

MERENJE KARAKTERISTIKA SISTEMA ZA PRENOS PODATAKA PUTEM PLC MREŽE

J.M. Lukić, D. Pokorni, I. Stevanović, Energoprojekt – Entel, Beograd, Srbija
N. Simić, Telefonija A.D., Beograd, Srbija

Sadržaj — U okviru poslovne zgrade Energoprojekt je ispitivan prenos podataka putem niskonaponske mreže. Ostvaren je prenos između faznog i neutralnog provodnika, i na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je niskonaponska mreža pogodan medijum za prenos podataka, i da se može koristiti za formiranje kućne mreže bez potrebe za novom kablovskom infrastrukturom. U sledećoj fazi će se biti ispitivan prenos između neutralnog i zaštitnog provodnika.

Ključne reči — Niskonaponska mreža, prenos podataka, merenje, karakteristika, kanal, ethernet.

A. UVOD

U radu su izloženi eksperimentalno dobijeni rezultati merenja karakteristika prenosa podataka putem PLC mreže [1], formirane u okviru poslovne zgrade kompanije Energoprojekt. Izvršeno je merenje karakteristika kanala prenosa, u opsegu od 2 do 34 MHz, kao i trenutnog protoka po kanalu, pri prenosu datoteke veličine 40MB.

B. OPIS OPREME

Korišćena oprema se sastoji od dva gateway-a, pri čemu je jedan konfigurisan da bude master uređaj u mreži, a drugi je konfigurisan da bude ripiter, dva korisnička uređaja za prenos govora i podataka i tri korisnička uređaja za prenos podataka putem PLC mreže.

Niskonaponski gateway ima mogućnost prenosa podataka do 205Mbps i mogućnost rada sa 64 MAC adrese i 32 paralelne PLC konekcije. Konfiguracija gateway-a se vrši putem interfejsa na bazi HTTP-a ili putem industrijske konzole sa komandnom linijom za podešavanje.

Korisnički uređaj za prenos govora i podataka predstavlja jednostavan uređaj koji ispunjava zahteve za triple-play, odnosno istovremeni prenos glasa, video signala i podataka. Uz napojni kabl za prenos podataka putem PLC-a poseduje RJ45 interfejs za Ethernet i RJ11 interfejs za povezivanje analognih telefona. Prednost mu je mogućnost povezivanja analognog telefona na paketsku mrežu za prenos podataka.

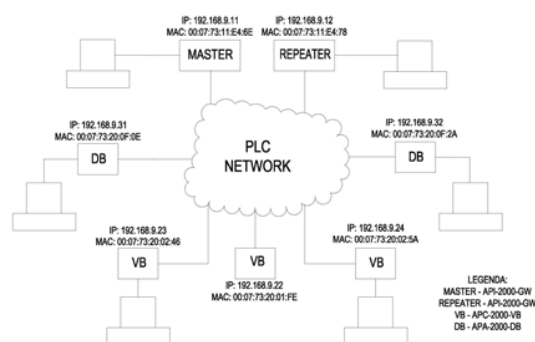
Korisnički uređaj za prenos podataka predstavlja naponski adapter sa 100Base-T Ethernet interfejsom. Ima

mogućnost prenosa podataka do 205Mbps i omogućava triple-play uslugu, odnosno istovremeni prenos glasa, video signala i podataka. Male je veličine, lak za prenošenje i montažu unutar objekta.

Sva tri uređaja su bazirana na istoj softverskoj platformi, sa fabrički konfigurisanim parametrima. Predefinisani parametri se mogu menjati povezivanjem računara na master uređaj. Modifikovana podešavanja se smeštaju u memoriju uređaja, i učitavaju se pri svakom podizanju uređaja, pri čemu se setovanje podataka vrši jedino pri restartovanju sistema. Predefinisana podešavanja se čuvaju u memoriji uređaja i uređaj uvek može da se vrati na predefinisane vrednosti.

