

# Arhitektura mreže za prijenos multimedijalnog sadržaja

---

**Pažulj, Dominik**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:289851>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-30**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Transport and Traffic Sciences -  
Institutional Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

**Dominik Pažulj**

**Arhitektura mreže za prijenos multimedijalnog sadržaja**

**ZAVRŠNI RAD**

**Zagreb, 2019.**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

**ZAVRŠNI RAD**

**Arhitektura mreže za prijenos multimedijalnog sadržaja**

**Multimedia Network Architecture**

Mentor: dr. sc. Ivan Forenbacher

Student: Dominik Pažulj, 0135235713

Zagreb, 2019.

# **Arhitektura mreže za prijenos multimedijalnog sadržaja**

## **SAŽETAK**

Cilj rada je opisati evoluciju mreža za prijenos multimedijalnog sadržaja, navesti elemente arhitekture VoIP mreže te protokole koji se koriste u mrežama za prijenos multimedijalnog sadržaja. Spomenuti su svi oblici prijenosa koji postoje u telekomunikacijskim mrežama te su objašnjeni u tezama rada. Ovim radom približeno je shvaćanje prijenosa multimedijalnog sadržaja na primjerima VoIP tehnologije i video konferencije. VoIP predstavlja tehniku prijenosa s ciljem prijenosa glasa putem mreža baziranih na IP protokolu. Nakon uspostave veze glas se iz analognog oblika pretvara u digitalni oblik.

**KLJUČNE RIJEČI:** protokoli, prijenos govora, unificirane komunikacije

## **Multimedia Network Architecture**

## **SUMMARY**

The goal of this work is to describe the evolution of transferring multimedia content networks, to cite elements of the VoIP network architecture and protocols which are used in transferring multimedia content networks. All types of transferring in telecommunication networks are mentioned and explained in the thesis of the work. This work makes transferring multimedia content with examples of VoIP technology and video conferencing more understandable. VoIP is a technic of transferring with a goal of transferring voice through the network based on IP protocol. After establishing a connection, the voice is converted from analog to digital data.

**KEY WORDS:** protocol, voice transmission, unified communications

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Podjela telekomunikacijskih mreža.....	3
3. Evolucija mreže za prijenos multimedijskog sadržaja.....	6
4. Elementi arhitekture mreže za prijenos multimedijskog sadržaja.....	11
5. Protokoli u mrežama za prijenos multimedijskog sadržaja .....	13
5.1 Protokoli za prijenos audio signala .....	14
5.1.1 RTP .....	14
5.1.2 RTCP .....	14
5.1.3 RTSP .....	15
5.1.4 RSVP .....	16
5.2 Signalizacijski protokoli .....	16
5.2.1 SIP.....	17
5.2.2 H.323 .....	21
5.2.3 SDP .....	23
5.2.4 MGCP .....	23
6. Unificirane komunikacije .....	24
6.1 Video konferencija .....	25
6.2 Konferencijski poziv .....	27
6.3 Snimanje poziva .....	28
6.4 Dodatne mogućnosti unificiranih komunikacija .....	28
6.4.1 Glasovna i email pošta .....	28
6.4.2 Integracija SMS poruka .....	29
6.4.3 Instant poruke.....	29
7. Zaključak.....	31
LITERATURA .....	32

POPIS KRATICA ..... 34

POPIS SLIKA ..... 36

## 1.Uvod

Razvojem tehnologije u posljednjih nekoliko desetljeća možemo reći i godina desile su se velike promjene u vidu telekomunikacijskih mreža. Tehnologija napreduje svaki dan. U početku smo imali jednu tehnologiju za prijenos jednog oblika medija npr. PSTN. Danom tehnologijom vršio se prijenos govora komutacijom kanala. Danas imamo tehnologije koji prenose više vrsta medija, audio, video, sliku i podržavaju komutaciju paketa. Također govorimo o većoj kvaliteti u prijenosu informacija. Takav način prijenosa nazivamo VoIP, još jedna pozitivna strana u odnosu na tradicionalnu telefoniju je ta što se kod VoIP-a ne plaćaju telefonski impulsi.

Cilj ovog rada je objasniti arhitekturu mreže za prijenos multimedijalnog sadržaja. Objasniti što je to VoIP i njegove značajke, navesti i objasniti princip unificiranih komunikacija.

Radne teze završnog rada:

1. Uvod
2. Podjela telekomunikacijskih mreža
3. Evolucija mreža za prijenos multimedijalnog sadržaja
4. Elementi arhitekture mreže za prijenos multimedijalnog sadržaja
5. Protokoli u mrežama za prijenos multimedijalnog sadržaja
6. Unificirane komunikacije
7. Zaključak

U drugom poglavlju objašnjena je temeljna definicija telekomunikacije. U nastavku se govori o podjeli telekomunikacijske mreže. Opisana je osnovna podjela na tri mreže i kako se koristi te su opisane podjele na komutaciju kanala i komutaciju paketa.

U trećem poglavlju govori se o evoluciji mreža. Početak razvoja telekomunikacijskih mreža od 1876. godine pa sve do danas. Razvoj tehnologija kroz povijest. Opisan je razvoj javne telefonske mreže (PSTN) i mreže za prijenos govora preko IP (VoIP), prednosti i nedostaci pojedinih tehnologija.

U četvrtom poglavlju općenito se govori o VoIP arhitekturi, elementima arhitekture. VoIP je tehnologija prijenosa podataka koje se prvenstveno odnosi na prijenos govora. Govori se o glavnim komponentama VoIP-a i korisničkim VoIP terminalima.

U petom poglavlju je opisan način rada protokola kod VoIP mreža. Protokoli su podijeljeni u dvije skupine, protokoli za prijenos audio signala i signalizacijski protokoli. Od protokola za prijenos audio signala navedeni su RTP, RTCP, RTSP, RSVP. Protokoli za prijenos audio signala pružaju vremenske informacije i osiguravaju pouzdan audio signal na prijemnoj strani te dobru kvalitetu signala. Zadatak signalizacijskih protokola je adresiranje i usmjeravanje, uspostava i prekid poziva te informativne i dopunske usluge. Najvažniji signalizacijski protokoli koji su objašnjeni u radu su SIP, H.323, SDP i MGCP.

