

# Jedno rešenje alokacije telefonskih priključaka VoIP serverom

Mladen Stanković<sup>1</sup>, Nenad Kojić<sup>2</sup>, Marija Zajeganović-Ivančić<sup>3</sup>

**Sadržaj** — Imajući u vidu realne probleme u razvoju telekomunikacione mreže u ruralnim oblastima i potrebe korisnika za fiksnim telefonskim priključcima, nameće se potreba za rešavanjem problema mogućeg izmeštanja određenog broja telefonskih parica sa lokacije na kojoj oni fizički postoje na lokaciju koja nema tehničkih mogućnosti za iste. U ovom radu predložiće se jedno takvo rešenje koje je bazirano na VoIP serveru koje ima za cilje izmeštanje tri analogna telefonska priključka. Posebna pažnja posvetiće se traženju rešenja koje je tehnički lako realizovati uz što nižu jednokratnu cenu za korisnika. Pored toga rešenje će omogućiti da se određeni priključci mogu koristiti i za analogne telefonske aparate.

**Ključne reči** — analogni telefonski uređaj, VoIP server, telefonski priključak, udaljeni pristup.

## I. UVOD

SAVREMENO društvo je u poslednjih nekoliko decenija pomerilo granice očekivanja i tehničkih potreba krajnjih korisnika. Svakodnevne potrebe zahtevaju sve sofisticiranije sisteme i servise koji treba da ponude kvalitetnije i interesantnije sadržaje. Međutim, pored svih novih servisa, jedan od najtradicionalnijih je još uvek zastupljen u svakodnevnom životu - fiksni telefon.

Iako je komunikaciona mreža višestruko povećala kapacitete prenosa, a pored toga su uvedene mnoge tehnologije udaljenog i bežičnog pristupa, u našoj zemlji postoji veliki broj korisnika koji nemaju, a potražuju, fiksni telefonski priključak [1].

Prema podacima RATEL-a, u odnosu na strukturu prihoda za 2009. prihod od fiksne telefonije je na drugom mestu, neposredno posle prihoda od mobilne [2]. Iako je učinak ovog prihoda sa čak 28,95%, nova ulaganja u proširenje mreže ne mogu da isprate sve potrebe korisnika u našoj zemlji [2]. Prema [3], broj korisnika fiksne telefonije, na 100 stanovnika, se kreće u intervalu od 30-40. Međutim, bez obzira na statistiku, prostorna raspodela ovog broja korisnika je vrlo neujednačena.

Na žalost, topologija terena, uz demografsku strukturu stanovništva Srbije [4], uslovljava veliki broj ruralnih oblasti. Pored ovih često se javljaju i fizička ograničenja u prostiranju signala što stanovnicima ruralnih oblasti još

više otežava komunikaciju. Ovi problemi su bazirani na realnim činjenicama neisplativosti i tehničkih ograničenja u postavljanju komunikacione mreže.

Iako je prihod od fiksnih telefonskih usluga, od saobraćaja na teritoriji Republike Srbije, u 2008. bio za 2% veći od istog u 2007. godini, realizovane investicije u toku 2008. su 44% manje od istih za period 2007. [1]. I pored svih probleme, penetracija u 2008. i 2009. godini, je preko 41%, što je iznad proseka u regionu [2].

Svi ovi podaci jasno ukazuju na potrebe korisnika i za potrebu za traženje alternativnih rešenja za omogućavanje telefonskog priključka, sve dok se eventualno na dostigne neko od standardizovanih tehničkih rešenja.

Pored ruralnih oblasti, postoji i veliki broj zahteva za fiksnim telefonskim priključkom i u oblastima guste naseljenosti u gradovima. Prema [1, 3], postoji preko 300 hiljada zahteva za novim telefonskim linijama. Realne situacije na terenu su takve da postoje oblasti u kojima postoje slobodni telefonski priključci, ali nema velikog interesovanja i obratno.

