pretpostavljamo da u opštem slučaju, on može imati više različitih komunikacionih interfejsa. Svaki od ovih interfejsa je u modelu striktno definisan, tako što se instance objekata serverskih konekcija (*Connection\_Server*) prethodno dodatih u sistem, uvezuju sa instancama objekata koncentratora. Ove veze se čuvaju kao unosi u tabeli *Collector\_ConnectionServer*.

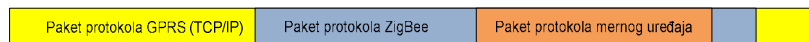


Slika 2

Na slici 2. je prikazan primer realizacije osam komunikacionih putanja do osam različitih mernih uređaja. Vidimo da je prvi čvor, najviši po hijerarhiji, instanca entiteta koncentratora (*Collector*). Sve grane se završavaju u čvorovima koji predstavljaju merne uređaje (*Meter: xxxxxxxx*). Prva "podstruktura" ispod čvora "GPRS\_Modem\_001" predstavlja PLC mrežu kroz koju se komunicira sa mernim uređajima "00000001" i "00000002", žičnim putem, kroz same naponske vodove. Druga podmreža je struktura ispod čvora "GPRS\_Modem\_002" i ona predstavlja mrežu RF ZigBee komunikacionih modula, preko kojih se bežičnim putem komunicira sa mernim uređajima "00000003", "00000004", "00000005" i "00000006". Komunikacija sa mernim uređajima "00000007" i "00000008" se vrši direktno preko GPRS modema, koji su predstavljeni čvorovima "GPRS\_Modem\_003" i "GPRS\_Modem\_004".

Prve dve podmreže definišu ukupno šest tzv. "indirektnih" komunikacionih putanja (jer se na svakoj putanji do pojedinačnog mernog uređaja dolazi preko više od jednog čvora - komunikacionog uređaja), dok druge dve definišu "direktnu" komunikacionu putanju (jer se do mernih uređaja "00000007" i "00000008" dolazi samo preko jednog čvora).

Koncentrator podataka mora biti "svestan" ove konfiguracije, kako bi mogao da komunicira sa svim mernim uređajima. Npr., ukoliko se radi o komunikaciji sa mernim uređajem "00000003", koncentrator će ka modemu "GPRS\_Modem\_002" slati podatke u paketima koji imaju strukturu prikazanu na slici 3.:

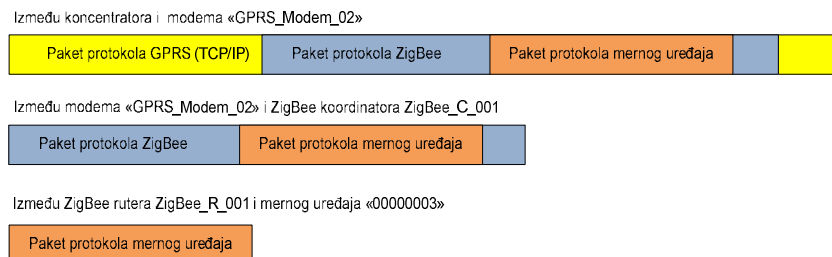


Slika 3

Sa slike 2. zaključujemo da koncentrator podataka šalje ka modemu "GPRS\_Modem\_02" TCP/IP paket, čije je informaciono (*data*) polje, u stvari, paket ZigBee protokola. Na isit način, vidi se da je informaciono polje ZigBee paketa, u stvari, sam paket protokola mernog uređaja (primer DLMS HDLC frejma je dat na slici 4.) [2]. Ovo se može prikazati detaljnije, kao na slici 5., gde se vidi struktura paketa u pojedinim tačkama na putanji:

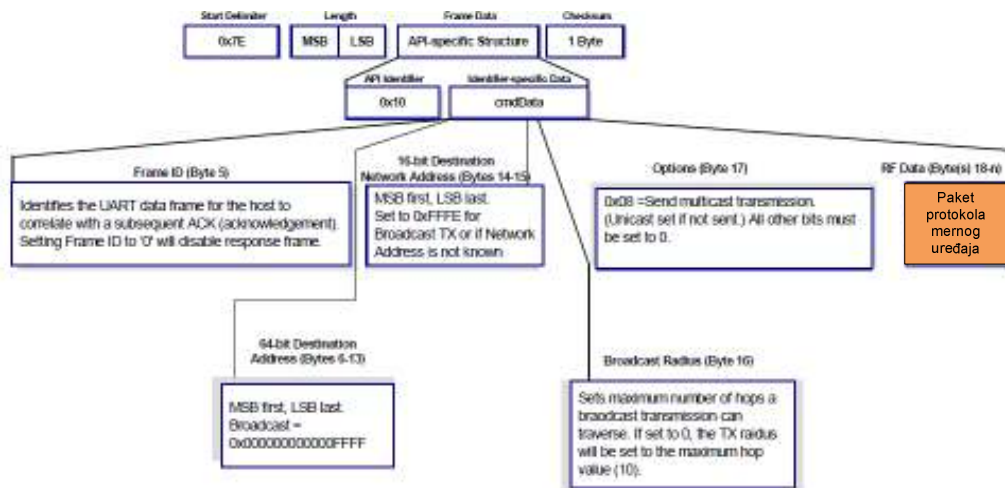
Flag	Frame format	Dest.address	Src.address	Control	HCS	Information	FCS	Flag
------	--------------	--------------	-------------	---------	-----	-------------	-----	------

Slika 4



Slika 5

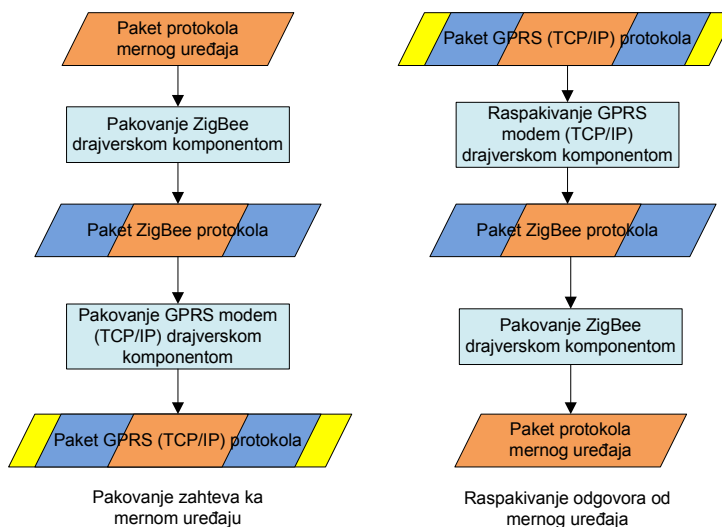
Još detaljnije, na slici 6. [1] dat je izgled ZigBee API paketa (frejma), koji u svom informacionom polju "nosi" paket (frejm) protokola mernog uređaja.



Slika 6

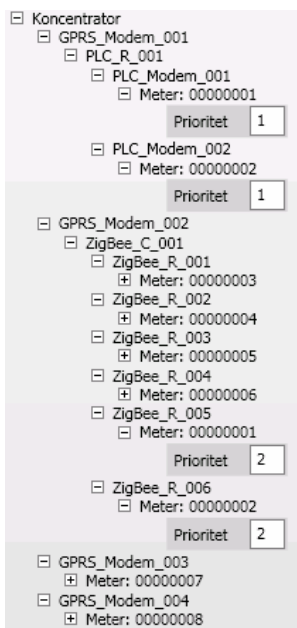
Koncentrator, dakle, kada šalje zahtev ka mernom uređaju, ima zadatak da formira taj paket, kao na slici 2., a to je moguće realizovati softverskim komponentama (drajverima). Analogno, kada stigne odgovor od mernog uređaja, on će imati istu takvu strukturu, pa koncentrator ima zadatak da obavi inverznu funkciju i da “raspakuje” primljeni paket, sve do paketa protokola mernog uređaja.

Na pomenutom primeru, dijagram toka ove dve operacije “pakovanja” i “raspakivanja” prikazan je na slici 7.:



Slika 7

Kako mnogi merni uređaji imaju više komunikacionih interfejsa (npr. 2 x RS232), moguće je definisati i više komunikacionih puteva do jednog mernog uređaja, pri čemu bi takvi putevi imali različite prioritete u procesu očitavanja mernih uređaja - ukoliko je iz nekog razloga (npr. kvar ili otkaz nekog komunikacionog uređaja po nekoj putanji) nemoguće očitati uređaj preko komunikacionog puta (grane) najvišeg prioriteta, pokušava se uspostaviti komunikacija po putu sledećem po prioritetu, ukoliko takav postoji. Primer ovakvog modeliranja dat je na slici 8., na kojoj vidimo da merni uređaji „00000001“ i „00000002“ imaju po dve komunikacione putanje.

