



NADZOR I PRAĆENJE PARAMETARA RADIO UREĐAJA I KVALITETA RADIO VEZE BAZIRANE NA KORIŠĆENJU DIGITALNOG PAKETNOG RADIJA

SURVEILLANCE AND MONITORING OF PARAMETERS OF RADIO DEVICES AND QUALITY OF RADIO COMMUNICATIONS IN SYSTEMS BASED ON DIGITAL PACKET RADIO

Dorđe VLADISAVLJEVIĆ, „Elektrodistribucija Srbije“ Novi Sad, Srbija
Predrag ŠEJAT, „Elektrodistribucija Srbije“ Beograd, Srbija

KRATAK SADRŽAJ

Elektrodistribucija Srbije, na potpunom konzumnom području Republike Srbije, poseduje veći broj sistema daljinskog nadzora i upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom baziranih na digitalnim paketnim radio uređajima. Savremeni digitalni paketni radio uređaji, pored prenosa podataka za potrebe daljinskog upravljanja i nadzora imaju i mogućnost dijagnostike, odnosno praćenja parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze. Na osnovu ovih podataka može se povećati kvalitet i pouzdanost rada radio sistema baziranih na digitalnim paketnim radio uređajima, a samim tim može se povećati i kvalitet i pouzdanost sistema daljinskog nadzora i upravljanja.

Rad daje predloge rešenja za realizaciju sistema za nadzor i praćenje bitnih parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze bazirane na digitalnim paketnim radio uređajima sa ciljem olakšavanja preventivnog održavanja i povećanja pouzdanosti sistema radio veza za prenos podataka.

Ključne reči: prenos podataka, digitalni paketni radio, nadzor, pouzdanost

ABSTRACT

Elektrodistribucija Srbije, in the entire consumption area of the Republic of Serbia, uses a number of systems for remote monitoring and management of medium voltage distribution network based on digital packet radio. In addition to data transmission for the needs of remote monitoring and control, modern digital packet radio devices also have the facility of diagnostics, i.e. monitoring of radio device parameters and radio signal quality. Using this data, quality and reliability of radio systems based on digital packet radio devices can be increased, resulting in the increase of quality and reliability of remote monitoring and control systems.

This paper proposes solutions for the implementation of a system for supervision and monitoring of important parameters of radio devices and the quality of radio communications based on digital packet radio devices. As a result, preventive maintenance will be simplified and the reliability of radio communication systems for data transmission will be increased.

Key words: data transmission, digital packet radio, remote monitoring, reliability

djordje.vladisavljevic@ods.rs
predrag.sejat@ods.rs

1. UVOD

Elektrodistribucija Srbije, na potpunom konzumnom području Republike Srbije, poseduje veći broj sistema daljinskog upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom u kojima se za potrebe komunikacije daljinskih stanica sa centrom upravljanja koristi digitalni paketni radio – *Packet Data Radio* (PDR). Savremeni PDR uređaji, pored prenosa podataka za potrebe daljinskog upravljanja imaju i mogućnost dijagnostike, odnosno praćenja parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze. Na osnovu ovih podataka može se povećati kvalitet i pouzdanost rada radio sistema baziranih na PDR uređajima, a samim tim može se povećati i kvalitet i pouzdanost sistema daljinskog upravljanja.

2. DIGITALNI PAKETNI RADIO (PDR)

Korišćenje uskopojasnih digitalnih radio sistema za potrebe automatizacije srednjenaponske distributivne mreže se po svojim karakteristikama nameće kao veoma efikasno rešenje naročito ako se opredelimo za korišćenje radio opreme koja je specijalno dizajnirana za potrebe prenosa podataka - PDR [1]. Prednosti uskopojasnih digitalnih radio sistema u kojima se koriste PDR uređaji su korišćenje licenciranog frekventnog opsega, velike zone pokrivanja, otpornost na uticaj atmosferskih padavina i izbegavanje dodatnih konvertora protokola. Jedna od mana je nešto manja brzina prenosa podataka (nego kod širokopojasnih TK sistema), međutim, u slučaju TK sistema za potrebe automatizacije srednjenaponske distributivne mreže ove brzine mogu da zadovolje većinu potreba.