Cilj ovog rada je da se kreira jedno rešenje kojim će se određen broj slobodnih telefonskih priključaka, na mestu gde postoje slobodne telefonske parice, izmesti na udaljenu lokaciju na kojoj ne postoje tehnički uslovi za iste. Nepostojanje tehničkih uslova može da se odnosi na nepostojanje fiksne telefonske mreže, ograničenje lokalne telefonske centrale ili slobodne kapacitete iste, nepostojanje CDMA predajnika ili nepokrivenost signalom mobilne telefonske mreže. U takvim uslovima, potrebno je realizovati sistem koji može da omogući fiksni telefonski priključak dobijen izmeštanjem postojećeg sa jedne na drugu fizičku lokaciju. Imajući u vidu da ovakva rešenja nisu sistemski, nego personalna, način realizacije komunikacije dve lokacije mora biti bežičnim putem.

U ovom radu predstaviće se jedno rešenje kojim se tri telefonska analogna broja sa lokacije A, na kojoj oni fizički postoje, bežičnim putem izmeštaju na lokaciju B, koja inicijalno nema tehničkih mogućnosti za drugim vidom realizacije. Poseban akcenat u radu stavljen je na mogućnost da se na lokaciji B, pored ispravne komutacije omogući i priključak za analogni telefon.

Rad je organizovan kroz četiri poglavlja. Nakon uvodnih napomena u drugom poglavlju data je struktura predloženog sistema. Funkcionalnosti i karakteristike pojedinih komponenata sistema obrađene su u trećem poglavlju. Rezultati testiranja sa karakterističnim parametrima sistema dati su u četvrtom poglavlju. Na kraju su date dalje smernice za razvoj sistema i literatura.

<sup>1</sup>Mladen M. Stanković, Telekom Srbija a.d. Bulevar umetnosti 16a, Beograd, IJ Valjevo, telefon : 381-64-6511229; E-mail: [mladenstan@telekom.rs](mailto:mladenstan@telekom.rs).

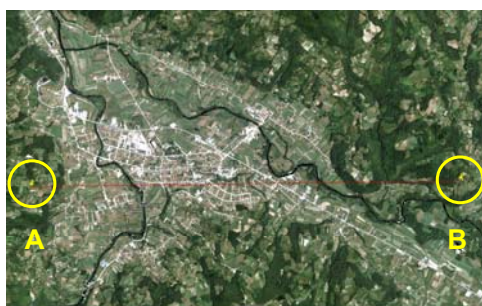
<sup>2</sup>Nenad S. Kojić, <sup>3</sup>Marija B. Zajeganović-Ivančić, Visoka škola strukovnih studija za informacione i komunikacione tehnologije, Zdravka Čelara 16, 11000 Belgrade; E-mail: [nenad.kojic@ict.edu.rs](mailto:nenad.kojic@ict.edu.rs) [marija.zajeganovic@ict.edu.rs](mailto:marija.zajeganovic@ict.edu.rs).

## II. MODEL PREDLOŽENOG REŠENJA

Shodno potrebama korisnika za fiksnim telefonskim priključcima, ali i mogućnostima telefonske mreže, u Srbiji postoji nekoliko alternativnih rešenja za ovaj problem. Mogućnost ostvarivanja bežičnog fiksnog priključka uz pomoć CDMA (*Code division multiple access*) tehnologije je svakako jedno od njih [5, 6]. Međutim, ova tehnologija zahteva postavljanje specijalizovanih predajnika, koji na žalost još uvek ne pokrivaju sve oblasti u kojima postoji potreba za telefonskim linijama.

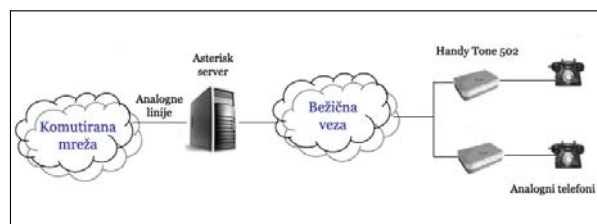
Telekom Srbije je ponudio i opciju CLL (*Cellular Local Loop*) tehnologije. CLL tehnologija podrazumeva obezbeđivanje fiksnog telefonskog priključka bežičnim pristupom, putem GSM mobilne mreže [7]. Ovaj tehnologija je dala dobre rezultate, ali zavisi od pokrivenosti signala mobilne mreže.

