

Analiza prenosa podataka u sistemu za daljinski nadzor i upravljanje uređijima energetske elektronike

Dragan Mitić, Bojan Plavšić, IRITEL A.D., Beograd

Sadržaj — U sistemima za daljinski nadzor i upravljanje trebalo je rešiti način prikupljanja i obrade podataka uređaja koji se nadziru, zatim prenos podataka od udaljenih perifernih uređaja do centra za nadzor i na kraju način kako prikazati dobijene podatke u centru za nadzor. U početku razvoja SDNU, više pažnje je posvećeno načinu prikupljanja i obrade podataka od udaljenih perifernih uređaja do centra za nadzor i načinu prikaza dobijenih podatke u centru za nadzor, jer se smatralo da kod prenosa podataka od udaljenih perifernih uređaja do centra za nadzor neće biti većih problema. Međutim, ta pretpostavka se pokazala pogrešnom. Nakon prvih praktičnih ispitivanja pokazalo se da je najkompleksniji problem koji treba rešiti prenos podataka od perifernih uređaja do centra za nadzor. Dodatna komplikacija je realna situacija da veliki broj perifernih uređaja istovremeno uspostavlja vezu sa centrom za nadzor. Dakle, posebna pažnja se mora posvetiti izboru prenosnih puteva i rešenjima koja omogućavaju pouzdan prenos podataka. Rad opisuje kako je to realizovano u sistemu SDNU, i analizira prenos podataka po prenosnim putevima (*ETHERNET*, *GPRS*, *ISDN* i *DIAL UP* modem).

Ključne reči — energetska elektronika, komunikacija, sistem za daljinski nadzor i upravljanje, prenosni putevi, analiza grešaka.

I. UVOD

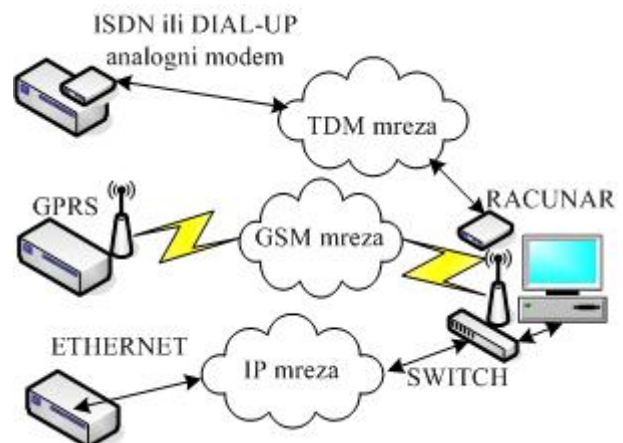
SISTEM za daljinski nadzor i upravljanje, SDNU, se sastoji od centralne jedinice i jedne ili više perifernih jedinica. Centralna jedinica, centar za nadzor, je računar (*Personal Computer*, *PC*) sa odgovarajućim programima, a periferna jedinica je namenski razvijen uređaj nazvan DNU24. Uređaj DNU24 omogućava prikupljanje svih relevantnih električnih i neelektričnih veličina uređaja energetske elektronike koji se nadziru. U SDNU je izuzetno važna sigurna razmena podataka između perifernog uređaja, DNU24, i centra za nadzor. Zbog toga se u SDNU uvek koriste dva prenosna puta. Prikupljeni podaci se prosleđuju po osnovnom ili rezervnom putu do udaljenog centra za nadzor. Udaljeni centar periodično prikuplja podatke sa svih lokacija. Broj lokacija može biti proizvoljno veliki. U centru za nadzor se obrađuju

statistički podaci i prikazuju grafički i tabelarno. Deo podataka se prosleđuje ka višim hijerarhijskim nadzornim mrežama, [1]. Prenosni putevi koji se mogu koristiti u sistemu za daljinski nadzor i upravljanje su *ETHERNET*, *ISDN* ili analogni *DIAL UP* modem i *GPRS*.

U radu je opisana analiza grešaka nastalih u prenosu podataka po navedenim prenosnim putevima između uređaja DNU24 i centra nadzor.