Najbitniji parametri paketnog radija koji se koristi u radio mreži Elektrodistribucije Srbije su:

- Frekventni opseg: licencirani UHF (ili VHF) opseg (ETSI standard);
- Širina kanala 12,5/25 kHz;
- Programabilna snaga, PTx max = do 10 W;
- Brzina prenosa je najmanje 8 kbps, ali ide čak i do 100 kbps u zavisnosti od modela uređaja i kvaliteta radio signala;
- Komunikacija sa SCADA sistemom u centru upravljanja se obavlja po standardnom protokolu (IEC60870-5-101, IEC60870-5-104, DNP3/Unsolicited);
- Komunikacija enkriptovana AES 256 bitno;
- Mogućnost daljinskog podešavanja konfiguracionih parametara i ažuriranja „firmware-a“ radio stanice;
- Implementirane funkcije kvaliteta komunikacionog linka (komunikacioni test), funkcija testiranja kvaliteta prenosa podataka i u skladu sa rezultatima testa automatsko podešavanje brzine prenosa;
- Standardni komunikacioni priključci prema SCADA sistemu (serijski i Ethernet priključak).
- Veliki temperaturni radni opseg od -40 °C do +70 °C;

Za izgradnju većine TK sistema za potrebe daljinskog upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom na konzumnom području Elektrodistribucije Srbije korišćeni su PDR uređaji koji rade u UHF frekventnom opsegu. Brzina prenosa podataka između dve tačke je najčešće od 16 kbps do 32 kbps pri širini kanala od 25 kHz. Ovaj tip opreme je dizajniran prvenstveno za prenos podataka, poseduje i serijski i Ethernet priključak za povezivanje sa daljinskom stanicom ili reklozerom, tako da nema potrebe za korišćenjem dodatnih modema ili konvertora protokola [2]. Na slikama 1 i 2 su prikazani primeri ugradnje PDR uređaja i odgovarajućih antenskih sistema na distributivnoj trafo stanici i na reklozeru.



Slika 1 – Primer ugradnje PDR na distributivnoj trafo stanici



Slika 2 – Primer ugradnje PDR na reklozeru

3. KONCEPCIJA TK SISTEMA KOJI KORISTE PDR

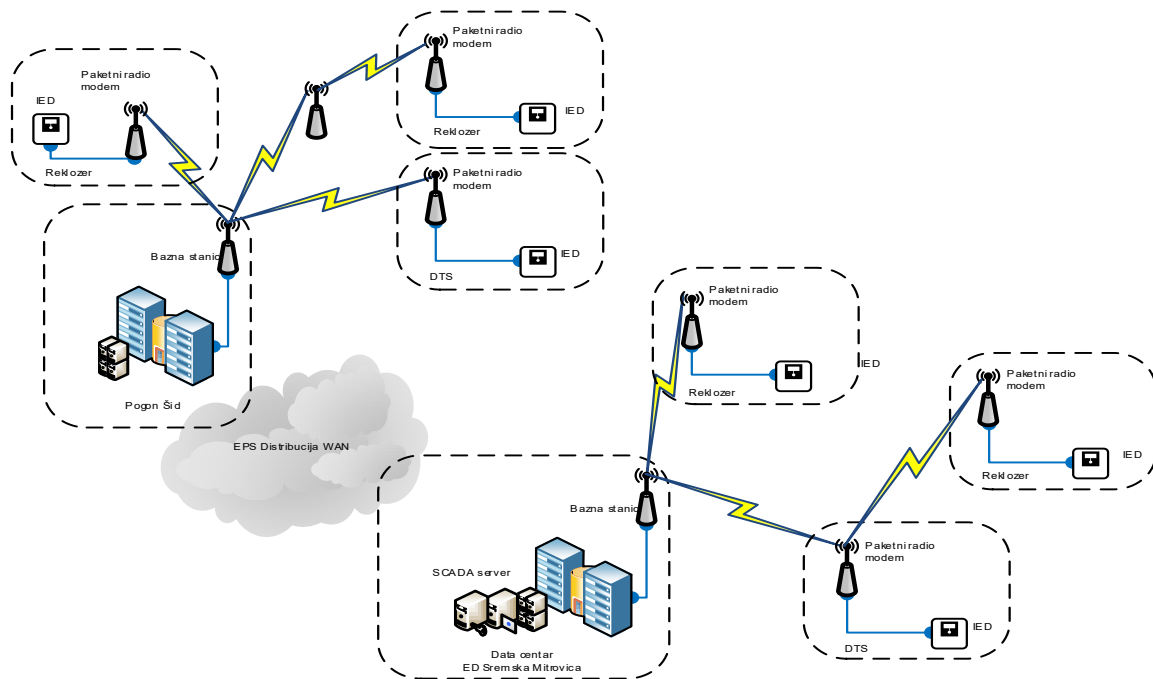
Sistemi za daljinsko upravljanje u kojima se koriste PDR uređaji za potrebe komunikacije sa udaljenim tačkama realizovani su na taj način da se merenja, statusi i alarmi prenose po događaju, sa vremenskom odrednicom pridruženom na daljinskoj stanici, pri čemu se sinhronizacija vremena daljinske stanice vrši preko SCADA servera. Pored komunikacije koja se odvija po događaju, povremeno se vrši prozivka svih krajnjih stanica u sistemu kako bi se proverilo da li se postoji komunikacija sa udaljenim lokacijama. Svaki PDR uređaj u sistemu podržava store and forward funkcionalnost, tako da se može koristiti i kao repetitor [3]. Pored PDR uređaja instaliranih na krajnjim lokacijama (daljinskim stanicama), instaliran je i određeni broj uređaja koji imaju samo funkciju repetitora radio signala u cilju povećanja zone pokrivanja [4].

