

Realizacija službene veze u NG-SDH sistemima IRITEL

Predrag Mićović, Petar Knežević, Miroslav Ilić, Dragan Katanić, Saša Crnobrnja, *IRITEL AD Beograd*

Sadržaj — Ovaj rad opisuje način realizacije službene veze u NG-SDH uređajima ODS2G5 i OTS622 IRITEL. Opisan je i način uspostavljanja kanala službene veze u mrežama složene topologije, kao i način konfigurisanja algoritma službene veze korišćenjem softvera za centralizovano upravljanje SUNCE. Takođe, izvršeno je poređenje ovog rešenja službene veze sa rešenjem koje podrazumeva korišćenje VoIP-a. U radu je pokazano da se službena veza u mreži uređaja ODS2G5 i OTS622 IRITEL odlikuje brzom reakcijom na kvarove i jednostavnošću implementacije.

Ključne reči — NG-SDH, službena veza, VoIP, upravljanje mrežom.

I. UVOD

SLUŽBENA veza je govorni telekomunikacioni kanal rezervisan u okviru telekomunikacione mreže i namenjen za upotrebu od strane osoblja koje formira i održava telekomunikacionu mrežu. Korišćenjem službene veze osoblje u telekomunikacionim stanicama može komunicirati na jednostavan način, uobičajeno upotrebom telefona koji je povezan na telekomunikacioni uređaj i koji koristi rezervisani govorni komunikacioni kanal za komunikaciju sa telefonom povezanim na drugi uređaj u mreži. Postojanje službene veze je važno jer osoblju u telekomunikacionim stanicama omogućava vezu nezavisnu od drugih telekomunikacionih mreža.

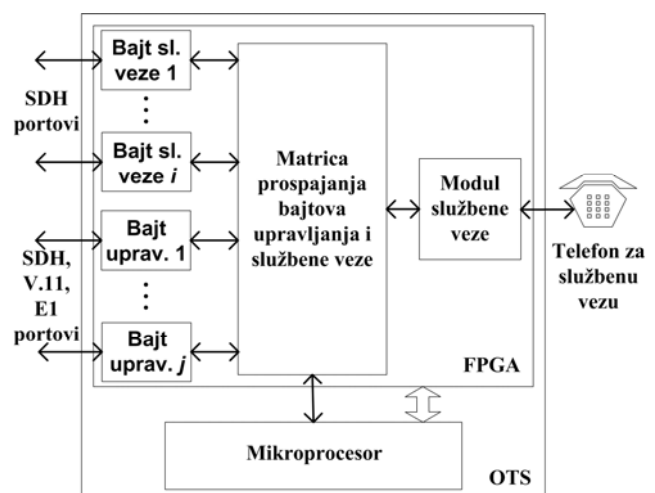
SDH standardom definisani su bajtovi u zaglavlju regeneratorske i multipleksne sekcije namenjeni prenosu signala službene veze [1]. U zaglavlju regeneratorske sekcije SDH rama, za službenu vezu rezervisan je E1 bajt a u zaglavlju multipleksne sekcije E2 bajt. Za službenu vezu je moguće koristiti i F1 bajt zaglavlja regeneratorske sekcije, namenjen upotrebi od strane korisnika sistema. SDH ramovi se šalju konstantnom brzinom od 8000 ramova u sekundi, pa svaki od bajtova službene veze formira kanal protoka 64kbit/s, koji može nositi PCM [2] signal govora.

U drugom odeljku rada opisan je način implementacije funkcionalnosti službene veze u okviru uređaja ODS2G5 i

OTS622 IRITEL [3]-[4]. U trećem odeljku opisan je način rada službene veze u mreži. U četvrtom odeljku opisan je način konfigurisanja službene veze korišćenjem softvera SUNCE [5], namenjenog upravljanju mrežom IRITEL telekomunikacionih uređaja. U petom odeljku razmotreno je kašnjenje signala u mreži službene veze. U šestom odeljku izvršeno je poređenje predstavljenog rešenja službene veze i rešenja koje koristi neki od VoIP standarda [6]-[7].