U slučaju da ni jedna od ponuđenih opcija nije dostupna, ostaje mogućnost da se postojeći telefonski priključci fizički izmeste na udaljenu lokaciju od interesa. Jedna realizacija ovakvog sistema je predložena u ovom radu. Za potrebe ove realizacije, početno stanje je lokacija A (Arilje) na kojoj se nalaze 3 slobodne analogne telefonske linije. Krajnje odredište je lokacija B (okolina Arilja) koje je udaljeno od lokacije A oko 5,5 km, sl. 1. Pretpostavka je da na lokaciji B ne postoje tehnički uslovi za dobijanje slobodnih telefonskih linija.



Sl. 1. Geografska pozicija lokacija A i B na realnoj mapi grada Arilja (*earth.google.com*)

Cilj je bežičnim putem od lokacije A do lokacije B preneti signal korisnika na nivou Internet protokola. Zbog potrebe za više telefonskih linija, na strani A mora da se obezbedi hardverko-sofverska podrška, kao i digitalno analogna konverzija na strani B.

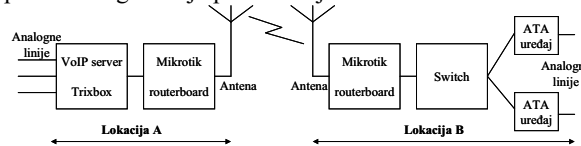


Sl. 2. Blok šema predloženog rešenja

Pored toga, potrebno je rešiti problem komutacije između lokacije A i B, kako bi se regularno odvijala željena komunikacija. U tu svrhu predloženo rešenje je

predstavljeno blok šemom na sl. 2.

Komutirana mreža predstavlja mrežni završetak postojeće infrastrukture za fiksnu telefoniju. Tri slobodne telefonske linije na lokaciji A se dovode na Asterisk server [8, 9]. Ovaj server predstavlja jedno rešenje VoIP servera [8]. Izlaz servera, UTP kablom, se vodi na bežični predajnik. Bežičnom vezom do prijemnika, ostvaruje se komunikacija lokacije A i lokacije B. S obzirom da je komunikacija do tačke B na nivou digitalnog prenosa, a da je inicijalni cilj dobijanja analogne telefonske linije, na lokaciji B se dodatno mora realizovati digitalno-analogna konverzija. U slučaju da se na lokaciji B koriste SIP telefoni, postupak konverzije je nepotreban. Za potrebe konverzije iskorišćen je analogni telefonski adapter. Funkcija kontrole rutiranja poziva, sa analognih linija lokacije A na analogne telefonske aparate na lokaciji B, poverena je VoIP serveru. Detaljnija blok šema predloženog rešenja prikazana je na sl. 3.



Sl. 3. Detaljnija blok šema predloženog rešenja

Predloženo rešenje je fizički implementirano na lokaciji grada Arilja. Cena ovakvog rešenja je oko 1000 Eur-a, i za isti iznos se može povećati do 4 analogne linije. Ova cena se može posmatrati kao ulaganje u infrastrukturu. Svako dalje povećanje po korisniku iznosi oko 150 EUR-a, što je slična cena i za Telekomov CLL, kada za to postoje tehnički uslovi.

## III. KARAKTERISTIKE KOMPONENTI SISTEMA

### A. Asterisk VoIP server

Prva komponenta sistema je VoIP server. Za ovu svrhu izabran je Asterisk server sa specijalizovanim softverom Tribox [8-10]. Asterisk omogućava komunikaciju u realnom vremenu između PSTN (*Public Switched Telephone Network*) i VoIP mreža [11, 12]. Tribox softver je open source rešenje i radi po operativnim sistemom Linux [10]. Pristup Asterisk serveru je realizovan preko web interfejsa Tribox paketa i kroz njega su podešeni svi korišćeni SIP nalozi. Kompletan softver je instaliran na računaru, čije karakteristike su date u Tabeli 1, i na taj način je dobijena konačna verzija korišćenog Asterisk VoIP servera koji ima višefunkcijsku PBX (*private branch exchange*) namenu.

TABELA 1: KONFIGURACIJA RAČUNARA KORIŠĆENOG ZA REALIZACIJU VOIP SERVERA.

