

dr. Bojko Babić, dipl. el. inž.
 Neven Čerić, dipl. el. inž.

Energoinvest-IRIS Computer
 Gundulićeva 62.
 71000 SARAJEVO

ISPITIVANJE BRZINE RADA SISTEMA ENERSONET-PSI

EVALUATION OF SPEED OF SERVICE OF THE SYSTEM ENERSONET-PSI

SADRŽAJ - U ovom radu je opisano ispitivanje brzine rada sistema Energonet-PSI. Kao osnova za ova ispitivanja služile su CCITT preporuke X.135. Opisane su metode merenja i rezultati za kašnjenje kroz čvor (vrijeme uspostavljanja veze, vrijeme prenosa paketa podataka i vrijeme indikacije raskida veze). Najveći broj mjerenja je izvršila atestna komisija IJPTT, koja je ispitivala karakteristike sistema Energonet-PSI. Rezultati ispitivanja su pokazali da je brzina rada sistema Energonet-PSI u okviru zahtjevanih preporuka.

ABSTRACT - In this paper, we describe the evaluation of speed of service for the system Energonet-PSI. CCITT recommendation X.135 has been basis for these evaluations. We describe methods for measuring delays in the node (call set up delay, data transfer delay and clear indication delay). The most measurements have been performed by Yugoslav PTT Commission for homologation procedure for the system Energonet-PSI. Results of measurement have shown that speed of service of the system Energonet-PSI complies with required recommendations.

1. UVOD

Sistem Energonet-PSI predstavlja osnovu za realizaciju računarsko-komunikacionih mreža sa komutacijom paketa (paketske mreže). Na bazi ovog sistema realizovan je dio jugoslovenske javne mreže JUPAK na teritoriji BiH. Veoma važna karakteristika paketskih mreža je pouzdanost. U [BABB8] opisano je ispitivanje pouzdanosti paketske mreže bazirane na sistemu Energonet-PSI. Dobijeni rezultati su pokazali da se računarsko-komunikacione mreže bazirane na sistemu Energonet-PSI mogu uvrstiti u pouzdane mreže za prenos podataka.

U ovom radu su opisana mjerenja vrijednosti parametara brzine rada (kašnjenja) sistema Energonet-PSI, koji su obavljena iz dva razloga. S jedne strane, u IRIS-u se željelo stvoriti slika radnih osobina sistema, radi potvrde ciljnih vrijednosti kvaliteta usluga mreže i eventualnih poboljšanja. S druge strane, u ZJPTT se željelo ustanoviti da li mreža ispunjava postavljene zahtjeve za kvalitetom usluga mreže. Mjerenja su izvršena na demonstracionoj platformi u IRIS-u, u februaru 1990.

Ova mjerenja su obavljena nad jednim komunikacionim čvorom mreže. Čvor sistema Energonet-PSI se sastoji od komunikacionih modula, međusobno povezanih Ethernet komunikacionim kanalom. Mjerenja su obavljena za slučaj virtuelnih veza, odnosno prometa, kroz jedan i kroz dva komunikaciona modula. U oba slučaja, radi se o nacionalnoj A mionici sastavljenoj od dvije sekcije pristupnog voda i jedne sekcije pristupne mreže (sam čvor).

U radu su prikazani sistemi i metode mjerenja, obrađeni su i prikazani rezultati i upoređeni sa graničnim vrijednostima specificiranim u CCITT preporuci X.135 [CC135].

2. METODA MJERENJA KAŠNJENJA

Mjerenja kašnjenja kroz čvor su obavljena za vrijeme uspostavljanja veze, vrijeme prenosa paketa podataka i vrijeme indikacije raskida veze. Na slici 1. je data konfiguracija nad kojom su vršena mjerenja. Korišten je mjerni sistem razvijen u Institutu bezbjednosti u Beogradu. Sistem je realizovan prema preporuci X.135. Jezgro sistema je Hewlett-Packard računar, koji je preko sabirnice povezan sa mjernim uređajem. Program, napisan u BASIC-u, postavlja parametre vještačkog saobraćaja i obrađuje izmjerene vrijednosti.