II. BLOK SLUŽBENE VEZE U UREĐAJIMA ODS2G5 I OTS622 IRITEL

Na Sl. 1 prikazana je blok šema koja prikazuje način rada službene veze u uređajima ODS2G5 i OTS622 IRITEL.



Sl. 1. Funkcionalnost službene veze u uređajima ODS2G5 i OTS622 IRITEL

Telefon za službenu vezu je standardan telefon koji je preko RJ11 konektora povezan na modul službene veze. Modul službene veze prema telefonu implementira SLIC funkcionalnost. Omogućeno je tonsko biranje.

Modul službene veze omogućava podešavanje sopstvenog telefonskog broja, koji može imati od jedne do tri cifre. Podešavanje broja telefona vrši se posredstvom softvera SUNCE. Pored poziva u kome učestvuju dva operatera omogućena je i konferencijska veza u koju svi telefoni u mreži službene veze mogu biti uključeni korišćenjem rezervisanog telefonskog broja 00. Modul službene veze ima ugrađenu funkciju zaštite od blokiranja kanala, koja obezbeđuje da se, u slučajevima kada slušalica nije ispravno spuštена posle završetka razgovora, veza prekine posle određenog perioda neaktivnosti.

Predrag Mićović, IRITEL AD, Batajnički put 23, 11080 Beograd, Srbija (telefon: 381-11-3073455; e-mail: micovic@iritel.com)

Petar Knežević, IRITEL AD, Batajnički put 23, 11080 Beograd, Srbija (telefon 381-11-3073456, e-mail: petar@iritel.com)

Miroslav Ilić, IRITEL AD, Batajnički put 3, 111080 Beograd, Srbija (telefon 381-11-3073456, e-mail: miroslav@iritel.com)

Dragan Katanić, IRITEL AD, Batajnički put 3, 111080 Beograd, Srbija (telefon 381-11-3073442, e-mail: dragank@iritel.com)

Saša Crnobrnja, IRITEL AD, Batajnički put 3, 111080 Beograd, Srbija (telefon 381-11-3073442, e-mail: salec@iritel.com)

Centralni deo na Sl.1 zauzima matrica prospajanja bajtova upravljanja i službene veze. Ova matrica može prosleđivati bajtove službene veze između proizvoljnog porta uređaja i modula službene veze. Takođe, ona može prosleđivati bajtove službene veze direktno između portova uređaja što je, kako će biti opisano u narednim poglavljima, takođe funkcionalnost koja se koristi pri uspostavljanju kanala službene veze. Matrica prospajanja takođe može prosleđivati bajtove upravljanja između mikrokontrolera i proizvoljnog porta koji nosi bajtove upravljanja (SDH, V-11 ili E1 porta namenjenog upravljanju), ili između dva proizvoljna porta koji nose bajtove upravljanja.

Matrica prospajanja bajtova upravljanja i službene veze i modul službene veze implementirani su u FPGA čipu i konfigurisani su od strane procesora. Sam FPGA čip i procesor locirani su na upravljačkoj OTS jedinici uređaja ODS2G5 i OTS622 IRITEL.