U zavisnosti od konfiguracije terena i položaja EEO u okviru jednog ogranka može postojati više manjih radio mreža koje komuniciraju po različitim frekvencijama. U ovakvim slučajevima se vodi računa da bazni i repetitorski PDR uređaji budu međusobno povezani širokopojasnom vezom (optika ili radio link) kako bi se maksimalno smanjilo vreme odziva krajnjeg radio uređaja.

Na konzumnom području Elektrodistribucije Srbije već sada postoji više od 50 radio mreža koje koriste PDR uređaje. U jednoj ovakvoj radio mreži može da bude instalirano i preko 40 PDR uređaja koji komuniciraju sa jednom baznom stanicom korišćenjem dobro optimizovanog softvera koji određuje prioritete kod javljanja i pravi optimalnu veličinu paketa koji se prenosi u etru. Ukupan broj PDR uređaja koji se koriste za potrebe daljinskog upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom Elektrodistribucije Srbije je preko 1000. Na slici 3 je prikazan primer TK sistema koji koristi PDR uređaje.

Već sa ovim brojem uređaja u TK mreži nadležne službe za telekomunikacije nailaze na poteškoće prilikom praćenja rada PDR uređaja. U većini slučajeva reaguje se tek kada se kvar desi, odnosno kada nadležni iz funkcije Upravljanja prijave da neki EEO nije raspoloživ za daljinsko upravljanje. U ovim situacijama se prvo posumnja na kvar TK opreme, ali praksa je pokazala da do prestanka rada TK opreme ili daljinske stanice najčešće dolazi zbog problema sa besprekidnim napajanjem na daljinski upravljivom EEO, zatim zbog prestanka komunikacije između daljinske stanice i TK opreme (što se uobičajeno rešava resetom opreme), a najređe zbog kvara TK opreme ili daljinske stanice. Praćenjem napona baterije sa koje se napaja TK oprema i daljinska stanica bi se unapredilo i održavanje besprekidnog napajanja na daljinski upravljivim lokacijama.

Kvarovi u opisanim TK sistemima još uvek nisu toliko česti, jer je TK oprema relativno nova, ali vremenom će rasti potreba za što kvalitetnijim preventivnim održavanjem ove vrste TK opreme. S obzirom da PDR uređaji koji se koriste u TK sistemima Elektrodistribucije Srbije imaju mogućnost dijagnostike, odnosno praćenja parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze, jedno od rešenja koje bi moglo da posluži za povećanje kvaliteta preventivnog održavanja i smanjivanje broja kvarova je uvođenje softvera koji bi omogućio praćenje i obradu kritičnih parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze.



Slika 3 – Primer TK sistema koji koristi PDR uređaje

4. NADZOR I PRAĆENJE PARAMETARA PDR UREĐAJA I KVALITETA RADIO VEZE

Kao što je prethodno navedeno, većina modela PDR uređaja koji se koriste u TK mreži Elektrodistribucije Srbije već ima mogućnost pregleda kritičnih radio parametara prilikom pristupa samom uređaju. Trenutno je ukupan broj PDR uređaja na konzumnom području Elektrodistribucije Srbije preko 1000, raspoređenih u više od 50 radio mreža. Očitavanje konfiguracije i ostalih parametara PDR uređaja se može uraditi pristupom preko WEB browsera ili korišćenjem specijalizovanog proizvođačkog softvera (Slika 4). Ovo je odlična opcija koja se najčešće koristi prilikom prvog puštanja u rad i kasnije ukoliko se javi potreba za dodatnom proverom kvaliteta veze do određene tačke. Dakle, kada se radi o pojedinačnim slučajevima ovo je sasvim korektna metoda dijagnostikovanja potencijalnog problema.