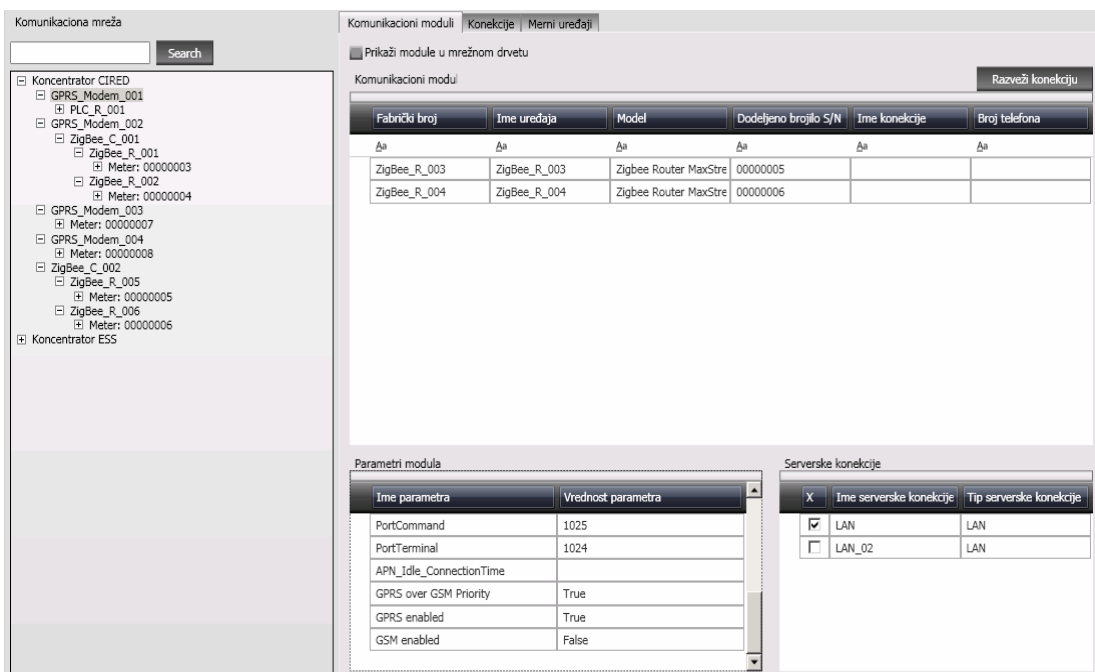


Slika 8

Svaka od dve putanje za jedan merni uređaj ima svoj prioritet. Sve putanje jednog mernog uređaja moraju imati različitu vrednost prioriteta, kako bi koncentrator mogao da ih razvrsta po redosledu korišćenja. Ukoliko je neki od mernih uređaja nedostupan po komunikacionoj putanji sa prioritetsom "1" (preko PLC mreže), koncentrator će pokušati da komunicira sa tim mernim uređajem preko putanje koja je niža po prioritetu (preko ZigBee mreže).

Kada je reč o ovakvom modelu, gde se za jedan merni uređaj može definisati više komunikacionih putanja, treba napomenuti da, postoji slučaj kada neki od komunikacionih uređaja na putanji ima "dualnu funkciju", kao što može biti slučaj sa modemom koji ima i GPRS i GSM funkcionalnost. Tada se od čvora koji predstavlja ovakav komunikacioni uređaj, struktura "nevidljivo" grana na dve podgrane, pri čemu svaka podgrana jeste reprezentacija jedne funkcije komunikacije (GPRS, GSM). Jasno je da, ukoliko se koristi dualna funkcija ovakvih komunikacionih uređaja, mora da postoji interfejs za definisanje prioriteta jedne od ove dve funkcije u odnosu na onu drugu. Na taj način, koncentrator opet može da poreda komunikacione putanje po njihovim prioritetima. Na slici 9. je prikazan