Komponenta	Model
Matična ploča	Asus G31
Procesor	Intel DualCore E6500 2.93GHz
Grafička karta	Ati Radeon HD4650 1GB
Memorija	Kingston DDR2 2GB 800MHz CL6
Hard disk	500 GB SATA II 7200 rpm

Neke od funkcionalnosti Asterisk-a su [8, 9]:

- Povezivanje više lokacija u privatnu mrežu ili komunikacija putem Interneta
- Snimanje glasovnih poruka i obaveštavanje preko maila
- Pravljenje IVR (*Interactive Voice Response*) interaktivnih menija gde korisnik izbor vrši preko tastature telefona
- Povezivanje korisnika putem VPN (*Virtual Private Network*)
- Poziv na čekanju, blokiranje neželjenih poziva, preusmeravanje poziva itd.

#### B. Interfejs na VoIP serveru za telefonske linije

Prihvatanje polaznih telefonskih linija na lokaciji A i njihova veza sa Asterisk VoIP serverom je realizovana pomoću kartice tipa TDM400p. Ova analogna kartica služi za prihvatanje analognih linija. Njena najveća prednost je njena modularnost. Kartica može imati dva modula:

- FXO (*Foreign Exchange Station*) ili
- FXS (*Foreign Exchange Office*).

Razlika između FXO i FXS kanala je u kraju konekcije koji generiše ton slobodnog biranja. FXO portovi ne generišu ton slobodnog biranja nego ga prihvataju.

- FXS modul omogućava analognoj kartici serije 410 da inicijalizuje poziv i proizvodi napon zvona ka FXO uređaju što je u ovom slučaju analogni telefon.

-FXO modul omogućava povezivanje analognih telefonskih linija (*POTS – Plain Old Telephone Service*) na karticu serije 410.

Svaka konfiguracija kartice može se sastojati od jednog do četiri FXS ili FXO modula. Za potrebe ovog rada korišćena su tri FXO modula.

#### C. Bežična komunikacija

Prenos signala od lokacije A do lokacije B realizovan je bežičnim putem. Ova komunikacija realizovana je primenom MikroTik routerboard-a verzije 411, čije su osnovne karakteristike date u Tabeli 2.

TABELA 2: SPECIFIKACIJA MIKROTIK ROUTERBOARD 411 .

Komponenta	Model
Brzina procesora	300 MHz
Količina rama	32 MB
Arhitektura	MIPS-BE
MiniPCI	1
Napajanje POE	10-28V
Radna temperatura	od -30°C do +60°C
Licenca	Nivo 3

MikroTik softver se razlikuje po svojim licencama koje koristi, tj. po nivoima istih, kojih ukupno ima 6 [13]. Nivoi licence 4 i 5 uglavnom se koriste kod WISP provajdera za wireless pristup čime se vrši limitacija na od 200-500 aktivnih HotSpot sesija, EoIP tunela, firewall pravila itd. dok je nivo 6 ili *Controller licenca* neograničena po pitanju limita i koristi se kod *Core Network* sistema.

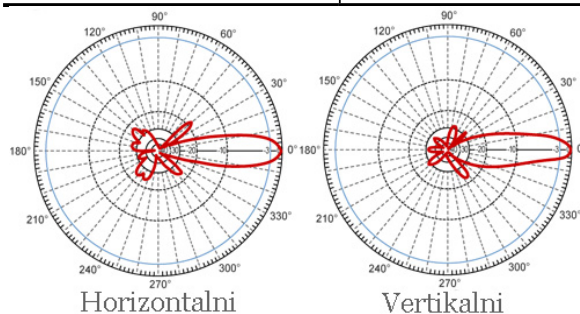
Za potrebe ovog rada, i u tački A i u tački B korišćen je MikroTik routerboard 411 sa nivoom 4.

#### D. Antena

Na predajnoj i prijemnoj strani korišćena je grid antena proizvođača Hyperlink koja radi na 5.8 GHz sa 22 dBi. Specifikacija ove antene data je u Tabeli 3, dok je dijagram zračenja dat na slici 3.

TABELA 3: SPECIFIKACIJA GRID ANTENE .