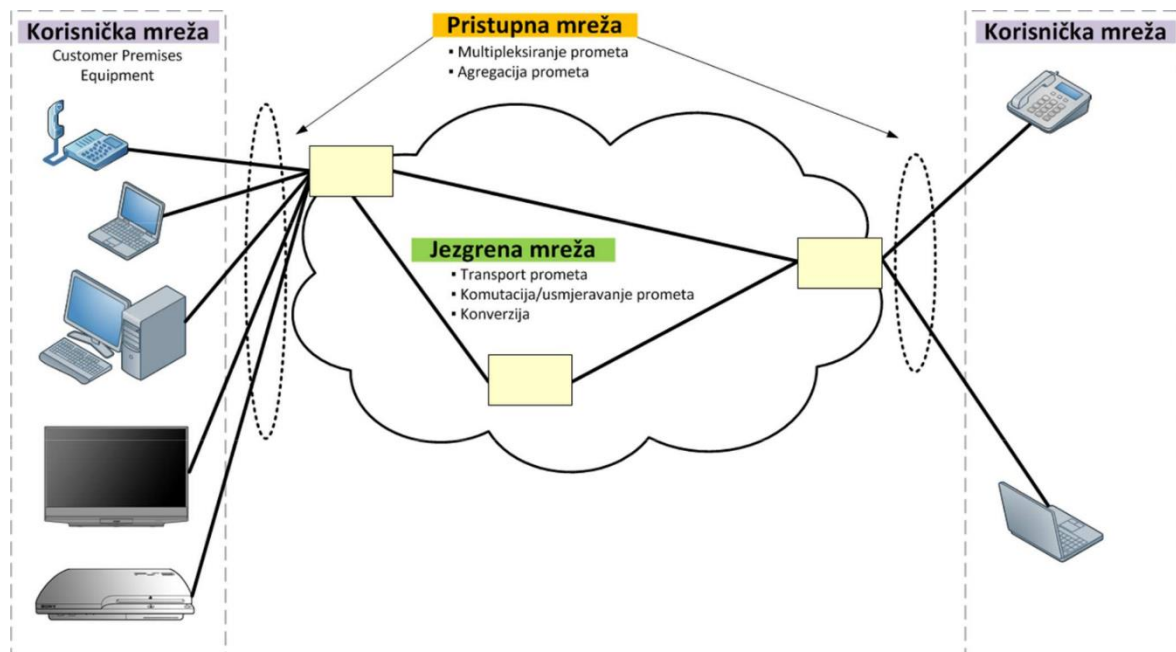
U šestom, posljednjem poglavlju govori se o unificiranim komunikacijama. Uvođenjem unificiranih komunikacija postignuto je unaprjeđenje komunikacije s ciljem poboljšanja poslovnih procesa i većoj ulozi korisnika te njegovog sudjelovanja u komunikaciji. Navedeni su primjeri korištenja video konferencija, mrežni elementi potrebni za video konferencije i konferencijski pozivi. Glasovna i email pošta, integracija SMS poruka i instant poruke smatraju se dodatnim mogućnostima unificiranih komunikacija.



## 2. Podjela telekomunikacijskih mreža

Telekomunikacija se javlja kao razmjena informacija između izvora informacije i odredišta s pomoću tehnologije. Telekomunikacija omogućuje razmjenu informacija na daljinu. Osnovu koncepta telekomunikacija čine različite telekomunikacijske usluge koje telekomunikacijski operatori pružaju krajnjim korisnicima. S pomoću tih usluga ostvariv je i pristup govornim informacijama, računalnim podacima, audio i video informacijama, multimedijским sadržajima i njihova razmjena. Telekomunikacijske mreže koje služe za prijenos i komutaciju informacijskih jedinica između korisnika. Korisnici se spajaju na telekomunikacijsku mrežu putem terminalnih uređaja.

Telekomunikacijska mreža može se podijeliti u tri osnovna dijela: korisnička mreža, pristupna mreža i jezgrena mreža. Korisnička mreža koja je dio telekomunikacijske mreže, nalazi se na korisničkoj strani i na nju su priključeni terminalni uređaji. Pristupna mreža služi isključivo za povezivanje korisnika ili krajnjih uređaja na jezgrenu mrežu. Jezgreni dio komunikacijske mreže čini jezgrena mreža. Ona omogućava prijenos informacija između krajnjih dijelova mreže. Vidljivo sa slike 1.



Slika 1. Segmentacija telekomunikacijske mreže. Preuzeto od [9] .

Temeljem kriterija razlikuju se sustavi telefonije i prijenosa podataka. Značajka telekomunikacijskog sustava je da se korisnik usluge naziva pretplatnikom. Navedena podjela odnosi se na prijenos podataka komutacijom kanala kod sustava telefonije. Ukoliko se radi o prijenosu podataka koristi se komutacija paketa [1].

Telefonija podrazumijeva način komunikacije telekomunikacijskim sustavom koji pruža uslugu razgovora udaljenih osoba korištenjem bakrene parice kao medija prijenosa. Komunikacija se odvija temeljem komutacije kanala, što znači da je za vrijeme komunikacije između korisnika taj kanal dostupan samo tim korisnicima. Sustav se sastoji od telefonskih centrala, krajnjih uređaja time se misli na telefonske uređaje i telefonskih odnosno spojnih vodova (bakrenih parica). Telefonski uređaj je uređaj koji ostvaruje vezu, u njemu se obavlja pretvorba zvučnog signala u električni govorni signal koji se prenosi do pozvanog korisnika. Telefonija još uvijek predstavlja najmasovniji oblik komunikacije, [1], [5].