C. SISTEM ZA EKSPERIMENTALNO MERENJE

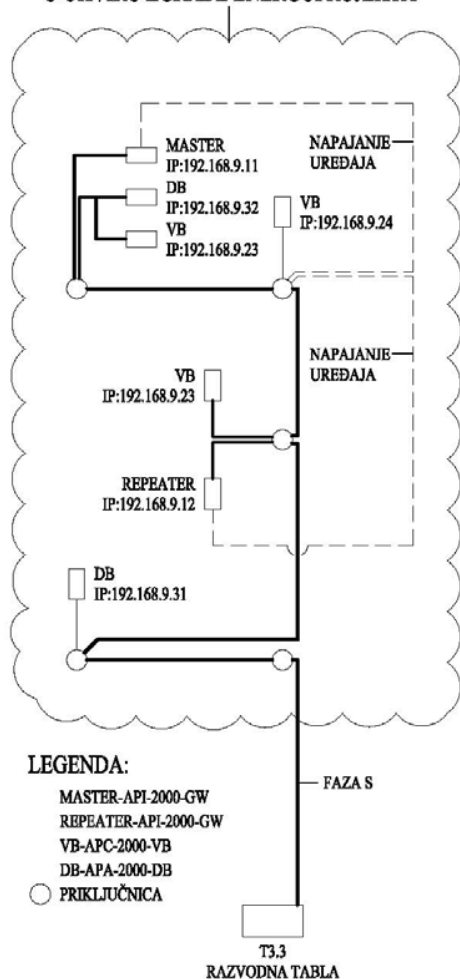
Za potrebe merenja karakteristika kanala, uspostavljena je mreža prema blok šemi sa slike 1. Vršena su ispitivanja karakteristika kanala prenosa između Master uređaja i ostalih uređaja povezanih u lokalnu računarsku mrežu. Ispitivanje je vršeno sa komunikacionim kanalom uspostavljenim između faznog i neutralnog provodnika, dok je ispitivanje karakteristika kanala između zaštitnog i neutralnog provodnika [2] u okviru objekta ostavljeno za sledeću fazu eksperimentalnog merenja karakteristika PLC mreže.



Sl. 1. – Blok šema mreže za ispitivanje karakteristika kanala

Jednopolna šema povezivanja priključnica sa razvodne table je data na slici 2. Korišćene su četiri priključnice, sa kojih su uređaji povezivani putem produžnih kablova.

DEO ENERGETSKE MREŽE U OKVIRU ZGRADE ENERGOPROJEKTA



Sl. 2. – Jednopolna šema priključnica u zgradi Energoprojekt

Pri povezivanju master uređaja vođeno je računa o tome da se povezivanje napajanja uređaja i mrežnog napojnog kabla za prenos podataka vrši na različitim priključnicama.

D. REZULTATI MERENJA KARAKTERISTIKA KANALA PRENOSA

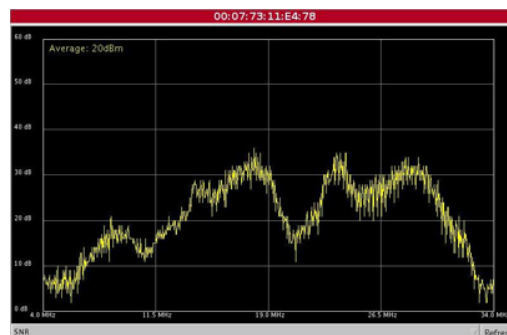
Merenje karakteristika kanala prenosa kroz niskonaponsku mrežu u okviru objekta je izvršeno putem softverskog paketa za eksperimentalno merenje karakteristika kanala. Dobijeni su grafici u opsegu od 4 do 34MHz, pri čemu su učestanosti merenja date na x-osi, dok su na y-osi date vrednosti nivoa odnosa signal-šum na pojedinim učestanostima merenja. Veća vrednost odnosa signal-šum predstavlja bolje uslove prostiranja signala, odnosno kroz dati kanal je ostvariv protok višeg nivoa.