Karakteristika	Vrednost
Radna frekvencija	5725-5850 MHz
Dobit	22 dBi
Polarizacija	Horiz. ili vertikalna
Ugao horizontalnog zračenja	10°
Ugao vertikalnog zračenja	13°
Impedansa	50 Ohm
Maksimalna ulazna snaga	100 W
Radna temperatura	od -40°C do +85°C



Sl. 3. Horizontalni i vertikalni ugao zračenja antene

Veza i prilagođenje MikroTik routerboard sa antenom izvršeno je posredstvom *wireless PCI* kartice *Wistron CM9 Mini*. Deo specifikacije ove kartice dat je u Tabeli 4.

TABELA 4: SPECIFIKACIJA WISTRON CM9 MINI KARTICE.

Funkcije	Opis
Čipset	Atheros 5004 čipset
Vrsta modulacije	802.11b/g DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK) OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)
Podržani kanali	802.11a OFDM(BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM) 802.11b/g US/Canada: 11 (1 ~ 11) Major European country: 13 (1 ~ 13)

#### E. Analogni telefonski adapter

*Grandstream Handytone 502* je ATA (*Analog Telephony Adapter*) uređaj koji se koristi za povezivanje dva analogna telefonska aparata na digitalnu telefonsku mrežu. ATA se povezuje direktno na VoIP server tako da nije potreban dodatni računar ili softver. Vrlo je pogodan za prelasku sa analogne telefonije na VoIP jer se mogu zadržati postojeći telefoni. Posедуje dva RJ 45 porta: jedan za WAN a drugi za LAN vezu.

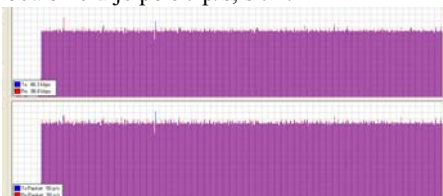
Za potrebe ovog rada veza VoIP servera sa ATA uređajem je preko WAN porta. Dodatna dva RJ 11 porta omogućavaju povezivanje analognih telefona, to jest dva FXS porta. Kompletna komunikacija sa VoIP serverom realizovana je posredstvom SIP (*Session Initiation Protocol*) protocol.

#### IV. REZULTATI MERENJA

Predloženo rešenje je kompletno fizički i realizovano na lokaciji grada Arilja. Sva merenja vršena su u realnim uslovima na terenu i u različitim fazama opterećenja bežične veze za slučaj aktiviranja jednog, dva ili sva tri telefonska priključka. Shodno performansama sistema, ovaj sistem je testiran i kroz prenos video signala u različitim vrstama kompresije.

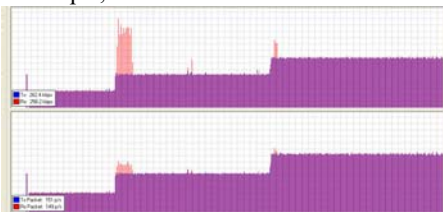
Sva merenja vršena su na najkritičnijoj tački sistema - bežičnom linku. Dijagrami protoka podataka u funkciji vremena snimljeni su na MikroTIK ruterboard-u, na predajnoj strani, lokacija A, upotrebom specijalizovanog softvera Winbox [13].

Prvi slučaj analizira opterećenje bežičnog linka u slučaju kada je aktivna jedna, od tri, telefonske linije. Za ovaj slučaj protok pri slanju podataka je 86.3 kbps, dok je protok pri prijemu 86.8 kbps. Broj poslanih i primljenih paketa u oba smera je po 50 p/s, sl. 4.



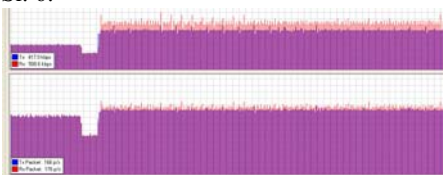
Sl. 4. Protok podataka u funkciji vremena na bežičnom linku za slučaj kada je aktivna samo jedna telefonska linija

Drugi slučaj analizira opterećenje bežičnog linka u slučaju kada su aktivne sve tri telefonske linije. Sve tri linije su iskorišćene za prenos glasa. Za ovaj slučaj protok pri slanju podataka je 262.4 kbps, dok je protok pri prijemu 258.2 kbps. Broj poslanih paketa je 151 dok je primljenih 149 p/s, Sl. 5.



Sl. 5. Protok podataka u funkciji vremena na bežičnom linku za slučaj kada su aktivne sve tri telefonske linije.