II. OPIS SISTEMA ZA DALJINSKI NADZOR I UPRAVLJANJE

Sistem za Daljinski Nadzor i Upravljanje, SDNU, se sastoji od računara, sviča (*switch*), i uređaja za daljinski nadzor i upravljanje, DNU24. Računar ili centralna nadzorna jedinica je centar gde se vrši prijem i obrada podataka od uređaja DNU24. Uređaj DNU24 služi za prikupljanje podataka sa senzora. Podaci od uređaja DNU24 mogu se slati ka računaru preko *ETHERNET*-a, preko modema (*Integrated Services Digital Network*, *ISDN* ili analogni *DIAL UP* modem) ili preko *GPRS*-a, (*General Packet Radio Service*, *GPRS*). Šema načina prenosa podataka između centra za nadzor i uređaja DNU24 je data na Sl. 1.



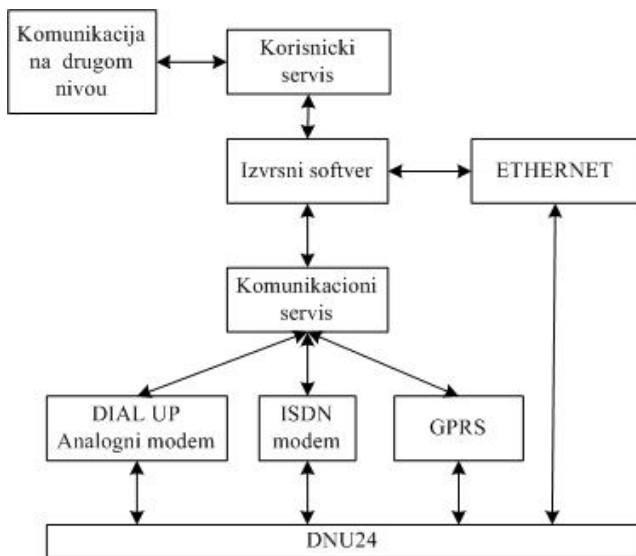
Sl. 1. Šema načina prenosa podataka između centra za nadzor i uređaja DNU24

U računaru se nalaze četiri celine koji ostvaruju komunikaciju preko *UDP* (*User Datagram Protocol*, *UDP*) protokola. Te celine su procesi **nadzor**, **tajmer**, **izvršni softver** (proces za rad sa operaterom), **korisnički servis** (obavlja prikaz dobijenih merenja i komunikaciju sa operaterom) i **komunikacioni servis** (obavlja izbor da li

D. Mitić, IRITEL A.D., Batajnički put 23, 11080 Beograd, Srbija, (telefon 381-11-3073420; e-mail: mita@iritel.com).

B. Plavšić, IRITEL A.D., Batajnički put 23, 11080 Beograd, Srbija, (telefon: 381-11-3073540; e-mail:boki@iritel.com).

komunikacija ide preko *ISDN* ili analognog *DIAL UP* modema ili *GPRS* prenosa). Podaci koji se dobijaju od uređaja DNU24 preko *ETHERNET*-a direktno se upućuju na **izvršni softver**, tj. na proces **nadzor**. Blok šema softvera u centru za nadzor je data na Sl. 2.



Sl. 2. Blok šema softvera u centru za nadzor

Broj procesa **nadzor** zavisi od broja korišćenih uređaja DNU24, jer svaki uređaj DNU24 ima svoj proces **nadzor** (**nadzor1**, **nadzor2**,..., **nadzor5**,...). Komunikacija između modula u centru za nadzor odvija se preko *UDP* protokola, [1].

III. KOMUNIKACIJA IZMEĐU PROCESA NADZOR I KOMUNIKACIONOG SERVISIA

U centralnoj nadzornoj jedinici komunikacija između procesa **nadzora** i **komunikacionog servisa** obavlja se preko modula za slanje podataka ka *ETHERNET*-u ili preko proces koji komunicira sa modemima ili *GPRS*-om, koji je sastavni deo procesa **nadzor**. Osnovna komunikacija između modula za slanje podataka ka *ETHERNET*-u ili procesa koji komunicira sa modemima ili *GPRS*-om, je preko *ETHERNET*-a, preko odgovarajuće IP adrese i porta (IPadr_DNU1: 192.168.61.11, Port: 5181). Odgovarajuća IP adrese se očitava iz konfiguracione datoteke **imeN.txt**, a port je upisan u moduo za slanje podataka ka *ETHERNET*-u ili na proces koji komunicira sa modemima ili *GPRS*-om.