Pri prijenosu informacija od izvorišta do odredišta obavlja se proces prijenosa informacijskih tokova, proces transmisije i usmjeravanja. Proces komutacije podrazumijeva skup zahtjeva koji se postavljaju pred komutacijski sustav da bi se mogao uspostaviti spojni put odnosno da si se informacija prenijela od izvorišta do odredišta. Dva osnovna načina prijenosa informacija preko telekomunikacijske mreže su prijenos informacija u obliku kanala i prijenos u obliku paketa. Prijenos komutacijom kanala spomenut je na primjeru telefonije, gdje se kanal uspostavlja za cijelo vrijeme trajanja konekcije. [6]

Komutacija paketa spominje se kod prijenosa podataka, izvorišna poruka, odnosno informacija se na ulazu u mrežu dijeli u blokove. Svakom bloku dodaje se informacija te on poprima naziv paket. Svaki paket sastoji se od upravljačkog i korisničkog dijela. Upravljački dio sadrži informacije vezane za prijenos paketa i informacija na osnovi koje se blokovi na odredištu spajaju. Paketi se mrežom usmjeravaju prema sljedećem sustavu ili prema korisniku. Prijenosni putevi između paketa ne moraju nužno biti isti, svaki paket može se usmjeravati različitim putevima prema odredištu. Komutacija paketa ne zahtjeva nužno uspostavljanje spojnog puta prije slanja paketa. Paketi mogu biti fiksne i varijabilne duljine ovisno o tehnologiji korištenoj za prijenos i komutaciju. Ako su paketi varijabilne duljine, nužno je definirati maksimalnu duljinu paketa pri komutaciji. Pri ovom načinu prijenosa cijela pojasna širina je na raspolaganju za slanje svih paketa. [15]

Prednosti ovog načina rada je moguće ponovno slanje paketa ako dođe do greške, veći broj korisnika može istovremeno koristiti raspoložive resurse i paketi imaju alternativne putove do odredišta. Osnovni nedostatak prijenosa i komutacije paketa odnosi se na garanciju kvalitete usluge QoS. Primjenjuju se razni mehanizmi koji će zadovoljiti zahtijevanu razinu usluge.

Mreže koje su bazirane na prijenosu glasovnih podataka putem kanala ili paketnog prijenosa podataka polako ustupaju mjesto mrežama koje imaju mogućnost istovremenog prijenosa glasa, podataka, video i multimedijskog sadržaja. Interes za potražnjom prijenosa glasovnih informacija u IP mrežama pokrenulo je sve veći porast korištenja podatkovnog prometa. Za takav razvoj situacije je zaslužno razvijanje različitih komunikacijskih rješenja, konkurentnost tržišta te korisnikovo prihvaćanje novih tehnologija.

### 3. Evolucija mreže za prijenos multimedijskog sadržaja

Pojam multimedija odnosi se na različite klase medija koji se koriste za predstavljanje informacija. Multimedijски promet odnosi se na prijenos podataka koji predstavljaju različite medije preko komunikacijskih mreža. Osnovni mediji su: tekst, grafika i zvuk. Tekst se svrstava u skupinu digitalnih podataka, za zvuk i slike možemo reći da su analogni. Digitalni signal je vremenski diskretan signal, on se dobije da se uzme analogni signal i postupkom uzorkovanja zapišu stanja analognog signala u određenim vremenskim koracima čija dužina ovisi od učestalosti frekvencije uzorkovanja.

Digitalne mreže zbog svojih prednosti dominante su u odnosu na analogne mreže, pretpostavlja se da su svi podaci prije prijenosa određenim medijem digitalizirani. Analogni signal je vremenski kontinuiran, to znači da se amplituda signala mijenja kontinuirano u vremenu i ne prekida. Analogno-digitalna i obratna pretvorba gotovo su redoviti postupci elektroničke obrade informacija, čak i u područjima u kojima se obrađuju analogne informacije kao što su zvuk, slika itd. Iz tog razloga ovaj princip postao je učestala pojava u telekomunikacijama. Sve mreže za prijenos multimedijskog sadržaja opisane u ovom radu prenose podatke digitalnim signalom. Naravno evolucijom mreža došlo je do toga da se primjerice govor prenosi komutacijom paketa. [2]

Početak telekomunikacije i prijenosom glasa na veće udaljenosti osmislio je Alexander Bell, on je izumio prvi telefon 1876. godine. Uspio je ostvariti vezu na udaljenosti od 16 km. Za telefoniju ključna je i 1878. godina kada je izumljen ugljeni mikrofon, time se znatno povećao doseg između dva telefona. Porastom broja telefonskih linija bilo je nužno osigurati telefonske centrale. U početku telefonije postojale su PSTN (eng. Public Switched Telephone Network) mreže koje postoje i danas. Telefon je spojen na telefonsku centralu putem bakrene parice. Struja dolazi iz baterije telefonske centrale i ne treba dodatni izvor napajanja. PSTN koristi komutaciju kanala, zauzima čitav kapacitet kanala za vrijeme trajanja razgovara i taj kanal dostupan je samo onim korisnicima koji su ga zauzeli na početku komunikacije. Arhitektura PSTN mreža izgrađena je s ciljem prijenosa govora i podržava samo taj prijenos. Nedostatak je nekompatibilnost i nefleksibilnost, bez širokopojasnog pristupa. [5]

Digitalni PSTN unosi neka poboljšanja koja se odnose na kvalitetu zvuka zahvaljujući digitalnom prijenosu koji je otporan na vanjske smetnje. Digitalna revolucija donosi

multipleksiranje kojim se 24 analogna signala prenose preko bakrene parice, koriste se dvije parice svaka za jedan smjer prijenosa, u poznatom digitalnom formatu T-1. Kapacitet T-1 dijeli se na 24 kanala vremenskim multipleksiranjem. Ta vrsta multipleksiranja dijeli raspoloživo vrijeme na vremenske okvire trajanja T, a pojedini okviri naknadno se dijele na vremenske odsječke jednakog trajanja. Svakom korisniku dodjeljuje se jedan vremenski odsječak u okviru i okviri se ponavljaju, a odsječci se izmjenjuju. [1]

Evolucija mreže za prijenos multimedijskog sadržaja doživjela je svoj vrhunac pojavom VoIP mreža. To je tehnologija za prijenos govora koristeći IP, ali pruža i funkcionalnosti prijenosa drugih oblika medija. Budućnost VoIP-a leži u mogućnostima novih i naprednijih aplikacija, gdje je glas samo jedna od informacija u aplikaciji. Upotreba VoIP-a kao zamjena za telefonski promet smanjuje troškove ali kvaliteta je nešto lošija. Stalnim napretkom tehnologije te uporabe računala i Interneta postiže se i razvitak i napredak VoIP-a. [2]

Prvi pokušaj uvođenja VoIP tehnologije bio je 70- tih godina. Prilikom poziva sa PC-a plaća se samo veza sa Internet nakladnikom i naknada kompaniji koja omogućuje dotičnu uslugu po minuti razgovora, razgovori se mogu lako snimiti i organizirati. VoIP omogućava obavljanje telefonskog razgovora uporabom već postojeće Internetske veze kao zamjena za standardnu telefoniju u lokalnom, gradskom te međunarodnom prometu. Velika prednost je mogućnost pozivanja mobilnih i fiksnih pretplatnika te ostvarivanje međunarodnih poziva po izuzetno povoljnim cijenama. VoIP sustav obavlja digitalizaciju analognog signala, kodiranje i kompresiju, zatim segmentaciju u pakete i prijenos do odredišta. [1]