Treći slučaj analizira opterećenje kada su aktivne sve tri telefonske linije i to dve se koriste za prenos glasa, dok se trećom linijom prenosi video signal. Kompresija video signala u ovom slučaju je H263+. Za ovaj slučaj protok pri slanju podataka je 417.0 kbps, dok je protok pri prijemu 508.6 kbps. Broj poslanih paketa je 166 dok je primljenih 176 p/s, Sl. 6.



Sl. 6. Protok podataka u funkciji vremena na bežičnom linku za slučaj kada su aktivne sve tri telefonske linije od kojih se jednom prenosi video signal.

#### V. ZAKLJUČAK

U radu je predloženo jedno rešenje za rešavanje problema izmeštanja analognih telefonskih linija, u slučaju kada se ni jedna od postojećih tehnologija ne može primeniti zbog tehničkih ograničenja. Prikazan je detaljan sistem sa specifikacijom svih korišćenih komponenti. Dalji rad biće usmeren na dodatnom testiranju sistema i analiziranju mogućnosti za širokopojasni pristup.

#### LITERATURA

- [1] Pregled tržišta telekomunikacija u Republici Srbiji u 2008. godini, „Javne fiksne telekomunikacione mreže i usluge“, RATEL, [http://www.ratel.rs/upload/editor\\_files/File/Fiksna\\_telefonija\\_2008.pdf](http://www.ratel.rs/upload/editor_files/File/Fiksna_telefonija_2008.pdf).
- [2] Pregled tržišta telekomunikacija u Republici Srbiji u 2009. godini, RATEL, [http://www.ratel.rs/upload/documents/Pregled\\_trzista/Ratel%20Pregled%20trzista%202009.pdf](http://www.ratel.rs/upload/documents/Pregled_trzista/Ratel%20Pregled%20trzista%202009.pdf).
- [3] J. Radunović, Regulacija telekomunikacionog tržišta u Republici Srbiji, Telfor 2007, [http://www.ratel.rs/upload/documents/Pregled\\_trzista/Ratel%20Pregled%20trzista%202009.pdf](http://www.ratel.rs/upload/documents/Pregled_trzista/Ratel%20Pregled%20trzista%202009.pdf).
- [4] Republički zavod za statistiku, Republika Srbija, "Knjige rezultata popisa 2002.", <http://webrzs.stat.gov.rs/axd/popis.htm>.
- [5] J. S. Lee, L. E. Miller, *CDMA Systems Engineering Handbook*, Artech House Publishers 1998..
- [6] K. S. Zigangirov, *Theory of code division multiple access communication*, Vol. 6 of IEEE Press series on digital & mobile communication IEEE series on mobile & digital communication, Wiley-IEEE, 2004.
- [7] W. Webb, *Introduction to Wireless Local Loop*, Artech House Publishers, 2000.
- [8] J. Van Meggelen, L. Madsen, J. Smith, *Asterisk: The Future of Telephony*, O'Reilly Media, Inc.
- [9] F. E. Gonçalves, *Getting Started with Asterisk*, V.Office Networks, 2010.
- [10] B. Dempster, K. Garrison, *Trixbox Made Easy*, Packt Publishing 2006.
- [11] T. Wallingford, *Switching to VoIP*, O'Reilly Media, 2005.
- [12] L. Harte, *Introduction to IP Telephony*, Althos, 2006.
- [13] D. Burgess, *Learn RouterOS*, Lulu.com, 2009.

#### ABSTRACT

There are still many problems related with development of telecommunications networks in rural areas, especially in fixed-line telephone systems because of deficit number of existing wired pairs per customer and increasing customers need for telecommunications services. The engineers are working hard on finding possible solutions. One of them could be the relocation of some number of fixed-line telephone wired pairs from the place where they already exist, in a location that previously didn't have the technical capabilities for the same. In this paper, one such solution, based on using VoIP server, which purpose is relocation of the three analog telephone lines, is presented. Special attention will be paid to technical simplicity of its implementation with the lowest cost for the customer. In addition, the solution will confirm the possibility of using analog telephone devices.

#### One solution for fixed-line allocation by using VoIP server

Mladen Stanković, Nenad Kojić, Marija Zajeganović-Ivančić