Računar je oslobođen svih ostalih komunikacionih poslova.

Mjerni uređaj se sastoji od dvije ploče generatora vještačkog saobraćaja, koje simuliraju dva autonomna X.25 DTE. Između njih se razmjenjuju paketi koji se koriste za mjerenje kašnjenja. Sloj veze za podatke je upravljani hardverski, a paketski sloj je program napisan u asemblerskom jeziku. Prije slanja paketa program prima parametre vještačkog saobraćaja od HP računara. Pri referentnom događaju izlaska paketa startuje se interni tajmer. Pri referentnom događaju ulaska paketa drugu ploču zaustavlja tajmer.

Na početku svakog mjerenja oba generatora izdaju Restart Request paket, što raskida sve eventualne virtuelne veze na sekcijama pristupnog voda. Zatim se uspostavlja virtuelna veza između dvije ploče generatora kroz sekciju pristupne mreže. Pri tom se ne koristi ni jedna X.25 dopunska usluga, kao ni podaci korisnika. Zatim se šalje jedan paket podataka. Polje podataka u paketu je dugo 128 okteta. Na kraju se veza raskida, s tim da se pri tome ne koristi prošireni format zahtjeva za raskid veze. Iz izmjerenih vrijednosti je izbačeno kašnjenje prouzrokovano u mjernom uređaju. To vrijeme je procijenjeno mjerenjem kašnjenja pri kojem su izlazi iz mjernog uređaja kratko spojeni.

Prozor sloja veze za podatke je 7, a paketskog sloja 2, sa D bit=1. Sistem je realizovan tako da kontrola toka nema uticaja na izmjerene vrijednosti. Protok na sekcijama pristupnog voda mjernog uređaja je 9600 bit/s. Mjerenje vremena uspostavljanja veze je podijeljeno u dvije faze (faza prenosa Call Request/Incoming Call paketa i faza prenosa Call Accepted/Call Connected paketa), da bi se izbjegao uticaj kašnjenja pozvanog DTE.

Dužine paketa odgovaraju pretpostavkama mjerenja datim u X.135,

osim u slučaju mjerenja vremena uspostavljanja veze. Do odstupanja je došlo, jer nije korišten puni format adresa DTE za međunarodnu virtuelnu vezu, tj. u adresama DTE nema jedinstvenog identifikacionog broja mreže. Zbog toga je polje adresa u ovim paketima dugačko 11, umjesto 15 okteta. Ova razlika ne utiče na vrijeme obrade paketa u čvoru mreže, već samo na kašnjenje na sekcijama pristupnog voda.

Sva mjerenja su obavljena nad čvorom 711, koji sadrži komunikacione module Z0 i Z1 i to za slučaj da virtuelna veza prolazi kroz dva modula i za slučaj da virtuelna veza prolazi kroz samo jedan modul. Pristupni vod mjernog uređaja na modul Z1 je stalni (pozvani DTE), dok se drugi pristupni vod može slobodno pomjerati (pozivajući DTE). Na stalni pristupni vod je povezan analizer A1, pomoću kojeg se provjerava scenario mjerenja kašnjenja.

Problem za mjerenja performanse brzine rada mreže predstavlja činjenica da u X.135 ne postoji definicija 'srednjeg saobraćajnog opterećenja u glavnom satu'. Zato je korištena privremena definicija, prema kojoj je to svaka vrijednost saobraćajnog opterećenja, kada je virtuelna veza raspoloživa.

Saobraćajno opterećenje čvora 711 su generisali autonomni X.25 DTE (obradni računari H5, H6, H7, H9, H12 i H74). Pomoću testnih programa paketskog sloja na DTE otvaraju se virtuelne veze između DTE preko čvora 711, te se pokreće prenos paketa podataka. Za povezivanje DTE na mrežu korišteni su pristupni vodovi sa protokom od 9600 bit/s i 2400 bit/s, kao što je dato na slici 1.

