

IMPLEMENTACIJA VOICE OVER IP (VOIP) SERVISIA BAZIRANOG NA SIP PROTOKOLU U OKVIRU KABLOVSKOG DISTRIBUTIVNOG SISTEMA

IMPLEMENTATION VOICE OVER IP (VOIP) SERVICES BASED ON SIP PROTOCOL ON THE CABLE DISTRIBUTION SYSTEM

Predrag Katanić, *Fakultet poslovne ekonomije Bijeljina*
Srdjan Damjanović, *Fakultet poslovne ekonomije Bijeljina*

Sadržaj – Konvergencija multimedijalnih servisa ka univerzalnom servisu baziranom IP tehnologiji dovela je do razvoja prelaznih rešenja i tehnologija koje bi omogućile kontinuitet postojećih servisa uz implementaciju novih tehnologija. U ovom radu je prikazan primjer implementacije govornih servisa baziranih na tehnologiji VoIP u postojećoj kablovskoj distributivnoj mreži.

Abstract - The convergence of multimedia services to universal service based on IP technology has led to the development of intermediate solutions and technologies that would enable continuity of existing services with the implementation of the new charting technology. This paper presents an example implementation of voice services based on VoIP technology into existing cable network

1. UVOD

Regulacijom tržišta telekomunikacija u BiH stvoren je prostora alternativnim operaterima da se aktivno uključe u tržišnu bitku i preuzimanje dijela tržišta telekomunikacija. U tom procesu veliki broj alternativnih operatera, zbog sporog procesa izgradnje telekomunikacione mreže, opredjeljuje je se za servise terminacije međunarodnih poziva u mreže dominantnih telekoma ili na servis predbroja i platne kartice. Rad kroz mrežu drugih operatera je često veoma ograničen i opterećen dodatnim troškovima zakupa instalacija. Mnogo povoljniju situaciju imaju postojeći kablovski operateri koji posjeduju izgrađenu infrastrukturu i pristup do krajnjih korisnika. Kroz postojeću instalacija operateri već pružaju servis CATV (kablovske televizije), a veoma često i servis širokopojasnog internet pristupa.

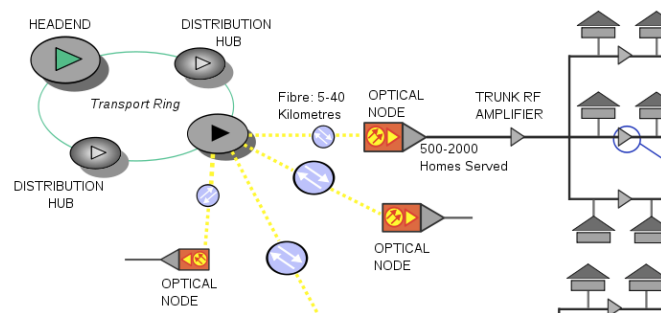
Implementacijom IP servisa i pružanje internet uslugu u okviru kablovske distributivne mreže stvoreni su veoma povoljni preduslovi za proširenje spektra usluga na govorne servise. Ovu pretpostvke kablovski operateri pokušavaju da iskoriste kao svoju prednost u odnosu na dominantne telekom operaterne, i svoje početne nedostatke pretvaraju u svoje glavne adute u tržišnoj utrci. Njihova ponuda postaje kompletnija i pored standardnih servisa *video broadcast* i *broadband* interneta, pružaju i servis prenosa glasa objedinjeni u *Triple Play* servis. Takođe, prenos glasa je baziran na novim tehnologijama VoIP koje pored klasičnog prenosa glasa pružaju i niz dodatnih usluga uz veliku fleksibilnost i funkcionalnost.

2. SPECIFIČNOSTI KABLOVSKOG DISTRIBUTIVNOG SISTEMA

Kablovski operateri svoje kablovske distributivne sisteme (KDS), grade upotrebom HFC (Hybrid Fiber-Coaxial) tehnologije gdje je core transportnog dijela mreže sačinjen od optičkih vodova, a pristup do zadnjeg korisnika je urađena koaksialnim vodovima.

Na slici broj 1 prikazana je blok šema opšteg modela HFC mreže. Svaki operater prilagođava ovaj model svojim uslovima na terenu, a koji uglavnom utiču na dužinu koaksialnih vodova i zavise od toga da li se mreža pruža u ruralnim ili urbanim područjima.