Takva komprimirana digitalna poruka ne zahtijeva govorni kanal. Umjesto toga, poruka može biti poslana preko istih podatkovnih linija koje se koriste za Internet te predodređeni kanal nije više potreban. Potrošači traže sve više od komunikacijskih tehnologija. Oni žele govor, podatke i slike, a to sve zahtijeva povećanje kapaciteta. Komunikacijske mreže koje nude takav povećani kapacitet postaju sve popularnije. IP telefon nudi tu pogodnost omogućavajući korisnicima telefonske pozive preko postojećih podatkovnih mreža i izbjegavanje velikih računa koje bi uobičajeno primili od svojih operatora. Dok je VoIP tehnologija bila u ranom razvoju bilo je dosta problema sa kvalitetom usluga u odnosu na analognu telefoniju, ali VoIP tehnologija ubrzano se poboljšava. [1]

VoIP je komunikacijska tehnologija koja za svoj rad koristi resurse mreže koje podržavaju IP protokol dok klasična telefonija koristi telefonsku mrežu (eng. Public Switched Telephone Network) za prijenos informacija. Prilikom uspostave veze kod VoIP tehnologije veza se ne uspostavlja unaprijed već na zahtjev korisnika. Paketi se u ovoj tehnologiji šalju isključivo za vrijeme korištenja usluge odnosno za vrijeme trajanja komunikacije. Za razliku od VoIP tehnologije, klasična telefonija uspostavlja svoju vezu unaprijed. Kada se veza jednom uspostavi, ta veza je uspostavljena cijelo vrijeme korištenja sve dok komunikacijska usluga ne završi. Što se tiče pojase širine (eng. bandwidth), kod klasične telefonije ona je unaprijed rezervirana te je fiksna i iznosi 64kbps dok VoIP zahtjeva puno manju širinu pojasa, svega 10kbps, što ovisi o kapacitetu korištenih kodeka.<sup>1</sup> VoIP koristi UDP protokol, koji nema mehanizam smanjivanja transmisije. Kako bi se smanjilo gubljenje paketa najbolji način je ne dodijeliti više od 40% do 60% brzine veze glasovnim uslugama. Cijena uspostave poziva u klasičnoj telefoniji je ovisna o samoj lokaciji uređaja te vremenu korištenja telekomunikacijske usluge dok kod VoIP tehnologije cijena nije ovisna o tim čimbenicima već o potrošnji podatkovnog prometa, [5], [16].

Nadogradnje sustava unutar VoIP-a zahtjeva proširenje pojase širine i jednostavno ažuriranje softvera dok nadogradnja u klasičnoj telefoniji zahtjeva dodatnu hardversku opremu koja je u većini slučajeva dosta skupa. Kvaliteta usluge kod klasične telefonije je osigurana što znači da prilikom uspostavljanja veze neće doći do kašnjenja, gubitka paketa, jitter-a te će propusna moć i raspoloživost biti osigurani. Ovi parametri kod VoIP-a neće biti osigurani što znači da prijenos podataka ovom tehnologijom nije pouzdan. Prilikom pada sustava, kod klasične telefonije veza ostaje aktivna a kod VoIP-a veza se gubi no određene aplikacije imaju plan oporavka sustava te kad se sustav vrati u normalan rad, dolazi do vraćanja konekcije između korisnika. U klasičnoj telefoniji, prilikom uspostave hitnih poziva, lokacija uređaja može biti lako praćena a kod VoIP tehnologije lokacije ponekad i ne može biti praćena. Usluge poput prosljeđivanja poziva, stavljanja poziva na čekanje unutar VoIP-a su uglavnom besplatne dok u PSTN-u takve usluge se većinom naplaćuju, [1], [5].

---

<sup>1</sup> Kodeci različitih kapaciteta: G.726, G.728, G.723.1. Kodek G.726 namijenjen kodiranju glasovnih poruka uz protoke od 16, 24, 32kbps. G.728 za rad treba propusnost od 16kbps. G.723.1 omogućuje kompresije na brzinama 5.3kbps i 6.4kbps.

Postoji nekoliko vrsta VoIP scenarija:

- PC to PC; U ovom scenariju, oba korisnika su spojena na Internet pomoću ISP (eng. Internet Service Provider). Korisnici koji žele međusobno komunicirati po ovom scenariju, trebali bi biti spojeni na Internet u istom trenutku te koristiti neku od VoIP aplikacija. Sudionici moraju posjedovati određenu elektroničku opremu poput zvučne kartice, mikrofona slušalica da bi komunikacija bila uspješna. Pozivatelj bira broj osobe s kojom želi stupiti u komunikaciju, a da bi pozivatelj koji želi uspostaviti komunikaciju mogao biti u mogućnosti doći do IP adrese, oba sudionika u komunikaciji moraju se prije komunikacije prijaviti na "directory server" ili pronaći drugi načine lociranja u mreži. Protokoli koji su često korišteni unutar ovo scenarija su H.323 standard i SIP. Ukoliko se radi o video konferenciji, koja je opcionalna, potrebno je posjedovati kameru. Osim hardverske podrške, potrebno je posjedovati i softversku podršku za uspostavu ovakvog tipa komunikacije (Skype, NetMeeting, Hear me...). Ovakav način komunikacije je vrlo raširen te se koristi u različite svrhe.
- PC to Phone; Prilikom uspostavljanja veze u ovom scenariju, pozivatelj se spaja na Internet preko svog ISP-a te tada može koristiti usluge ITSP-a (eng. Internet telephony service provider) aktivirajući gateway koji osigurava ulazak do točke koja je najbliža pozvanom korisniku. Gateway je uređaj koji rukuje pozivom i svim signalizacijama. Dakle, ovaj scenarij zahtjeva korištenje gateway-a koji vrši pretvorbu signala iz IP mreže u PSTN i obrnuto. Za ostvarivanje ovakve komunikacije, koriste se "net to phone" programi. Klijenti ove usluge su korisnici mobilnih uređaja, osobnih računala, POTS-a i slično.
- Phone to Phone over IP; U ovom slučaju, oba sudionika u komunikaciji moraju biti korisnici telefonske mreže i moraju koristiti svoje telefone za glasovnu komunikaciju. Postoje dvije metode komuniciranja unutar ovog scenarija: a. Metoda korištenja gateway-a U ovoj metodi jedan od sudionika uspostavlja gateway preko kojeg započinje prijenos govora preko IP mreže na način da je to transparentno za ostale sudionike u komunikaciji. b. Metoda korištenja adaptivnih kutija- metoda u kojoj pozivatelj započinje razgovor isto kao i u