III. REALIZACIJA SLUŽBENE VEZE U MREŽI PROIZVOLJNE TOPOLOGIJE

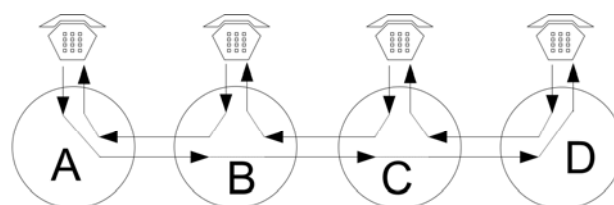
A. Mreža linearne topologije

Primer konfiguracije službene veze u mreži složene topologije prikazan je na Sl. 2. Na Sl.2 uređaji su predstavljeni krugovima, u kojima je prikazan smer prosleđivanja bajtova službene veze u matrici prospajanja opisanoj u prethodnom odeljku. Matrice prospajanja konfigurisane su tako da su svi moduli službene veze povezani u jednu zatvorenu jednosmernu konturu. Time je omogućeno uspostavljanje veze između korisnika koji se nalaze između proizvoljna dva uređaja u mreži ili konferencijske veze. Kontura službene veze je jednosmerna, pa u toku razgovora dva korisnika signal u jednom smeru prolazi kroz jedan deo konture, a u drugom smeru kroz drugi deo konture. Na Sl. 2a prikazan je način formiranja konture službene veze u mreži linearne topologije.

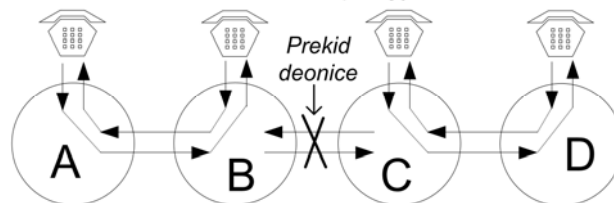
U slučaju prekida, deonica se automatski isključuje iz konture službene veze. Na Sl. 2b, ilustrovan je slučaj prekida deonice između uređaja B i C, i podele mreže na dve odvojene mreže, u tim odvojenim mrežama formirane su dve nove konture službene veze u okviru kojih je moguće vršiti pozive.

B. Mreža topologije prstena

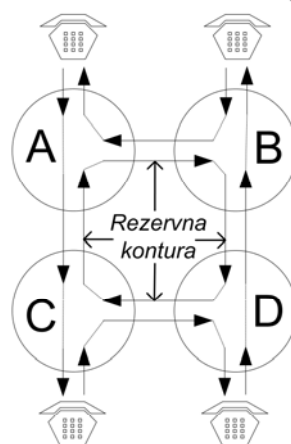
U slučaju postojanja zatvorenih kontura tj. prstenova u mreži se, pored konture koja propušta signal službene veze, pojavljuje i dodatna kontura koja je na Sl. 2c. označena kao rezervna kontura. Ova kontura u ispravnom stanju mreže ne nosi signal službene veze, ali će u slučaju kvara predstavljati alternativni put za signal službene veze. U primeru kvara u prstenu prikazanog na Sl. 2d, prekinuta deonica između uređaja B i D automatski je isključena iz konture službene veze, lokalnom akcijom u uređajima B i D. Novonastala kontura i dalje obuhvata blokove službenih veza svih uređaja u mreži i omogućava razgovor između operatera u mreži.



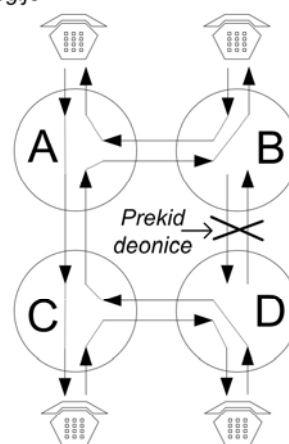
a) Kontura službene veze u mreži linearne topologije



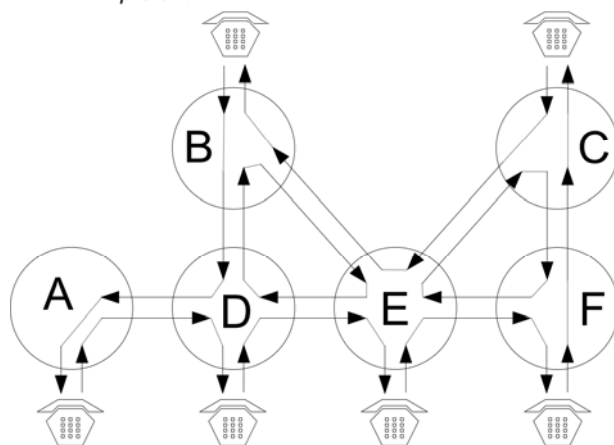
b) Prekid deonice u mreži linearne topologije