Alarms

| ID | ALARM | STATE | CURRENT VALUE | WARNING THRESHOLD | CRITICAL THRESHOLD | HYSTERESIS |
|-----|--|-------|---------------|-------------------|--------------------|------------|
| 50 | Global Alarm | ● | | active | active | |
| 100 | Frequency Offset | ● | | disabled | N/A | |
| 110 | Received Signal Strength Indication (RSSI) | ● | | disabled | N/A | |
| 120 | VSWR | ● | < 2.0:1 | disabled | 3.0:1 | |
| 130 | Tx Power | ● | 37.1dBm | N/A | 35.0dBm, 39.0dBm | 1.0dBm |
| 140 | DC Supply | ● | 12.1V | disabled | 10.0V, 30.0V | 0.3V |
| 150 | Temperature | ● | 35.8 (Deg C) | disabled | -40, 81 (Deg C) | 1 (Deg C) |
| 160 | Ethernet Link | ● | | disabled | N/A | |
| 170 | PLL Lock | ● | | N/A | active | |
| 190 | Operational | ● | | N/A | active | |

● Disabled ● Normal ● Recovered ● Warning ● Critical

Slika 4 – Pregled bitnih parametara PDR uređaja, očitano preko WEB browsera

Kada imamo veći broj uređaja koje je potrebno pratiti i analizirati, gore pomenuta metoda pojedinačnog pristupa nekom PDR uređaju je veoma spora i nepregledna. Takođe, moguća je samo u slučaju da je određeni uređaj dostupan u mreži. Ukoliko se kvar već desio, pristup uređaju nije moguć. U tom slučaju, pristupa se baznoj stanici kojoj pripada taj PDR uređaj (Slika 5).

Network List

| SERIAL NUMBER | RSSI (dBm) | SNR (dB) | Average ARQ Retries (%) | Tx Data Rate (kbps) | Rx Data Rate (kbps) |
|---------------|------------|----------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| 741535 | -75.4 dBm | 49.6 dB | 0.4 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 743819 | -90.6 dBm | 33.3 dB | 4.2 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 743820 | -86.8 dBm | 37.0 dB | 1.7 % | 28.0 kbps | 14.0 kbps |
| 743836 | -79.4 dBm | 44.3 dB | 1.9 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744415 | -74.4 dBm | 49.0 dB | 0.0 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744422 | -75.7 dBm | 49.3 dB | 0.0 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744429 | -64.7 dBm | 59.2 dB | 0.0 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744483 | -69.9 dBm | 54.0 dB | 0.0 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744484 | -82.9 dBm | 41.3 dB | 0.0 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744493 | -77.2 dBm | 47.3 dB | 1.0 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744517 | -92.6 dBm | 32.1 dB | 0.5 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744546 | -92.5 dBm | 33.0 dB | 0.9 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744548 | -84.9 dBm | 38.7 dB | 4.1 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |
| 744549 | -78.6 dBm | 46.1 dB | 1.0 % | 28.0 kbps | 28.0 kbps |

Slika 5 – Pregled bitnih parametara bazne stanice, očitano preko WEB browsera

Bazna stanica ima ograničenu internu memoriju i retko može da čuva kritične podatke duže od 24h. Tu nastaje problem sa ovom metodom dijagnostikovanja kvara i praćenja kritičnih parametara. Dakle, potrebno je da postoji neki poseban softver koji koji prikuplja parametare radio uređaja i kvaliteta radio veze, čuva ih i analizira. U ovom slučaju, čak i nakon prestanka rada periferne ili bazne stanice nadležni za održavanje mogu da pregledaju i analiziraju poslednje zabeležene podatke i istoriju promene određenih podataka. Takođe, praćenjem promene određenih parametara može se delovati preventivno i tako sprečiti potencijalni kvar na uređaju.