Prema podacima dobijenim od strane proizvođača opreme, minimalni odnos signal-šum za ostvarivanje kvalitetne veze visokog protoka iznosi 24dB. Ipak, treba reći da je protok kroz PLC mrežu, u okviru eksperimenta

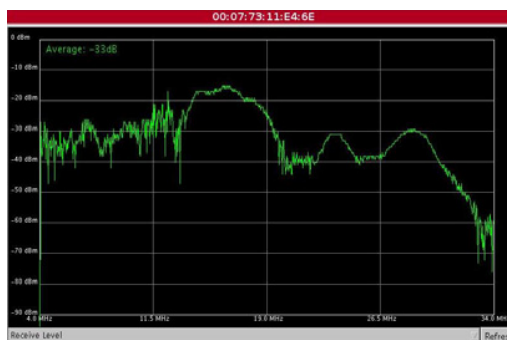
ostvaren i pri nižim vrednostima odnosa signal-šum po prenosnom kanalu.

Izmerena vrednost odnosa signal-šum u mreži, između master uređaja i ripitera je prikazana na slici 3. Sa slike se može primetiti varijacija odnosa signal-šum po učestanostima, odnosno između različitih uređaja priključenih na niskonaponsku mrežu. Varijacija koja je posledica različite učestanosti [3], može se primetiti na kanalu ostvarenom između udaljenijih uređaja, gde odnos signal-šum brže opada na nižim učestanostima do 10MHz. Prema podacima dobijenim od strane proizvođača [4] u zavisnosti od nivoa signal-šum, spektralna gustina signala iznosi od jednog do osam bita na određenoj učestanosti. Samim tim se može ostvariti protok višeg ili nižeg intenziteta po datom kanalu. Na slici 4 je dat nivo signala iz ripitera na ulazu u master, gde se može videti da je on prilično stabilan na nivou između -30 i -35dB. Na slici 5 je dat nivo šuma u kanalu između master i ripiter uređaja. Može se primetiti da šum opada sa učestanošću. Na slici 6 je prikazana zavisnost broja bita po nosiocima, u zavisnosti od učestanosti nosioca za vezu između mastera i ripitera. Može se videti da se veći broj bita po nosiocu, odnosno bolja spektralna efikasnost može postići na višim učestanostima.

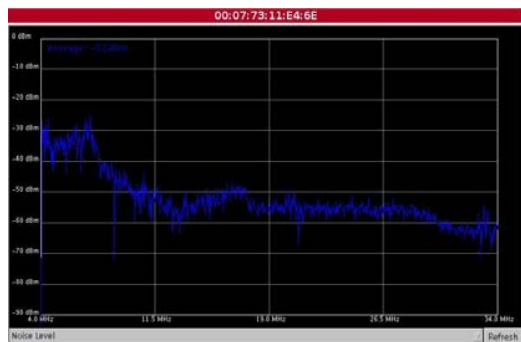
Dobijeni rezultati pokazali su da je moguće ostvariti prenos podataka kroz niskonaponsku mrežu. Da bi mogućnost prenosa podataka bila utvrđena pristupljeno je merenju protoka kroz kanale ostvarene putem niskonaponske mreže.



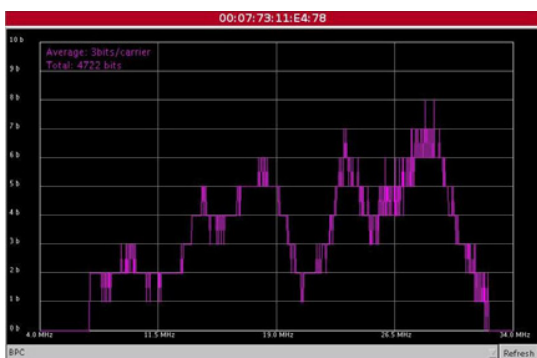
Sl. 3. – Odnos signal-šum u kanalu master – ripiter