c) Kontura službene veze u prstenu



d) Prekid deonice u prstenu



e) Kontura službene veze u mreži složene topologije

Sl. 2 Realizacija službene veze u mreži

C. Mreža složene topologije

Kao i u specijalnim slučajevima mreže linearne topologije i mreže topologije prstena, u mreži složene topologije formira se zatvorena, jednosmerna kontura službene veze koja obuhvata module službenih veza svih uređaja u mreži (Sl. 2e). Pri formiranju ove konture, potrebno je obratiti pažnju na ispravno formiranje rezervnih kontura u prstenu koji postoje u mreži složene topologije. Opis postupka nalaženja prstenova u mreži složene topologije i formiranja konture službene veze korišćenjem softvera SUNCE opisan je u odeljku IV.

D. Realizacija konferencijske veze

Pored razgovora između dva korisnika u mreži, službena veza omogućava i formiranje konferencijske veze, u kojoj učestvuje proizvoljan broj korisnika koji se mogu u proizvoljnim trenucima uključivati u konferencijsku vezu i isključivati iz nje. Formiranje konferencijske veze započinje jedan korisnik okretanjem broja 00. Potom svim korisnicima u mreži zvone telefoni i oni se, odmah po podizanju slušalice, uključuju u konferencijski razgovor.

E. Pouzdanost službene veze u slučaju kvara

U slučaju kvara na SDH trasi, ta trasa biće isključena iz konture službene veze, dok se u slučaju kvara uređaja, taj uređaj i sve SDH trase povezane na taj uređaj isključuju iz konture službene veze. Ovo isključivanje vrši se automatski, po detekciji alarma prekida optičkog vlakna ili alarma prekida optičkog vlakna na daljem kraju veze. Po izvršenoj rekonfiguraciji, službena veza će koristiti sve ispravne deonice u mreži i omogućiti povezanost između blokova službenih veza dva uređaja dok god postoji bar jedna ispravna putanja između tih uređaja. Na ovaj način ispunjeni su najstrožiji zahtevi za raspoloživost veze, uzimajući u obzir da se izbacivanje pokvarenih deonica vrši veoma brzo, lokalnom akcijom u uređaju neposredno po detekciji alarma.

IV. KONFIGURISANJE SLUŽBENE VEZE KORIŠĆENJEM SOFTVERA SUNCE

Softver SUNCE omogućava upravljanje mrežom uređaja IRITEL. U okviru komponente softvera SUNCE za upravljanje SDH uređajima ODS2G5 i OTS622 IRITEL, za konfigurisanje kanala službene veze koristi se forma prikazana na Sl. 3.

Interfejs	Aktivan	Bajt zaglavlja	Prsten	Zaštita	Ulazni	Povezan sa jedinicom	Povezan sa interfejsom
						Jednica #1	SDH #2
FR01 SDH#1 (OTS)	Da	E1	Da	Da	Ne	1	2
FR01 SDH#2 (OTS)	Da	E1	Da	Da	Da	1	1
N/A	Ne	E1	Ne	Da	Ne	1	3
N/A	Ne	E1	Ne	Da	Ne	1	4
FR02 SDH#1 (S4ADM)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	2	1
FR02 SDH#2 (S4ADM)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	2	2
N/A	Ne	E1	Ne	Da	Ne	2	3
N/A	Ne	E1	Ne	Da	Ne	2	4
FR03 SDH#1 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	3	1
FR03 SDH#2 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	3	2
FR03 SDH#3 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	3	3
FR03 SDH#4 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	3	4
FR04 SDH#1 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	4	1
FR04 SDH#2 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	4	2
FR04 SDH#3 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	4	3
FR04 SDH#4 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	4	4
FR05 SDH#1 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	5	1
FR05 SDH#2 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	5	2
FR05 SDH#3 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	5	3
FR05 SDH#4 (S4L)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	5	4
FR06 SDH#1 (S4ADM)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	6	1
FR06 SDH#2 (S4ADM)	Ne	E1	Ne	Da	Ne	6	2
N/A	Ne	E1	Ne	Da	Ne	6	3
N/A	Ne	E1	Ne	Da	Ne	6	4