klasičnoj telefoniji te prva faza uspostave poziva je zapravo postavljanje takve mreže. Sljedeći korak je prekid klasične telefonske uspostave veze te se postiže nova veza preko ISP-a obje strane. Kada je veza uspostavljena, "adapter boxes" konvertiraju glas u IP signal tako da bi taj signal bio prenesen preko Internet mreže. Ova metoda je vrlo slična metodi korištenja gateway-a ali za postizanje komunikacije, oba korisnika ne moraju imati pristup Internetu. Za ovaj scenarij VoIP se još koristi pojam "IP telefonije". Preduvjet za korištenje ovakvog načina komunikacije su dva gateway- a za oba uređaja, koji pretvaraju signal iz IP mreže u PSTN i obrnuto. Komunikacijski programi nisu potrebni već ih je davatelj usluge unaprijed ugrađuje u sam uređaj koji se koristi. Ukoliko na uređaju postoji komunikacijski program, nije potrebno koristiti poseban VoIP telefon.

Dodatne funkcionalnosti i opis rada biti će opisan u daljnjim koracima ovog rada. Kada govorimo o evoluciji također moramo spomenuti i video konferenciju. Evolucijom tehnologije došli smo do toga da se sastanci i drugi oblici poslovnih i privatnih komunikacija mogu obavljati putem videa. Video konferencija omogućava komunikaciju u stvarnom vremenu između više sudionika s različitih dislociranih lokacija.

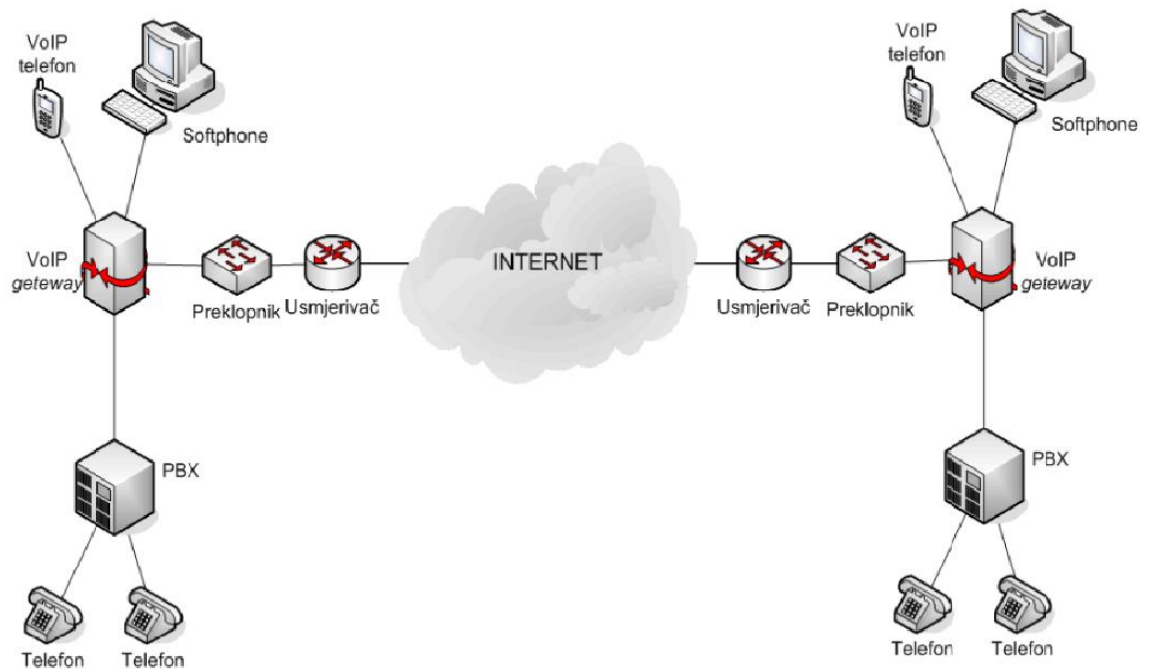
Mreže podređene za prijenos multimedijskog sadržaja moraju ispunjavati neke zahtjeve da bi bile prihvatljive za korištenje, učinkovit i skalabilan prijenos različitih tipova multimedijskog sadržaja. S obzirom na način prijenosa možemo ih podijeliti, prema [8]:

- Stvarno vremenski prijenos multimedijskog sadržaja (eng. Real Time) koji zahtijevaju određenu razinu QoS-a, jitter, i osjetljivost na kašnjenje informacije.
- Prijenos multimedijskog sadržaja bez potrebe stvarno vremenskog prijenosa (eng. Non Real Time) često je osjetljiv na pogreške tijekom prijenosa i nemaju strogih pravila glede kašnjenja s kraja na kraj.



## 4. Elementi arhitekture mreže za prijenos multimedijskog sadržaja

Digitaliziranje zvuka u mrežne pakete i prijenos tih istih paketa preko Internet mreže naziva se VoIP. VoIP je tehnologija prijenosa podataka koje se prvenstveno odnosi na prijenos govora. Kada korisnik uspostavlja tradicionalni poziv, signal se pretvara u tradicionalni telefonski signal, VoIP postiže upućivanje poziva izravno s računala ili tradicionalnih (analognih) telefona uz pomoć posebnog adaptera. U svakom sustavu postoje tri elementa bez kojih komunikacija nije moguća, a to su: pošiljalatelj, primatelj i u ovom slučaju IP mreža kojom se vrši prijenos. Na slici 2. prikazani su osnovni dijelovi VoIP mreže: switch, router, VoIP terminalni uređaj, PBX i Softphone. [9]