Sl. 4. – Nivo signala iz ripitera na ulazu u master



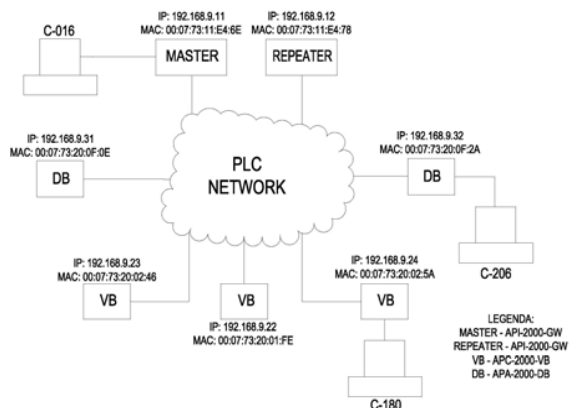
Sl. 5. – Nivo šuma na liniji master - ripiter



Sl. 6. – Broj bita po kanalu za prenos

E. REZULTATI MERENJA PROTOKA KROZ MREŽU

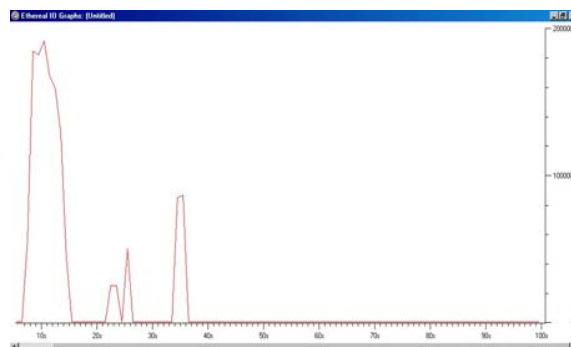
Za merenje protoka ostvarenog prenosom podataka putem niskonaponske mreže uspostavljena je računarska mreža prikazana na slici 7. Dobijeni rezultati su upoređeni sa rezultatima, koji su ostvareni merenjem protoka kroz identičnu računarsku mrežu ostvarenu putem UTP kablova. Za merenje protoka iskorišćen je prenos datoteke veličine 40MB između umreženih računara. Izmerene su vrednosti protoka u oba smera, pri čemu će u radu biti prikazane vrednosti samo u jednom smeru za računarsku mrežu baziranu na UTP kablovima, jer nije primećena razlika u ostvarenom protoku kroz mrežu.



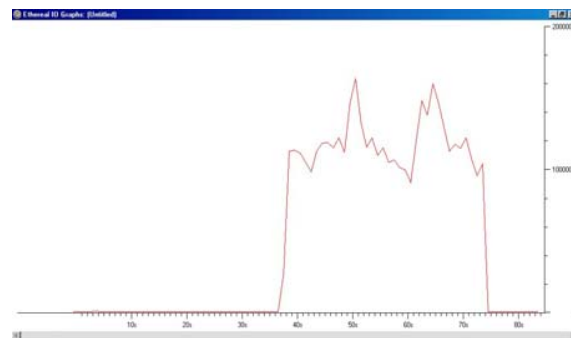
Sl. 7. – Blok šema računara priključenih u računarsku mrežu

Rezultati merenja su prikazani na slikama 8, 9 i 10. Y-osa na graficima predstavlja trenutni protok u vremenu, dok je na x-osi data vremenska osa. Vremenska osa se

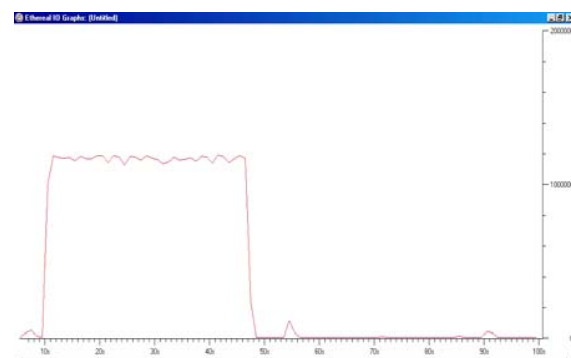
proteže od 0 do 100s, pri čemu je protok između datih računara u određenom vremenskom trenutku na x-osi, predstavljen vrednošću na y-osi. Sa slika se može primetiti da je pri prenosu podataka između korisničkog uređaja za prenos podataka i master uređaja ostvaren najmanji protok, pri čemu ima vidne oscilacije, ali u normalnom radu mreže nije primećena nepravilnost te vrste.