U slučaju da se posle tri slanja zahteva za merenja ne dobije odgovor na poslani zahtev od uređaja DNU24, prelazi se na pomoćni put za slanje zahteva za merenje. Komunikacija se obavlja, preko odgovarajuće IP adrese i porta (IPadr_DNU1: 192.168.61.11, Port: 5551). Očitavanje odgovarajuće IP adrese se očitava iz konfiguracione datoteke **imeN.txt**, a port je upisan u moduo za slanje podataka ka *ETHERNET*-u ili na proces koji komunicira sa modemima ili *GPRS*-om. Posle odgovarajućeg vremena komunikacije preko pomoćnog puta ponovo se uspostavlja komunikacij sa osnovnim putem, preko *ETHERNET*-a. Parametar koji definiše

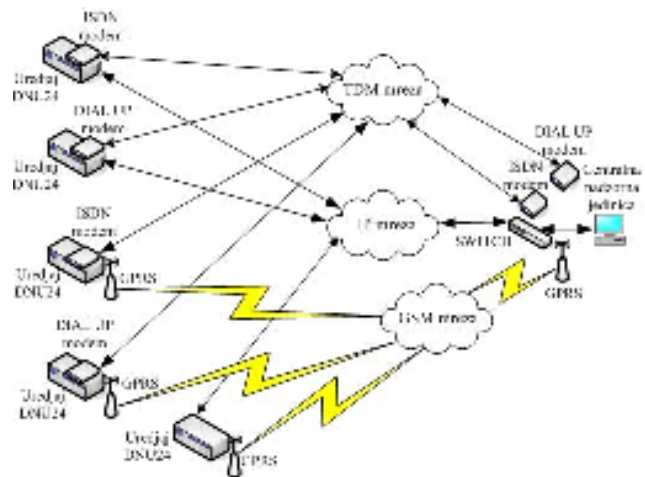
vreme komunikacije po pomoćnom putu definisan je u konfiguracionoj datoteci **imeN.txt**. U slučaju da se uspostavi komunikacija po osnovnom putu nastavlja se rad preko *ETHERNET*-a, a u slučaju da se ne uspostavi komunikacija po osnovnom putu, ponovo se vraća komunikacija na pomoćni put.

Postoji mogućnost da se komunikacija obalja samo preko pomoćnog puta u slučaju da ne postoji mogućnost za ostvarivanje komunikacije preko *ETHERNET*-a. To se postiže upisom odgovarajućeg podatka u konfiguracionu datoteku **imeN.txt**, [2].

IV. KOMUNIKACIJA UREĐAJA DNU24 SA CENTRALNOM NADZORNOM JEDINICOM

Na Sl. 3. je data blok šema povezivanja pet uređaja DNU24, (moguće je koristiti trideset uređaja DNU24) sa centralnom nadzornom jedinicom. Ako se pođe od izvora informacija (bilo koji centar gde se nalazi uređaj DNU24) imamo komunikaciju, u zavisnosti od konfiguracije uređaja DNU24, preko (*Internet Protocol, IP*) *IP* mreže, (*Time-Division Multiplexing, TDM*) *TDM* mreže ili (*Global System for Mobile communications, GSM*) *GSM* mreže gde se dolazi do centra gde se sakupljaju i obrađuju informaciju, a to je centralna nadzorna jedinica.

Postupak je isti, samo u obrnutom smeru kada se šalje zahtev za slanje informacija ka bilo kome od izvora informacija, uređajima DNU24. Prenos preko *IP* mreže je osnovni put za prenos podataka od uređaja DNU24 do centralne nadzorne jedinice. Postoje još tri rezervna puta za prenos informacija i to su: prvi preko *ISDN* modema, drugi preko analognog *DIAL UP* modema i treći komunikacija preko *GPRS*-a.