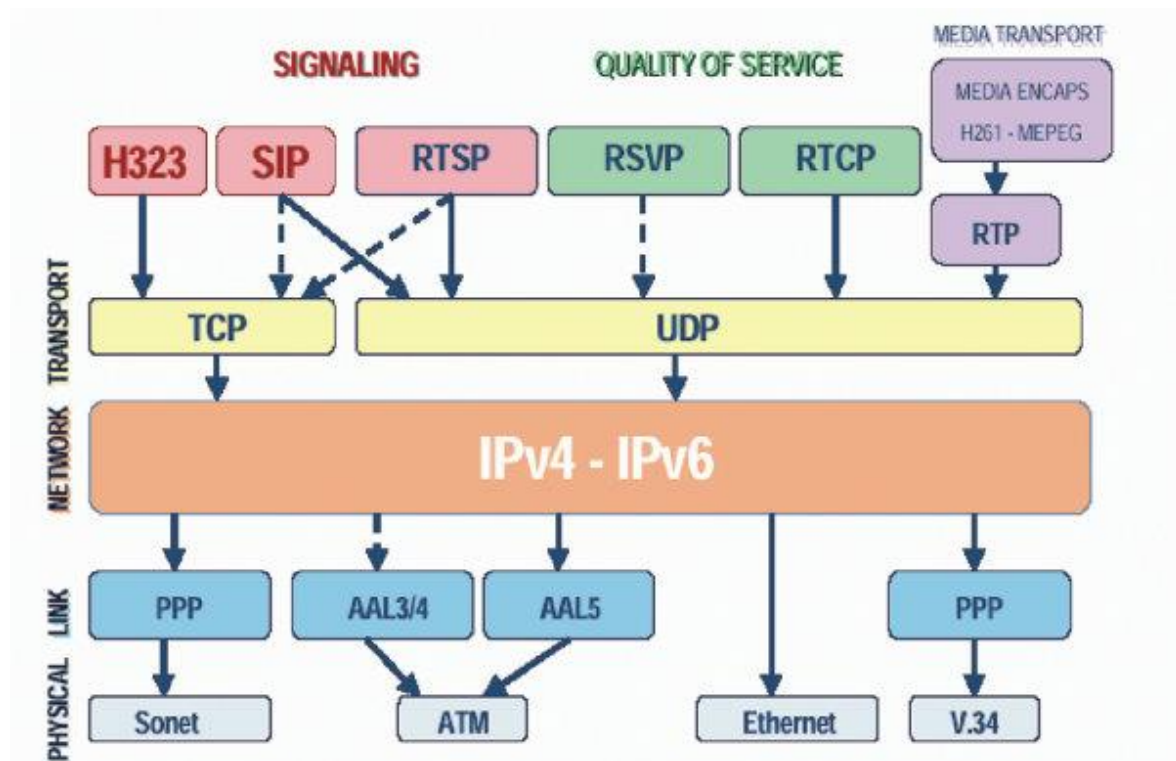
Slika 2. VoIP arhitektura. Preuzeto od [9].

U VoIP okolini mogu se naći četiri glavne komponente, prema [2]:

- Mrežna infrastruktura: Podržava VoIP tehnologiju i smatra se logičkom mrežom za distribuciju glasa preko IP okosnice. IP infrastruktura omogućuje prijenos glasovnih paketa bez poteškoća mrežom.
- Procesori poziva: Procesori potrebni za pružanje osnovnih telefonskih usluga, uspostavljanje poziva, nadziranje poziva, autorizaciju korisnika i kontrolu brzine prijenosa za svaki link.
- Prevodnici: Pretvaraju glas iz analognog u digitalni oblik. To su paralelno komponente koje omogućuju prelazak između različitih tehnologija, npr. Prelazak između ISDN i IP tehnologija. Potrebni su za nastajanje i detekciju poziva
- Korisnički VoIP terminali: Potražnja za VoIP tehnologijom uzorkovala je sljedeće proizvode.
  - VoIP terminali: Pružaju usluge koje nadilaze tradicionalnu telefoniju. Neki od proizvoda imaju funkcionalnosti koje pružaju iste mogućnosti kao i konvencionalni telefoni.
  - Konferencijski VoIP terminali: Pružaju istu vrstu usluge kao i tradicionalna telefonija ali pošto se komunikacija odvija preko IP mreže dozvoljeno je koordiniranje podatkovnih usluga.
  - Mobilni VoIP terminali: Bežične VoIP jedinice postaju sve više popularne zbog lakšeg i jeftinijeg korištenja.
- Osobna računala: Drugim riječima Soft Phone sustavi kao što su Skype i Microsoft NetMeeting.

## 5. Protokoli u mrežama za prijenos multimedijskog sadržaja

VOIP (engl. Voice over Internet Protocol) se definira kao tehnologija prijenosa podataka koja se prvenstveno odnosi na prijenos govora koristeći IP (eng. Internet Protocol) mrežu s komutacijom paketa. VOIP tehnologija podržava i dodatne mogućnosti prijenosa videa, teksta i signalizacijskih poruka. Implementacija VOIP-a koristi arhitekture bazirane na protokolima H.323 i SIP. Postoje dvije vrste protokola, protokoli za prijenos audio signala i signalizacijski protokoli. [13]



Slika 3. Protokoli u mrežama za prijenos multimedijskog sadržaja. Preuzeto od [10].

## 5.1 Protokoli za prijenos audio signala

Protokoli za prijenos audio signala pružaju vremenske informacije i osiguravaju pouzdan audio signal na prijemnoj strani te dobru kvalitetu signala. Najvažniji protokoli za prijenos multimedijских sadržaja su: RTP, RTCP, RTSP, RSVP

### 5.1.1 RTP

RTP (eng. Real Time Transport Protocol) transportni protokol usluge prijenosa podataka sa stvarno-vremenskim svojstvima (npr. audio i video). Pruža usluge prijenosa s kraja na kraj. Njegova funkcija je omogućiti prijemu detekciju izgubljenih paketa i vremensku rekonstrukciju kako bi se kašnjenje i jitter mogli kompenzirati. Svaka informacija koja se šalje RTP protokolom ima podatkovni i kontrolni dio. Kontrolni dio se sastoji od podataka koji služe za identifikaciju korisnika, sigurnost, vremensku sinkronizaciju i detekciju u prijenosu.