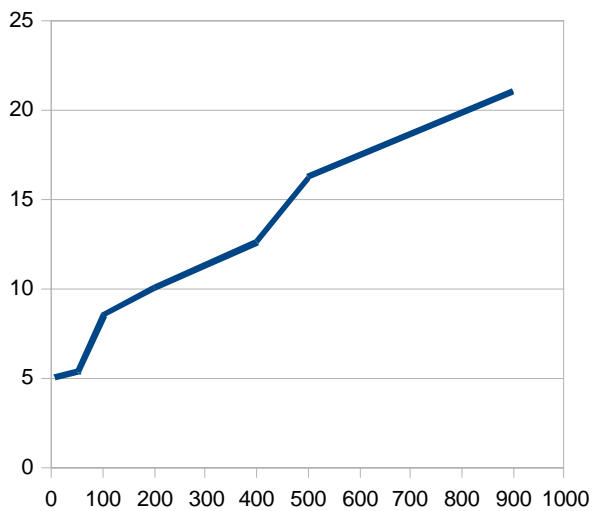
(Izvor Internet *Wikimedia Commons*)



Slika 1: HFC Mreža

Frekventni resurs kojim raspolažu kablovski operateri veoma je širok i za razliku od frekventnog spektra u eteru, nije opterećen ograničenjima od strane drugih korisnika tog resursa.

Frekventna karakteristika slabljenja signala koaksialnih kablova koji se koriste u HFC mrežama prikazana na slici broj 2. omogućava prenos signala u opsegu od 3 MHz do 1000 MHz. Iz dijagrama se može zaključiti da je kompletan spektar upotrebljiv za prenos podataka. Neophodno je napomenuti da frekventna karakteristika zavisi isključivo od kvaliteta koaksijalnih kablova, pasivnih komponenti, kao i aktivni komponenti (pojačala) u kompletnoj mreži. Konstantan pad cijene optičkih vodova i aktivnih komponenti za optičke sisteme prenosa, doveo je do približavanje optičkih vodova ka krajnjem korisniku, kako i do smanjenja uticaja frekventnih karakteristika aktivnih i pasivnih komponenti, kao i smanjenja uticaja RF karakteristika koaksialnog kabla



Slika 2: Frekventna karakteristika slabljenje

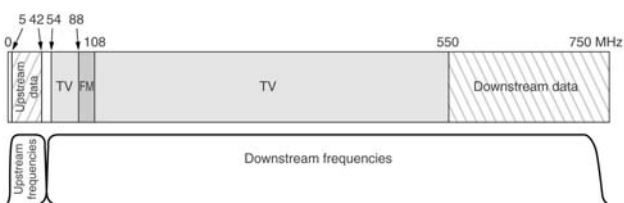
Na slici su prikazani podaci za koaksialni kabal RG-6 koji se veoma često koristi kod operatera.

Koncept hibridne fiber-coaxial mreže otklanja sve ranije nedostake kablovskih mreža uz zadržavanje postojećih tehnoloških rešenja, kao i zadržavanje frekventnog resursa. Mogućnost distribucije RF signala na velike udaljenosti bez degradacije kvaliteta signala, otvara mogućnost stvaranja regionalnih mreža i širenje baze korisnika.

Implementacija novih IP servisa u KDS je dovela do razvoja dvosmjerne komunikacije preko postojeće mreže. Video broadcasting je podrazumijevao jednosmjerni prenos signala od strane glavne stanice (Headend) do krajnjeg korisnika. Operater je u direktnom smjeru vršio pojačanje signal i filtriranje do nivoa potrebnog za prikaz kvalitetnog signala, a eventualne smetnje u sistemu je prevazilazio filtriranjem i pojačanjem osnovnog nosioca kanala.

Nosioci direktnog smijera video broadcasta su frekventno raspoređeni u opsegu od 110 MHz do 550 MHz, dok se za povratni smjer koristi frekventni opseg od 5 MHz do 88 MHz. Širina kanala je u oba slučaja 8MHz. Frekventni opseg FM rado prenosa je rezervisan za radio prenos u okviru KDS, a u praksi je veom često ovo područje izloženo velikim smetnjama koje dolaze od lokalnih radio stanica.