Sl. 8. – Protok između računara C-016 i C-180 kroz niskonaponsku mrežu



Sl. 9. – Protok između računara C-180 i C-016 kroz niskonaponsku mrežu



Sl. 10. – Protok između računara C-180 i C-016 kroz 100BaseT mrežu

Poređenjem rezultata se može doći do zaključka da se nivo protoka kroz niskonaponsku mrežu ne razlikuje bitno u odnosu na mrežu uspostavljenu putem UTP kablova sa karticama baziranim na 100BaseT standardu. Bitna prednost niskonaponske mreže kao medijuma je što ne zahteva postavljanje nove kablovske infrastrukture, već koristi postojeću, u vidu niskonaponske mreže objekta.

F. SLEDEĆA FAZA EKSPERIMENTA

Merenja, opisana u radu, su vršena na kanalu za prenos podataka ostvarenom između faznog i neutralnog provodnika niskonaponske mreže objekta. Sledeći korak u ispitivanju bi trebao biti merenje karakteristika kanala između neutralnog i zaštitnog provodnika niskonaponske mreže. Prednosti uspostave komunikacionog kanala putem neutralnog i zaštitnog provodnika ogledaju se u stabilnosti mreže, jer mreža ne zavisi od trenutnih položaja prekidača i osigurača u mreži, mogućnosti priključenja uređaja nezavisno od rasporeda faznih provodnika u okviru objekta i nižem nivou snaga šuma i smetnje u odnosu na kombinaciju faznog i nultog provodnika.

Zaštitni provodnik se uvodi u okviru objekta i na njega se priključuju elementi uređaja dostupni dodiru, a koji bi mogli doći pod napon i ugroziti bezbednost korisnika.

G. ZAKLJUČAK

Posle izvedenih merenja na niskonaponskoj instalaciji u okviru poslovne zgrade Energoprojekta, može se zaključiti da postoji potencijal za prenos signala putem niskonaponske mreže.

Prenos podataka u okviru kancelarije je funkcionisao na zavidnom nivou, i očekuje se da prenos podataka po kombinaciji neutralnog i zaštitnog provodnika bude još bolji.

LITERATURA

- [1] Merenje karakteristika naponske mreže pri prenosu podataka, Elaborat, Ministarstvo za Nauku i zaštitu životne sredine, Projekat – Razvoj tehničkih uređaja za upravljanje potrošnjom električne energije u domaćinstvu, evidencioni broj 250012, Maj 2007
- [2] Broadband Powerline Communication – Network Design, Halid Hrasnica, Abdelfatteh Haidine, Ralf Lehnert – John Wiley and Sons Ltd., 2004
- [3] Model propagacije signala u razdjelnim elektroenergetskim mrežama u frekvencijskom području od 5 do 30 MHz, Dr. Sc. Dubravko Sabolić, Zagreb, Energija 4, 2005, HEP
- [4] www.currenttechnologies.com

SKRAĆENICE

PLC - Power Line Communication
MAC - Media Access Control
HTTP - HyperText Transfer Protocol
UTP - Unshielded Twisted Pair

ABSTRACT

Data transfer through power line communication network was tested in Energoprojekt building. Power line communication network was realized through line and neutral conductor. Based on attained results, powerline communication network is a good way to make a home network using low voltage cable infrastructure, without a need to install a new UTP cables, dedicated for a home network. Test of data transfer through powerline network realized through neutral conductor and protection earth is planned in next phase.

PLC CHANNEL CHARACTERISTICS MEASUREMENT

J.M. Lukić, D. Pokorni, I. Stevanović, Energoprojekt –
Entel, Beograd, Srbija
N. Simić, Telefonija A.D., Beograd, Srbija