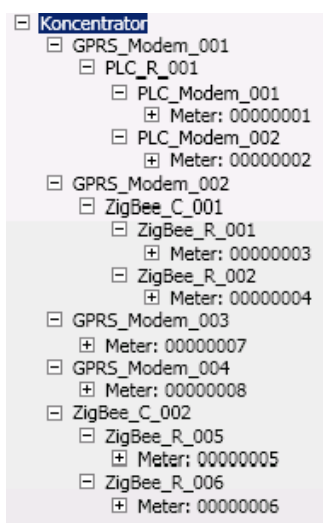
primer ovakvog interfejsa, gde se u "Parametrima modula" definiše prioritet GPRS u odnosu na GSM komunikaciju ("GPRS over GSM priority"). Podešavanja se odnose na komunikacioni uređaj koji je izabran u komunikacionom drvetu (na slici je to "GPRS\_Modem\_001").



Slika 9

Izuzetno je važno, radi kreiranja i održavanja modela, da postoje striktno definisana pravila formiranja komunikacione mreže. Na prvom mestu, potrebno je definisati koje tipove komunikacionih uređaja koncentrator može da ima odmah "ispod" sebeu drvoidnoj strukturi, kao i koje tipove komunikacionih uređaja može merni uređaj da ima odmah "iznad" sebe (slika 1. – tabela *Module\_Type*, parametar *MDDirectConnection* – direktna konekcija sa mernim uređajem). Takođe, potrebno je definisati i pravila interkonekcija tipova komunikacionih uređaja (slika 1. – tabela *ModuleConnectionRules*). Ova pravila sprečavaju eventualne greške u formiranju i/ili izmenama strukture, koje bi korisnik mogao da napravi.

Jasno je da, pored pomenutih detalja definisanja i formiranja komunikacione mreže, koncentrator može imati više komunikacionih interfejsa preko kojih vrši komunikaciju sa mernim uređajima. Na primer, moguća je i struktura mreže prikazana na slici 10.:



Slika 10

Ovde se vidi da, pored komunikacije sa GPRS modemima (koji u opštem slučaju mogu biti na odvojenim APN mrežama), koncentrator komunicira direktno sa ZigBee koordinatorom ("ZigBee\_C\_002") koji ima serijski RS232 interfejs. Dakle, potrebno je takođe, pri formiranju mreže, definisati koji će se od postojećih komunikacionih interfejsa na koncentratoru koristiti za komunikaciju sa određenim komunikacionim uređajem na prvom hijerarhijskom nivou ispod koncentratora (slika 1. – tabele *Collector\_ConnectionServer*, *Module\_Connection\_Server*). Na slici 9., u okviru "Serverskih konekcija" (koje predstavljaju definisane komunikacione interfejse koncentratora), prikazano je na koji način se može vršiti ovo uvezivanje.

## ZAKLJUČAK

Predstavljen model umnogome omogućava kako visok nivo fleksibilnosti, tako i transparentnost komunikacionog sloja u sistemima za automatsko očitavanje mernih uređaja. Korišćenjem pomenutog koncepta, problematika korišćenja različitih komunikacionih uređaja, različitih proizvođača, koji koriste različite protokole i na fizičkom nivou i na aplikativnom nivou, u velikoj meri je izolovana i pojednostavljena. Na taj način, model pruža transparentnost na relaciji koncentrator – merni uređaj. Pored toga, definisani su zajednički sadržaoci komunikacionih uređaja kao entiteta u sistemu, tako da dizajn modela na visokom aplikativnom nivou objedinjuje istovremeno i upravljivost i proširivost. Sam aplikativni interfejs veoma razumljivo i nedvosmisleno odslikava faktičko stanje komunikacione mreže na terenu.

## LITERATURA

1. XBee®/XBee-PRO® ZB OEM RF Modules by Digi International, 2008, Digi International Inc. <http://www.digi.com>
2. Green Book, 5<sup>th</sup> Edition, COSEM Architecture and Protocols, 2005, DLMS User Association, Reference number: DLMS UA 1000-2:2005, Fifth Edition

*Kontakt informacija autora:*

*Vladimir Pejović, dipl inž. elektrotehnike  
E-Smart Systems d.o.o, Kneza Višeslava 70A, 11030 Beograd  
tel: +381 11 3050228*