S sledećoj slici je grafički prikazan frekventni raspored u okviru KDS mreže.



Slika 3: frekventni raspored u okviru KDS mreže

U paksi se veoma često Data kanal u direktnom smjeru smješta i okviru TV kanala tj. ne prelazi 650 MHz a povratni smjer se smješta između 30 MHz i 65 MHz. Na ovo veliki uticaj ima RF karakteristika opreme i kablova koji se koriste.

Za potrebe jednog *down-stream* kanala koristi se jedan analogni TV kanal širine 8MHz (PAL EU). U okviru tog kanala RF signal se moduliše QAM 256 (*Quadrature amplitude modulation*) sa širinom kanala od 1,6 MHz - 6,4 MHz. Ova modulacija i širina kanala omogućava prenos do 50Mbps podataka, a ukoliko je potreno moguće je vršiti multipleksiranje više kanala, što je detaljnije objašnjeno u DocSIS 3.0¹ specifikaciji

3. IP SERVISI U OKVIRU KDS-a

Ekspanzija Internet servisa u zadnjih 10 godina, kao i povećani zahtjevi korisnika za širokopojasnim internet pristupom usloveli su razvoj tehničkih rešenja koja bi u okviru KDS mreže omogućili prenos podataka i pružanje IP servisa.

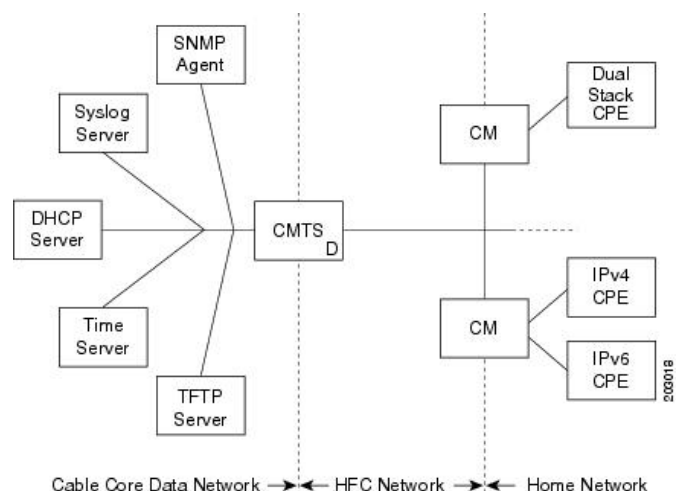
Udružene proizvođača² kablovske opreme okupljene u asocijacije **CableLab** razvilo je niz specifikacija koje su omogućile imlementaciju IP servisa u HFC mreže i sistema KDS.

DOCSIS (*Data Over Cable Service Interface Specification*) specifikaciju obuhvata prenosa podataka u okviru KDS mreža, i predstavlja osnovu tehnološkog prelaska kablovskih operatera u *full-service* operatere.

PacketCable specifikacija definiše QoS (*Quality of service*) u okviru prenosa podataka, i garnantovani prenos IP servisa na platformama koja koriste mogućnosti pristupa DOCSIS mreži.

OpenCable specifikacija je razvijena kako bi se omogućio razvoj platforme za isporuku interaktivne usluge, oglašavanja i razvoj aplikacija. Sastoji se od dvije osnovne komponente: middleware i aplikacija. Kroz ovu specifikaciju je moguće distribuirati aplikacije do krajnjih korisnika (E-mail klijenti, Web pretraživači, igre i sl.

Na sledećoj slici je prikazan model IP servise u okviru HFC mreže prema DOCSIS specifikaciji



Slika 4: Blok šema sistema prema DOCSIS specifikaciji

1 www.cablelabs.com

2 ARRIS, BigBand Networks, Broadcom, Cisco, Conexant, Correlant, Harmonic, Intel, Motorola, Netgear, Terayon, Texas Instruments.

Osnovu sistema čine kablovski router CMTS (*Cable Modem Termination System*) koji obavlja više funkcija u sistemu i kablovski modemi koji predstavljaju terminalnu opremu.