Protokol ne jamči pouzdanost isporuke paketa i kontrolu mreže ali je prilagodljiv na nove sadržaje. Usluge koje RTP protokol pruža su identifikacija vrste tereta što znači da se mogu prenositi različite vrste i formati podataka, sinkronizacije koju omogućuje vremenska informacija i stvarno-vremenski prikaz, funkcije otkrivanja gubitaka i redosljeda podataka. Pored glasovnih informacija, svakom VoIP paketu potrebno je nekoliko zaglavlja da bi utvrdili kako mreža upravlja tim podacima. Prvo zaglavlje koje se dodaje glasovnim informacijama odnosi se na transport protokola u stvarnom vremenu. RTP zaglavlje pruža usluge za medije, poput glasa i videozapisa, za njih je potrebna konstantna brzina. Značenja određenih polja ovise o načinu njegovog definiranja izvan specifikacija RTP (RFC 3550), na primjeru RFC 3551, RTP profilu za audio i video konferencije s minimalnom kontrolom. RTP ne zahtjeva određen broj priključaka (UDP ili TCP) prilikom slanja ili primanja. [6]

### 5.1.2 RTCP

RTCP (eng. Real Time Control Protocol) protokol upravlja prijenosom u stvarnom vremenu. Radi sa RTP protokolom i omogućuje nadzor isporuke paketa nad RTP konekcijama. Omogućuje administratorima da prate kvalitetu sesije poziva tako što prate gubitak paketa. Ako se koristi RTCP u mreži mora se uzeti u obzir izračunavanje propusnosti, treba istražiti potrebnu količinu propusnosti kako bi mogli uključiti kontrolni promet u specifikaciju propusnosti. RTCP obavlja sljedeće funkcije, prema [6]:

- Glavni zadatak protokola je omogućiti povratne informacije o kvaliteti usluge (QOS). Povratne informacije mogu biti korisne za otkrivanje pogreški, gubitak paketa, vrijeme kašnjenja i varijacije u kašnjenju.
- RTCP se temelji na periodičnom prijenosu kontrolnih paketa između svih sudionika sesije. Praćenjem povratnih informacija i povećanju broja korisnika sesije treba se spriječiti zagušenje na mreži kontrolnim informacijama. Povratne informacije o kvaliteti prijema korisne su pošiljatelju i primatelju kako bi mogli mijenjati svoje prijenose. Također te informacije koristi treća strana za nadzor performansi i dijagnostiku problema.
- Identifikacija: RTCP prenosi identifikacijske informacije o sudionicima RTP-a pomoću identifikatora CNAME. CNAME se može povezati s više izvora povezanih medija (audio, video i podaci).
- Informacije uključene u RTCP pakete kako bi sudionici znali identitete drugih su: korisničko ime, adresa e-pošte, broj telefona.

Ključna funkcija RTCP protokola je sinkronizirati različite oznake sata i vremena. Svaki medijski tok može imati različitu stopu vremenske oznake, a započinje od slučajne točke. Sve web lokacije moraju koristiti uobičajeno vrijeme, poput GPS-a. Cilj je koristiti mali postotak mrežnog kapaciteta za kontrolne poruke.

### 5.1.3 RTSP

RTSP (eng. Real Time Streaming Protocol) je bez konekcijski protokol koji se koristi na razini aplikacije. Glavni zadatak je kontrola isporuke audio i video podataka u stvarnom vremenu. Protokol se koristi za uspostavljanje i kontrolu medijskih sesija između krajnjih točaka. Sam prijenos streaming podataka nije zadatak RTSP-a. Veći broj poslužitelja koristi protokol za prijenos u stvarnom vremenu odnosno RTP u kombinaciji s protokolom za nadzor RTCP. Protokol kontrolira multimedijske reprodukcije, čuva stanje za svaki prikaz u tijeku iako je na neki način sličan HTTP-u bez statusa. RTCP identifikator se koristi kada je potrebno praćenje istodobnih sesija. Koristi TCP za održavanje veze od kraja do kraja. RTSP koristi neka od zahtjeva, prema [7]:

- OPTIONS zahtjev vraća tipove koje poslužitelj odluči prihvatiti

- DESCRIBE ovaj zahtjev obuhvaća URL stranice i vrste podataka koji se mogu obraditi
- SETUP određuje kako se obavlja prijenos
- PLAY reprodukcija jednog ili više medija
- PAUSE zaustavljanje reprodukcije medija koje je uzorkovana naredbom PLAY
- TEARDOWN prekid sesije itd.

#### 5.1.4 RSVP

RSVP (eng. Resource Reservation Protocol) je protokol transportnog sloja za rezervaciju mrežnih resursa. RSVP radi preko IPv4 i IPv6 mreža i osigurava postavljanje rezervacije resursa koje je pokrenuo primatelj za multicast ili unicast podatkovne tokove. Ne prenosi aplikacijske podatke, ali je sličan kontrolnom protokolu ICMP (eng. Internet Control Message Protocol). Protokol može biti korišten od strane usmjerivača za zahtijevanje ili isporuku specifičnih razina QoS-a za aplikacijske podatkovne tokove. Definira kako aplikacije rezerviraju i kako se mogu odreći rezerviranih resursa. RSVP protokol rijetko se primjenjuje u telekomunikacijskim mrežama, proširenje prometnog inženjerstva RSVP-a postaje sve više prihvaćeno u mnogim QoS orijentiranim mrežama. [6]

## 5.2 Signalizacijski protokoli

Razmjenu upravljačkih informacija između mrežnih elemenata u telekomunikacijskoj mreži omogućava signalizaciju. Zadatak signalizacijskih protokola je adresiranje i usmjeravanje, uspostava i prekid poziva te informativne i dopunske usluge. Signalizacija u IP mrežama zahtjeva povezanost uređaja s internetom te da ima svoju adresu. Najvažniji signalizacijski protokoli su: SIP, H.323, SDP i MGCP.

Zahtjevi koje moraju zadovoljiti signalizacijski protokoli u VoIP mrežama su navedeni kako slijedi:

- Omogućiti potrebnu funkcionalnost za uspostavljanje, upravljanje i raskidanje komunikacijskih veza.
- Skalabilnost, omogućiti podrške za veliki broj registriranih krajnjih uređaja i poziva korisnika.

- Fleksibilnost, mogućnost brzog uvođenja nove usluge.
- Standardiziranost, podržavanje interoperabilnosti između rješenja različitih proizvođača.
- Omogućiti upravljanje mrežom i naplaćivanje usluga.