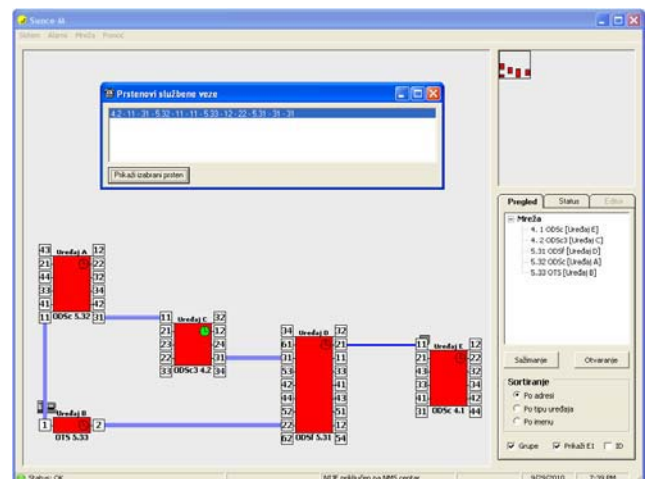
Sl. 3. Forma za konfigurisanje kanala službene veze uređaja ODS2G5 i OTS622 IRITEL

Na formi prikazanoj na Sl. 3, za svaki SDH port moguće je konfigurisati da li kroz njega prolazi kontura službene veze, koji bajt zaglavlja SDH rama se koristi za prenos signala službene veze (E1, F1 ili E2), kao i da li posmatrani SDH port pripada prstenu. Pri konfigurisanju konture službene veze, softveru je potrebno naznačiti koji

portovi pripadaju kom prstenu. Na formi prikazanoj na Sl.3, u tabeli je za svaki port koji pripada nekom prstenu, korišćenjem poslednje dve kolone, moguće definisati sa kojim portom je povezan u prstenu. Za prsten operator može odabrati smer obilaska, i na osnovu tog smera, port na koji se nailazi pri obilasku prstena potrebno je označiti kao ulazni, a port iz koga se pri obilasku prstena izlazi iz uređaja kao izlazni. Na osnovu informacije koji je port ulazni, a koji izlazni softver može pravilno konfigurisati konturu službene veze i rezervnu konturu prstena. Korišćenjem dugmeta „Konfiguriraj parnjaka”, softver na osnovu konfiguracije jednog porta u prstenu automatski konfigurirše drugi port.

Softver SUNCE takođe ima mogućnost pronalazjenja prstenova u mreži složene topologije. Forma za proračun prstenova u mreži deo je sloja upravljanja mrežom softvera SUNCE. Na Sl. 4 prikazana je forma za proračun prstenova i mrežna forma softvera SUNCE. Na prikazu topologije mreže su svetlijom bojom i debljom linijom naznačene SDH deonice koje čine trenutno izabrani prsten na formi za proračun prstenova. U mreži jednostavne topologije prikazane na Sl. 4 postoji samo jedan prsten, i jedina SDH deonica koja ne pripada tom prstenu je deonica između uređaja D i E, lociranih na desnom kraju mreže. U slučaju mreže složenije topologije, na formi za proračun prstenova u mreži biće prikazana odgovarajuća kombinacija prstenova.