CMTS preko RF interfejsa upravlja kablovskim modemima, određujući frekvenciju rada i modulaciju kojom će se prenositi podaci između modema i routera. Takođe, kroz ovaj interfejs se vrši konfigurisanje modema servirajući im konfiguracione fajlove i određujući nivo servisa ili usluge. CMTS radi monitoring kablovskih modema, kao i definisanje QoS prioriteta u samom protoku podataka. Veoma bitna funkcija u radu CMTS sistema je određivanje upstream frekvencije (frekvencije povratnog smijera) kao i frekventno skakanje (Frequency-hopping) kao mjera zaštite prilikom pojave smetnji u sistemu.

4. MODEL IMPLEMENTACIJE VoIP SERVISA U KDS MREŽU

Za implementiranje VoIP servisa izabran je postojeći sistem za pružanje internet servisa koji je proširen sa VoIP Softswitch class 5 i kablovskim EMTA modemima koji u sebi imaju integrisan SIP klijent i hardverski terminal adapter za analogni telefon (POTS).

Kablovski router CMTS je prilagođen novom modelu i u okviru servisnih kanala (service flow) između routera i kablovskog modema kreiran je i poseban Voice kanal širine 256 kbps koji ima najviši nivo prioriteta u saobraćaju, čime su stvorene pretpostavke za nesmetan rad dva voice kanala po jednom EMTA modemu.

VoIP protokol na kome je testiran i implementiran na predloženom modelu, je SIP protokol (Session Initiation Protocol). Njegova otvorenost i fleksibilnost kao i raširenost kod proizvođača opreme bila je odlučujuća u odnosu na druge.

Standardni kodek koji je korišten u okviru ovog modela je G.711 kodek³ koji zauzima 64 kbps-96 kbps po jedno kanal, dok dva kanala zajedno sa IP enkapsulacijom zauzimaju oko 220 kbps. Pomoću QoS servisa ugrađenog u CMTS daje se najviši prioriteta sabračaja za voice flow čime se obezbeđuje sigurna isporuka voice servisa.

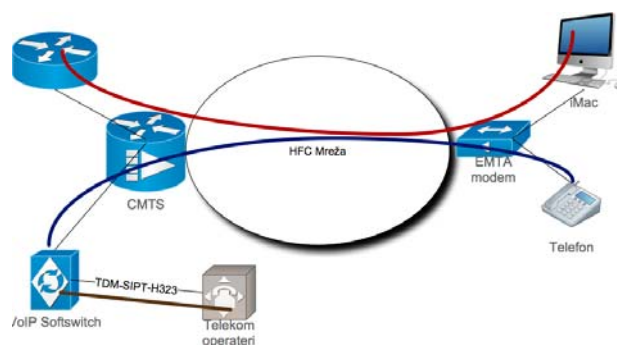
Princip rada model zasniva se na konfigurisanju izdvojenog kanala (voice flow) kroz koji se obavlja telefonski saobraćaj i kroz koji se vrši konfigurisanje SIP klijenta. Modem se konfigurira iz dva dijela i to u početnom trenutku se konfiguriraju IP servisi za pristup internetu, dok se potom šalje drugi konfiguracioni fajl koji služi za konfigurisanje SIP klijenta. Ovaj posao obavlja CMTS koristeći servere za DHCP⁴ i TFTP⁵ pomoću koji servira konfiguracioni fajl

3 G.711 je standardni kodek u okviru TDM sistema prenosa pa je i u predloženom sistemu izabran kao bazni kodek. Razlog je praktične prirode i potreba za izbjegavanje dodatnih transkodiranja.

4 DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol, servis koji dodjeljuje IP adrese terminalnoj opremi i korisničkim uređajima

5 TFTP - Trivial File Transfer Protocol, servis koji služi za serviranje konfiguracionih fajlova terminalnoj opremi

terminalnoj opremi i time je priprema za rad. U nastavku slijedi jedna primjer konfiguracionog fajla za SIP klijenta baziranog na EMTA modemu Cisco/Scientific Atlanta.



Slika 5: Model VoIP Servisa

U konfiguracionom fajlu za SIP klijenta uneseni su podaci od SIP servera kao i podaci o korisničkom broju i autorizacija. Takođe, kroz ovaj konfiguracioni fajl se podešavaju funkcionalnosti samog telefonskog broja.