Sl. 3. Prenos podataka od centralne nadzorne jedinice do uređaja DNU24 i obrnuto

Ako se koristi osnovni put za prenos informacija onda pomoćni put može biti preko *ISDN* ili analognog *DIAL UP* modema. U slučaju da nema mogućnosti za komunikaciju preko *IP* mreže (*ETHERNET*-a) onda se koristi kao osnovni put komunikacija preko modema (*ISDN* ili analogni *DIAL UP* modem), a pomoćni put za prenos informacija je preko *GPRS*-a. Treći način

komunikacije je samo preko *GPRS*-a, a to je slučaj kada nema nikakvih drugih mogućih veza sa izvorom informacija. Postoji mogućnost da se koristi osnovni put prenosa preko *IP* mreže (*ETHERNET*-a), a rezervni put da bude preko *GPRS*-a. Sve zavisi od mogućnosti prenosnih puteva od centralne nadzorne jedinice do samog izvora informacija, uređaja DNU24, [2], [3].

V. KARAKTERISTIKE PRENOSNIH PUTEVA

Nijedan prenosni put nije idealan. U zavisnosti od tehničkih uslova na objektu gde se uređaj DNU24 postavlja, bira se prenosni put. Po kriterijumu brzine uspostava veze i prenosa podataka, najbolje rešenje za izbor primarnog prenosnog puta je *ETHERNET*. Prednost *ETHERNET*-a je što se podaci praktično trenutno prosleđuju u oba smera. Vremenski interval za uspostavu veze je zanemarljiv, a podaci se šalju preko *UDP* protokola po unapred određenim portovima. Brzina prenosa podataka kod *eterneta* je reda 115 Kbit-a, [4].

Najpoznatiji protokoli transportnog sloja su: *TCP*, *UDP*, *SPX*. *TCP* protokol ima funkciju kontrole greške u prenosu preko mreže tako da vrši pouzdan i siguran prenos podataka. *UDP* protokol nema funkciju kontrole greške ali se uprkos tome koristi za prenos podataka koji zahtevaju veću brzinu prenosa. *UDP* protokol je mnogo jednostavniji od *TCP*-a.

Komunikacija preko komutirane *DIAL UP* veze radi na brzinama koje zavise od same infrastrukture telefonske mreže. U praksi je brzina konekcije oko 115 Kbit-a ili 33.6 Kbit-a, stim što je brzina samog prenosa podataka nešto manja. Loša strana ovog tipa komunikacije je što uspostava veze traje dugo, reda i do 40 sekundi. Prenos podataka je reda stotina milisekundi (u zavisnosti od količine podataka). Optimalan broj uređaja koji se vezuju na jedan *DIAL UP* modem (jedan telefonski broj) je pet. U praksi se pokazalo da pet uređaja može nesmetano da radi po jednom telefonskom broju. Pored prijema podataka koje je poslao periferni objekat ili centar za nadzor postoje i funkcije sinhronizacije, zadavanje granica alarma i definisanje centra za nadzor. Sve to opterećuje modemske veze i na prijemnoj i na predajnoj strani. Pri svakoj uspostavi veze postoji vreme sinhronizacije između modema. Dakle, komunikacija preko *DIAL UP* veze je najsporija. Prednost modemskih veza je što postoji potvrda o ispravnosti poruke, tako da ukoliko dođe do greške u prenosu nekog podatka u istoj konekciji se poruka ponovo šalje.

Kada se koristi *ISDN*, vreme uspostave veza se smanjuje na 15 sekundi. Mana ovog tipa komunikacije je što se *Intrakom ISDN* modem, periodično resetuje. Posledica reseta je neupotrebljivost uređaja dok se ne završi inicijalizacija modema. Vreme u kome je modem van funkcije traje i do dva minuta.

Usvojeno je da se *GPRS* komunikacija koristi kao rezervni prenosni put. Brzina konekcija po *GPRS* je reda 115 Kbit-a. Funkcionalnost *GPRS* komunikacije zavisi od kvaliteta signala operatera mobilne telefonije. U *SDNU* je formirana mreža zatvorenog tipa na kojoj se nalaze svi

korisnici *SDNU*. Mogućnosti ove mreže su velike, ali za sada postoje ograničenja nametnuta brzinom prenosa podataka.