Pored navedenih podešavanja, na posebnoj formi softvera SUNCE moguće je zadati i broj službene veze posmatranog uređaja.



Sl. 4. Forma za proračun prstenova službene veze i prikaz izabranog prstena na mrežnoj formi softvera SUNCE

V. KAŠNENJE SIGNALA U KONTURI SLUŽBENE VEZE

Prolazak službene veze kroz sve deonice mreže otvara pitanje kašnjenja signala uzrokovanog vremenom propagacije kroz optička vlakna i uređaje u mreži. Kašnjenje signala kroz uređaj ako telefon priključen na uređaj učestvuje u službenoj vezi, t_a , iznosi do $375\mu s$, odnosno $t_b = 250\mu s$ ako signal samo prolazi kroz uređaj. U primeru možemo uzeti da su deonice dužine $100km$, i optičkom signalu je potrebno približno $t_c = 500\mu s$ da prođe kroz jednu deonicu. Broj čvorova i ukupna dužina deonica

zavisi od topologije mreže i broja prstenova službene veze u mreži. U mreži bez prstenova imaćemo n uređaja i $n-1$ deonica. Najduže vreme ukupnog kašnjenja u konturi službene veze t_u je kada svi uređaji učestvuju u konferencijskoj vezi, jer je tada kašnjenje kroz svaki uređaj najveće, odnosno t_a . Signal službene veze prolazi kroz sve uređaje $2 \cdot (n-1)$ puta, i to, u slučaju kada svi uređaji učestvuju u konferencijskoj vezi, n puta kroz module službene veze i $n-2$ puta u propuštanju. Signal prolazi i dva puta kroz sve deonice, pa je maksimalno ukupno kašnjenje u konturi službene veze:

$$t_u = t_a \cdot n + t_b \cdot (n-2) + 2 \cdot t_c \cdot (n-1) \quad (1)$$

Ako postavimo uslov da je dozvoljeno kašnjenje signala zbog propagacije manje od $250ms$, iz (1) sledi da je u mreži moguće imati do 154 uređaja. U mreži u kojoj ima prstenova, kontura službene veze će u ispravnom stanju mreže uobičajeno biti kraća jer kroz deonice prstena prolazi samo u jednom smeru (Sl. 2), dok se u slučaju prekida prstenova problem svodi na razmotreni slučaj mreže bez prstenova.

VI. POREĐENJE SA REŠENJEM KORIŠĆENJEM VOIP-A

SDH mreže sadrže ugrađenu IP mrežu čiji su kanali, poput kanala koji nose signale službene veze, ugrađeni u zaglavlje SDH signala. U ovoj mreži moguće je za komunikaciju koristiti VoIP protokole. Protokoli za uspostavu veze, kao što su SIP i H.323 imaju mogućnost direktne uspostave veze između učesnika u razgovoru. U kombinaciji sa upotrebom dinamičkih protokola rutiranja kao što je OSPF, VoIP veza će raditi sve dok postoji bar jedan put između krajnjih tačaka veze.

Mogućnost razgovora sve dok postoji bar jedan put između učesnika u vezi je osobina i predstavljenog rešenja službene veze korišćenjem konture službene veze. Prednost rešenja službene veze je brzina rekonfiguracije u slučaju kvara: akcije rekonfiguracije dešavaju se lokalno, u uređajima koji su detektovali prekid. Sa druge strane, za rekonfiguraciju u IP mreži potrebno je da ruteri razmene informacije o promeni topologije, i vreme konvergencije mreže može biti značajno duže od vremena rekonfigurisanja konture službene veze.