Da bi se utvrdilo saobraćajno opterećenje čvora, pomoću analizera (A2, A3 i A4) se posmatra promet na pristupnim vodovima DTE na mrežu, te se broji koliko paketa prođe u određenom vremenskom periodu. Iz toga se lako izvodila vrijednost doprinosa saobraćajnom opterećenju

dvije 711 virtualnih veza otvorenih preko tog voda. Utvrđeno je da 10 virtualnih veza između dva DTE sa pristupnim vodovima sa protokom od 9600 bit/s opteređuju čvor 711 sa 17 paket/s, bez obzira da li su veze ostvarene kroz jedan komunikacioni modul ili dva komunikaciona modula. Promet sa 10 virtualnih veza između dva DTE sa pristupnim vodovima sa protokom od 2400 bit/s opteređuje čvor 711 sa 4 paket/s. Pri mjerenju saobraćajno opterećenje je izražavano u procentima propusne moći komunikacionog modula, koja iznosi 43 paket/sec.

3. REZULTATI MJERENJA KASNJENJA

U prvom slučaju, virtualna veza je ostvarivana kroz jedan komunikacioni modul čvora. Izvršene su dvije varijante mjerenja: sa neopterećenim čvorom i sa čvorom sa saobraćajnim opterećenjem od 17 paketa/sec, što je oko 40% opterećenja. Mjerenja sa 40% opterećenjem čvora su urađena sa prometom samo kroz modul 21 (slučaj 1), kao i za slučaj kada promet prolaze kroz Ethernet kanal (slučaj 2). Rezultati prikazani u slijedećoj tabeli, predstavljaju srednje vrednosti (msec).

Opterećenje	Call Req.	Call Acc.	Data	Clear
0%	55	59	146	47
40% (1)	59	60	148	50
40% (2)	61	62	150	53

U drugom slučaju, virtualna veza je ostvarivana kroz dva komunikaciona modula čvora. Pri tom su postojala različita opterećenja čvora: bez opterećenja, oba modula sa opterećenjem po 17 paketa/sec (40% opterećenja), modul 20 opterećen sa 21 paketa/sec, a modul 21 sa 17 paketa/sec (43% opterećenja), oba modula sa opterećenjem po 21 paketa/sec (48% opterećenja), oba modula po 34

paketa/sec (77% opterećenja) i uša modula po 38 paketa/sec (86% opterećenja). Rezultati (u msec) su prikazani u slijedećoj tabeli.

Opterećenje	Cal Req.	Call Acc.	Data	Clear
0%	71	73	156	62
40%	76	84	161	69
43%		78	165	68
48%	78	83	165	70
77%	93	92	176	79
86%	95	102	173	80

Iz izmjerenih vrijednosti kašnjenja prenosa paketa je moguće izvesti vrijeme obrade paketa u čvoru, za što je potrebno izbaciti doprinos kašnjenja na sekcijama pristupnog voda. Vrijeme prenosa paketa se počinje mjeriti sa izlaskom zadnjeg bita okvira nosioca paketa iz DTE, zato se kašnjenje prenosa paketa na prvom pristupnom vodu ne uzima u obzir. Mjerenje vremena prenosa paketa se završava sa ulaskom zadnjeg bita okvira nosioca paketa u drugi DTE. Da bi se dobilo vrijeme obrade paketa u čvoru potrebno je izbaciti kašnjenje nastalo prenosom paketa preko drugog pristupnog voda. Tako će se za uspostavljanje veze, vreme obrade u čvoru dobiti umanjivanjem za 18 msec ($21 \text{ oktet} \times 8 \text{ bit} / 9600 \text{ bit/sec}$) od izmjerenih vrijednosti, za prenos paketa podataka umanjivanjem za 114 msec ($136 \times 8 / 9600$), a za raskidanje veze umanjivanjem za 8 msec ($10 \times 8 / 9600$).