Ideja na kojoj se radi je da se napravi neprekidna veza između perifernih uređaja i centara za nadzor. Na taj način bi se dobila neka vrsta "bežičnog *eterneta*", a vreme uspostave veze gotovo da ne bi ni postojalo. Svaki *GPRS* modem imao bi svoju *IP* adresu i prijemni i predajni port, tako bi razmena podataka bila trenutna, [5].

VI. ANALIZA GREŠAKA NASTALIH U PRENOSA PODATAKA PO PRENOSNIM PUTEVIMA IZMEĐU UREĐAJA DNU24 I CENTRALNOG NADZORA

Za analizu prenosa podataka po prenosnim putevima između uređaja DNU24 i centralnog nadzora posmatraće samo prenos zahteva za slanje izmerenih podataka i slanje izmerenih podataka bez dodatnih zahteva koje upućuje operater i odgovore na njih ili zahteve koje upućuje DNU24, a odgovore šalje nadzorna jedinica. Posmatrani su meseci januar i mart u 2009. godini.

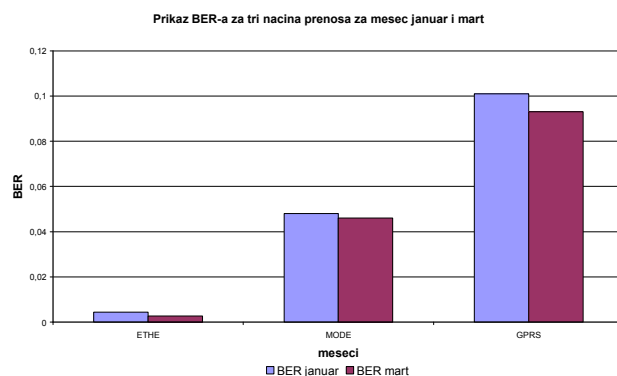
Maksimalni broj bajtova za jedan mesec 166656 bajta. On je jednak proizvodu broja dana u mesecu (31) sa brojem petnestominutnih intervala u toku jednog dana (96) koji se zatim pomnoži zbirom broja bajtova koji obuhvataju zahtev za slanje merenja (11) sa poslatim merenjima (45).

Prvo će biti analiziran prenos podataka preko prenosnog puta koji koristi *ETHERNET* komunikaciju, zatim preko prenosnog puta koji koristi *ISDN* ili analogni *DIAL UP* modem i na kraju preko prenosnog puta koji koristi *GPRS*.

Ako se uzme za *BER* (*Bit Error Rate*) najjednostavniji koncept, tj. jednostavnu definiciju datu sledećim izrazom:

$$BER = \text{broj pogešnih bita/ukupan broj bita} \quad (1)$$

onda se za pomenute komunikacije može izračunati svaki pojedinačni *BER* čije vrednosti su prikazane na Sl. 4.



Sl. 4. Prikaz BER za tri načina komunikacije za mesece januar i mart

Za *ETHERNET* komunikaciju za mesec januar broj pogrešnih bajtova je 728 bajta, a za mesec mart je 448 bajta. Ako se sada koristi jednostavna definicija za *BER*, jednačina (1), tj. broj pogrešnih bajtova podeli sa brojem

maksimalnih bajtova dobija se za mesec januar BER je 0.0044, a za mesec mart BER je 0.0027.

Za komunikaciju sa *ISDN* ili analognim *DIAL UP* modemom za mesec januar broj pogrešnih bajtova je 8008 bajta, a za mesec mart je 7672 bajta. Korišćenjem jednačune (1), dobija se za mesec januar BER je 0.048, a za mesec mart BER je 0.046.

Za *GPRS* komunikaciju za mesec januar broj pogrešnih bajtova je 16800 bajta, a za mesec mart je 15456 bajta. Ako se sada koristi jednačina (1) dobija se za mesec januar BER 0.101, a za mesec mart BER 0.093.