Korišćenje VoIP službene veze omogućava veći broj nezavisnih razgovora u mreži, za razliku od opisanog rešenja koje omogućava da u jednom trenutku u mreži postoji uspostavljena jedna službena veza između dva učesnika ili jedna konferencijska službena veza. Broj službenih veza u slučaju korišćenja VoIP-a ograničen je brzinom IP kanala u zaglavlju SDH rama, za koju je po standardu moguće koristiti bajtove D1-D3 iz zaglavlja regeneratorske sekcije i D4-D12 iz zaglavlja multipleksne sekcije čime je moguće postići brzinu kanala do 768kbit/s. Ako se bajtovi E1, F1 i E2 ne koriste za službenu vezu, i ako se upotrebe za proširenje kapaciteta IP kanala, brzinu IP kanala moguće je povećati za dodatnih 192 kbit/s. Pri korišćenju VoIP službene veze, bitno je voditi računa da VoIP saobraćaj ne ugrozi ostali saobraćaj koji se prenosi IP kanalima, u koji spada i saobraćaj namenjen upravljanju SDH mrežom. Takođe, prosleđivanje paketa vrši se procesorski, što treba uzeti u obzir pri predviđanju ukupnog opterećenja procesora uređaja. Obrada i prosleđivanje IP paketa kao i protokoli za uspostavu VoIP

veze i prenosa govornog signala korišćenjem VoIP protokola su složeniji u odnosu na formiranje konture službene veze, pa samim tim nose i veću mogućnost kvarova u sistemu. Složenost sistema službene veze u slučaju korišćenja VoIP-a je dodatno povećana pošto prosleđivanje IP paketa kroz mrežu zavisi i od drugih komponenti sistema, kao što je softver koji izvršava dinamičke protokole rutiranja u IP mreži.

VII. ZAKLJUČAK

Implementacija službene veze na uređajima ODS2G5 i OTS622 IRITEL zasniva se na korišćenju konture službene veze koja obuhvata sve uređaje u mreži. Ovo rešenje omogućava lokalizovanu i brzu reakciju na kvarove. Takođe, prikazana realizacija odlikuje se jednostavnošću implementacije, koja sa sobom nosi manju verovatnoću greške u implementaciji sa jedne strane, a štedi procesorske resurse uređaja sa druge strane. Brza reakcija na kvarove i povećana pouzdanost sistema su važne osobine u transportnim mrežama visoke raspoloživosti.

ZAHVALNICA

Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije delimično je finansiralo rad na projektu TR-11036 „Multiservisna SDH/Ethernet/CWDM/OADM platforma za prenos 2,5Gbps/1000baseT/X saobraćaja”.

LITERATURA

- [1] ITU-T preporuka G.707/Y.1322, “Network node interface for the Synchronous Digital Hierarchy (SDH)”, 01/2007, Available: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.707-200701-1/en>
- [2] ITU-T preporuka G.707/Y.1322, “Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies”, 06/1990, Available: <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-1/en>
- [3] „ODS2G5 Tehnička dokumentacija”, IRITEL, 2010
- [4] „OTS622 Tehnička dokumentacija”, IRITEL, 2010
- [5] „SUNCE uputstvo za korisnika”, IRITEL, 2010
- [6] ITU-T preporuka H.323, “Packet-based multimedia communications systems”, 12/2009, Available: <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323-200912-1/en>
- [7] Rosenberg, J., Schulzrinne, H., Camarillo, G., Johnston, A., Peterson, J., Sparks, R., Handley, M., Schooler, E., “SIP: Session Initiation Protocol”, RFC 3261, June 2002, Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>

ABSTRACT

This paper describes implementation of order wire functionality of NG-SDH devices ODS2G5 and OTS622 IRITEL. Paper also describes functioning of order wire in networks with arbitrary topologies, as well as configuration of orderwire functionality by using network management software SUNCE. The paper compares presented solution for order wire functionality with solutions which use VoIP. The paper shows that presented solution provides fast reaction to network failures, while keeping simple implementation.

IMPLEMENTATION OF ORDER WIRE FUNCTIONALITY IN IRITEL NG-SDH DEVICES

Predrag Mićović, Petar Knežević, Miroslav Ilić, Dragan Katanić, Saša Crnobrnja