4. ANALIZA REZULTATA PRIMJENJENIH NA JUPAK MREŽU

Karakteristike mreže za prenos podataka JUPAK u međunarodnom saobraćaju moraju odgovarati karakteristikama nacionalne A dionice međunarodne virtuelne veze. Da bi izmjerene vrijednosti mogle

poraviti sa vrijednostima specificiranim u CCITT preporuci X.135, potreban je proračun za najsloženiju sekciju pristupne mreže. U slučaju JUPAK mreže na teritoriji BiH, ako korisnik iz BiH želi uspostaviti međunarodnu virtualnu vezu, ta veza će u nacionalnom dijelu prolaziti kroz najviše četiri čvora mreže.

Proračun ukupnog kašnjenja prenosa paketa kroz svaku sekciju pristupne mreže je moguć uz poznate dužine paketa i protoke na sekcijama voda, kao i vremena obrade paketa u čvorovima. Sledeća tabela sadrži srednje vrijednosti kašnjenja prenosa paketa kroz čvor, koji sadrži dva komunikaciona modula sa 86% opterećenjem (najnepovoljniji slučaj) i kašnjenja na sekcijama vodova od 64 kb/sec između čvorova.

Kašnjenje (msec)	Call Req.	Call Acc.	Data	Clear
u čvoru	77	84	59	72
na vodovima	3	3	17	1

Iz prethodne tabele se lako dobijaju srednje vrijednosti kašnjenja prenosa paketa kroz sekciju pristupne mreže koja sadrži četiri čvora, kao suma četiri kašnjenja u čvorovima i tri kašnjenja u vodovima. Dobijene vrijednosti su u slijedećoj tabeli upoređene sa vrijednostima zahtjevanim od CCITT-a.

Kašnjenje (msec)	Call Req. + Call Acc.	Data	Clear
Izračunate vrijednosti	662	287	291
Zahtjevane CCITT vrijednosti	1000	350	500

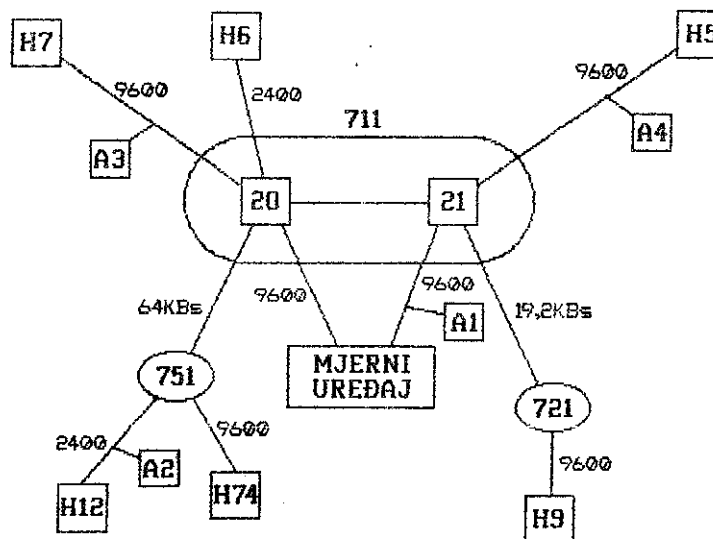
Izračunata srednja vremena kašnjenja prenosa paketa kroz JUPAK mrežu su manje od graničnih vrijednosti za nacionalnu A dionicu međunarodne virtualne veze definisanih u preporuci X.135.

5. ZAKLJUČAK

U radu su opisani rezultati ispitivanja brzine rada sistema Energonet-PS1. Mjerenja su pokazala da sistem Energonet-PS1 zadovoljava zahtjeve iz CCITT preporuke X.135

LITERATURA:

- 1248557 G.Babić and D.Kovačević: "Reliability Tests of X.25 Packet Switching Network Based on the System Energonet-PS1", MILCOM'88, 1988. IEEE Military Communications Conference, October 23-26, 1988, San Diego, California, U.S.A.
- 1001350 Speed of Service (Delay and Throughput) Performance Values for Public Data Networks when Providing International Packet Switching Services, CCITT Blue Book, Volume VIII - Fascicle VIII.3, 1988.



Slika 1. Konfiguracija mreže nad kojom su vršena mjerenja