Sa Sl. 4. može se uočiti da je BER najmanji za komunikaciju preko *ETHERNET*-a, a sledi BER za komunikaciju preko *ISDN* ili analognim *DIAL UP* modemom koji je za red veličine veći od komunikacije preko *ETHERNET*-a. Na kraju je kao najveći BER je za komunikaciju preko *GPRS*-a, koji je za dva reda veličine veći od komunikacije preko *ETHERNET*-a, a za red veličine veći od komunikacije preko *ISDN* ili analognog *DIAL UP* modema. Komunikacija preko *ETHERNET*-a je najbrži način komunikacije (bez obzira što se komunikacija odvija preko UDP protokola) i sa najmanje pogrešnih bajta (bita). Kao najsporiji način komunikacije i sa najviše pogrešnih bajta (bita) smatra se komunikacija preko *GPRS*-a.

VII. ZAKLJUČAK

U radu je opisano rešenje prenosa podataka u sistemu za daljinski nadzor i upravljanje uređajima energetske elektronike SDNU sa analizom grešaka nastalih u prenosu podataka po prenosnim putevima između uređaja DNU24 i centra nadzor. Usko grlo u sistemu za daljinsko nadziranje predstavljaju prenosni putevi. U zavisnosti od tehničkih mogućnosti na perifernom objektu bira se najpovoljniji prenosni put. Prenosni putevi se razlikuju po brzini uspostave veze, brzini prenosa podataka, sigurnosti, pouzdanosti i ekonomičnosti. Nažalost, nijedan prenosni put nije idealan. Zato je usvojeno, obavezno korišćenje dva prenosna puta. Ovim je omogućena neprekidnost u radu sistema za daljinski nadzor i upravljanje. Sadašnje rešenje u potpunosti zadovoljava potrebe SDNU.

LITERATURA

[1] D. Mitić, „SYSTEM FOR REMOTE SUPERVISION AND CONTROL OF POWER ELECTRONICS DEVICES”, 32. međunarodni skup *MIPRO* 2009, Zbornik Radova Telekomunikacije i informacije, Vol. II. CTI, ISBN 978-953-233-043-4, Opatija, Hrvatska, Maj 25-29. 2009. god.

- [2] D. Mitić, „Komunikacija u sistemu za daljinski nadzor i upravljanje uređajima energetske elektronike”, Zbornik Radova XVI Telekomunikacioni Forum, *TELFOR* 2008, ISBN 978-86-7466-337-0, Beograd, Novembar 25-27. 2008. god.
- [3] M. Lazić, M. Stanković, “Uređaj za akviziciju podataka DNU 24 – osnovne funkcije,” *Jahorina* '08
- [4] MultiTech system, “Socket Ethernet IP mt100sem - AT Commands Reference Guide”
- [5] B. Plavšić, D. Petrović, Ž. Kovačević, “IZBOR PRENOSNIH PUTEVA U SDNU”, VII SIMPOZIJUM, INDUSTRIJSKA ELEKTRONIKA, *INDEL* 2008, Banja Luka, Novembar 06-08, 2008.

ABSTRACT

In systems for remote monitoring and management should be a way to solve the collection and data processing devices that are monitored, and data from the remote peripheral device to the center for supervision and at the end of a way to display the data obtained in the center for monitoring.

In the beginning of SDNU, more attention is paid to the manner of collecting and processing data from the remote peripheral device to the center for monitoring and how the data obtained in the center for monitoring, because it is considered that data from the remote peripheral device to the monitoring center will be larger problems.

However, that assumption was wrong. After first practical investigation it turned out that most complex problem need to solve were sending data from peripheral equipment to data center. So, special attention must be put on choices which way of data transmission need to be use and solutions which enabling reliable data transfer.

Additional complication is also one real situation when big number of peripheral devices at the same time establishing connection with data center. So, special attention must be put on choices which way of data transmission need to be use and solutions which enabling reliable data transfer. This paper describes way it is realized inside SDNU system, and analyzes the data by transmission paths (*ETHERNET*, *GPRS*, *ISDN* and *DIAL UP* modems).

ANALYSIS OF TRANSFER DATA IN THE SYSTEM FOR REMOTE AND CONTROL OF POWER ELECTRONICS DEVICES

Mitić Dragan, Bojan Plavšić