Primjer konfiguracionog fajla za SIP klijenta na EMTA Cisco Sci 2206 modelu modema.

```

Main
{
MtaConfigDelimiter 1;
SnmpMibObject enterprises.7432.1.1.1.6.0 Integer 1 ;
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntCodecTableOnly.1 Integer 2;
SnmpMibObject saEmtaSipDeviceFeaturesHookFlashHandle.0 Integer 2;
SnmpMibObject saEmtaSipDeviceLocalRingback.0 Integer 2;
SnmpMibObject saEmtaSipDeviceDigitMap.0"x+T|*21*x+#|*21##21#" ;
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntFeatures3WCAAdminStatus.1 Integer 1; /
SnmpMibObject saEmtaSipDeviceDigitMapTimeout.0 Unsigned32 3000 ;
SnmpMibObject saMtaDevEndofDigitString.0 Integer 0; /* perSpec */
SnmpMibObject saEmtaSipDeviceDigitMapTimeout.0 Gauge32 3000 ;
SnmpMibObject saMtaDevCountryCode.0 Integer 19; /* czech */
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntDataMode.1 Integer 2; /* T38 */
SnmpMibObject ifAdminStatus.9 Integer 1; /* up */
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntRegistrarAddress.1 String "IP ADRES" ;
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntProxyAddress.1 String "IP ADRESA" ;
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntProxyUsername.1 String "BrojTelef";
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntProxyPassword.1 String "Password" ;
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntProxyPasswordEncrypt.1 Integer 1;
SnmpMibObject saEmtaSipEndPntProxyDisplayName.1 String "BrojTelef"
SnmpMibObject saEmtaSipCodecType.1.1 Integer 9; /* pcm */
SnmpMibObject saEmtaSipDeviceSdpAllCapsEnabled.0 Integer 2;
SnmpMibObject ifAdminStatus.10 Integer 2; /* down */
MtaConfigDelimiter 255;
}

```

Konfigurisanje SIP klijenta kroz konfiguracione fajlove predstavlja veoma fleksibilno rešenje koje se veoma lako uklapa u postojeće billing sisteme i omogućava jednostavnu promjenu parametara samog telefonskog broja. Naprednija metoda od predložene je konfigurisanje pomoću SNMP servisa verzije 3, gdje bi SIP klijent dobijao samo osnovne funkcionalnosti koje su zajedničke za sve terminalne adaptore a specifična podešavanja bi se izvodila direktno kroz namjenski servis za monitoring i upravljanje.

Predloženi model je potvrđen u praksi i potpuno je funkcionalan kod kablovskog operatera u Bijeljini. Specifičnosti realizacije u praksi se uglavnom praktične

prirode uslovljene konkretnom opremom koja ja korištena. Primjer je Softswitch koji je u sebi imao objedinjene funkcije Class 4 i Class 5, kao i MediaGateway koji je korišten za spajanja ka telekom operaterima po TDM⁶ linijama

5. ZAKLJUČAK

Predloženi model omogućava veoma praktično rešenje za uvođenje Voice servisa u kablovsku distributivnu mrežu čime se kablovski operateri veoma dobro pozicioniraju na tržištu nudeći kompletnu lepezu usluga uobličenu u Triple Play Servis (Kablovsku televiziju, širokopojasni internet pristup i telefonske usluge).

Osnovna prednost se ogleda u kontinuitetu korišćenja postojeće HFC mreže koju operateri već imaju izgrađenu, kao i uvođenju najnovijih tehnologija i servisa u telefonske usluge. Operater nije uslovljen prethodnom opremom kao što

⁶ Dominantni telekom operateri za interkonekcijske linkove koriste uglvnom E1 linije.

je slučaj kod dominantnih operatera, nego u potpunosti implementira samo nove tehnologije i rešenja.

Investicije u opremu i instalacije u ovakvim mrežama su višestruko niže nego u klasičnim PSTN mrežama, što je direktno uslovljeno korištenjem multifunkcionalne IP platformi kao i nižim cijenama softswitca u odnosu na TDM centrale

LITERATURA

- [1] Jeff Riddel, *PacketCable Implementation*, Cisco Press 2007.
- [2] "Cisco DOCSIS 3.0 Downstream Solution Design and Implementation Guide", CISCO, 2010
- [3] www.cablelabs.com