Uvođenjem posebnog softvera, koji prikuplja parametare radio uređaja i kvaliteta radio veze bez obzira na proizvođača radio uređaja, zatim objedinjuje podatke, čuva ih i analizira, može se značajno unaprediti održavanje TK mreže bazirane na PDR uređajima. Softverska aplikacija treba da radi na MS Windows ili Linux operativnom sistemu na standardnoj serverskoj hardverskoj platformi na kojoj će biti smeštena adekvatna baza podataka. Korisnički interfejs za pregled podataka i kreiranje izveštaja treba da bude Web baziran tako da se ovlašćenim službama omogući što jednostavniji pristup aplikaciji.

U korisničkom interfejsu treba da budu vidljivi minimalno sledeći podaci:

- geografski prikaz TK mreže (PDR uređaji raspoređeni prema koordinatama sa prikazom pripadnosti određenoj baznoj stanici i određenom ogranku),
- vrednost poslednje prikupljenih parametara sa PDR uređaja,
- grafički prikaz promene parametara PDR uređaja u toku vremena,
- tabelarni prikaz dijagnostičkih parametara za sve PDR uređaje.

Mreža PDR uređaja biće iscertana uz uvažavanje koordinata lokacija. U sistemima kod kojih postoji veći broj podsistema (baznih stanica ili repetitora) biće omogućen celoviti prikaz svih podsistema, kao i zaseban prikaz pojedinih podsistema. Pored svakog PDR uređaja biće prikazani poslednji prikupljeni podaci o naponu napajanja, temperaturi uređaja, predajnoj snazi uređaja i nivou prijemnog signala. Za svaki prikazani parametar postojaće mogućnost definisanja granica (minimalno dve vrednosti) i promene boje ispisa u zavisnosti od vrednosti parametara i definisanih granica.

Aplikacija treba da pruži tabelarni i grafički prikaz bitnih parametara i imaće mogućnost kreiranja izveštaja automatski prema odabranoj učestalosti (dnevni, nedeljni, mesečni ili godišnji), kao i na zahtev korisnika.

5. ZAKLJUČAK

Elektrodistribucija Srbije poseduje veći broj sistema daljinskog upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom u kojima se za potrebe komunikacije daljinskih stanica sa centrom upravljanja koristi digitalni paketni radio (PDR). Ukupan broj PDR na konzumnom području Elektrodistribucije Srbije je preko 1000 (raspoređenih u više od 50 radio mreža) i već sa ovim brojem uređaja u TK mreži nadležne službe za telekomunikacije nailaze na poteškoće prilikom praćenja rada PDR uređaja

S obziom da PDR uređaji imaju mogućnost dijagnostike, odnosno praćenja parametara radio uređaja i kvaliteta radio veze u radu je predloženo rešenje kojim bi se povećala efikasnost održavanja i smanjilo vreme potrebno za lociranje, dijagnostikovanje i otklanjanje kvara.

Uvođenjem posebnog softvera koji prikuplja parametare radio uređaja i kvaliteta radio veze, čuva ih i analizira, može se značajno unaprediti održavanje TK mreže bazirane na PDR uređajima i povećati pouzdanost celokupnog sistema za daljinsko upravljanje srednjenaponskim EEO.

Prilikom podešavanja aplikacije za praćenje parametara TK mreže izuzetno je bitno da se vodi računa o učestalosti prikupljanja podataka. Aplikacija se mora podesiti tako da ne ugrožava osnovnu funkciju TK sistema, a to je prenos podataka za potrebe daljinskog upravljanja EEO.

LITERATURA

- [1] Dubačkić S, Bošković A, “Telekomunikaciona infrastruktura za potrebe distributivnog elektroenergetskog sistema”, IX međunarodni forum o čistim energetske tehnologijama “Energetski horizont Srbije 2020”, str. 65, 29-30.9.2015, Novi Sad.
- [2] Vladislavljević Đ, Dubačkić S, Bošković A, “Digitalni sistemi radio-veza u funkciji sistema daljinskog upravljanja srednjenaponskom distributivnom mrežom”, Nacionalni komitet CIRED Srbija, 11. Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije sa regionalnim učešćem – CIRED, 24.-28.9.2016, Kopaonik.
- [3] Netico solutions, “Glavni telekomunikacioni projekat za dobijanje dozvola za rad digitalnog radio-sistema za daljinski nadzor i upavljanje energetske rasklopnom opremom na srednjenaponskoj distributivnoj mreži distributivnog područja DP Novi Sad - ED Novi Sad”, 2021, Niš.
- [4] Roaming networks, “Glavni telekomunikacioni projekat sistema daljinskog upravljanja srednjenaponskom mrežom, Ogranak Elektrodistribucija Sremska Mitrovica”, 2019, Beograd.