### 5.2.1 SIP

Protokol za pokretanje sesije SIP (eng. Session Initiation Protocol) je signalizacijski protokol, osnovna namjena mu je održavanje, uspostavljanje i raskidanje sesije. Prihvaćen je i razvijen od strane IETF (eng. Internet Engineering Task Force) i ostalih međunarodnih standardizacijskih tijela kao protokol u domenama 3G mobilnih sustava i mrežama buduće generacije NGN (eng. Next Generation Network). Usuglašeno je da protokol SIP predstavlja glavno sredstvo realizacije više medijskih komunikacijskih usluga, prethodilo je migracijom tradicionalnih telekomunikacijskih mreža na ALL IP okruženje. SIP ima mogućnost pozvati nove članove u sesiju ili napraviti novu sesiju. Nezavisan je protokol te se koristi za video konferencije i pozive. [1]

SIP je signalizacijski protokol aplikacijske razine korišten u svrhu prekida i promjene poziva i sesija između sudionika. Lokacije korisnika i preusmjeravanja poziva. Evaluacijom protokol je proširio spektar sesija na multimedije, igre, prisutnost i komunikacija porukama. Protokol je baziran na HTTP (eng. Hypertext Transport Protocol) modelu zahtjeva i odgovora. Zasniva se na transakciji zahtjeva koji pozivaju određenu funkciju poslužitelja te barem jednog odgovora za upit. Orijentiran je na relaciji klijent-poslužitelj.

SIP protokol je slojeviti protokol, prvi ili najniži protokol je njegova sintaksa i kodiranje. Drugi po redu transportni sloj određuje kako i na koji način klijent i poslužitelj šalju i primaju odgovore. Sve komponente SIP protokola moraju imati implementirane UDP (eng. User Datagram Protocol) i TCP (eng. Transport Control Protocol) protokole. SIP signalizacijske poruke tekstualnog su formata, bazirane na HTTP porukama. Poruke se razmjenjuju između mrežnih elemenata s ciljem uspostave multimedijske sesije između dva ili više terminala. Transakcijski sloj upravlja retransmisijama aplikacijskog sloja, transakcija kao što i ime kaže je glavna komponenta protokola SIP i sastoji se od zahtjeva i odgovora. Sloj sadrži klijent i poslužitelj komponentu. Klijent šalje zahtjeve i prosljeđuje

odgovore korisniku, i odgovora na pouzdanu retransmisiju. Postoji osam vrsta zahtjeva i šest tipova odgovora. Najvažniji SIP zahtjevi su, prema [3]:

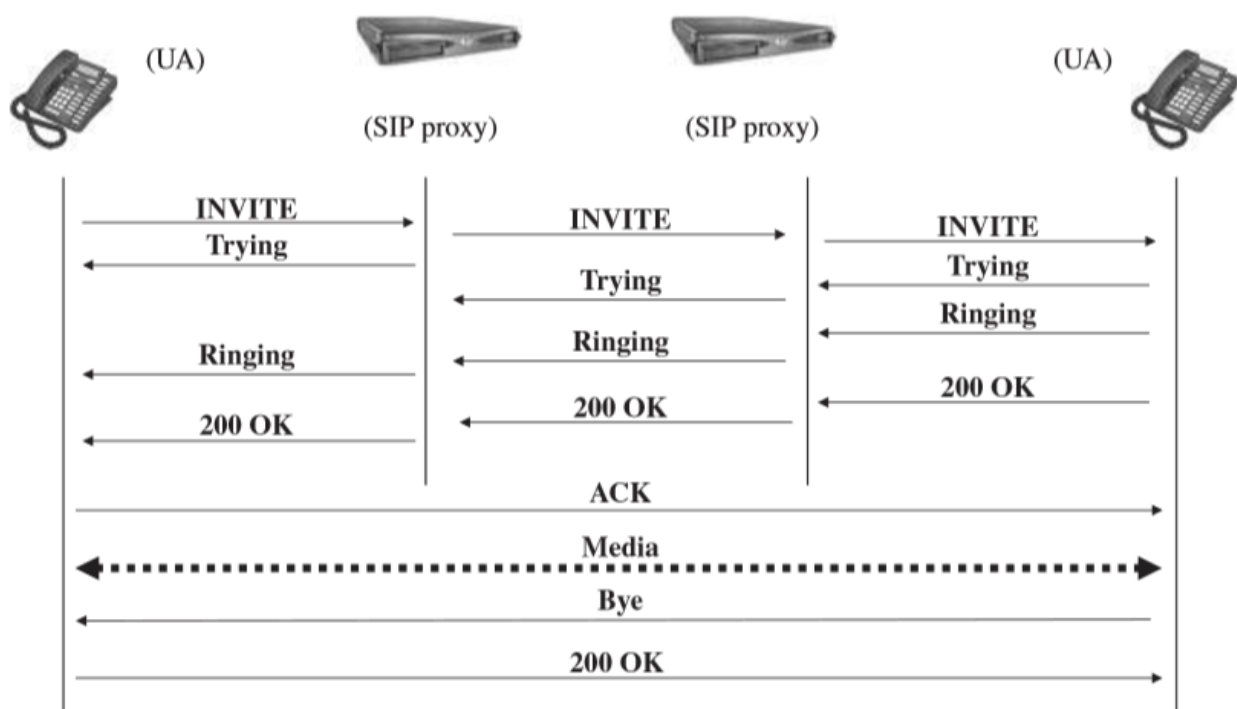
- INVITE (INV): Pokreće sesiju pozivajući korisnika da sudjeluje u njoj. Ovom metodom dogovaraju se parametri komunikacije.
- Cancel (CAN): Metodom se poništavaju SIP zahtjevi za koje još nije stigao završni odgovor.
- Acknowledgment (ACK): Potvrda nove veze.
- Register (REG): Označuje lokaciju korisnika u registracijskom poslužitelju.
- Options (OPT): Upit o mogućnostima poslužitelja (metode, kodeke, itd.).
- INFO metoda omogućuje slanje informacija bez promjene statusa sesije.
- Prack potvrđuje prijem poruke SIP privremenog odgovora kada se zahtjeva pouzdanost slanja.
- UPDATE (UP): ažurira odnosno omogućava promjenu parametara sesije.
- Notify šalje informacije i obavještava korisnike o promjenama stanja veze.

SIP odgovori, prema [3]:

- 100 TRYING: Poruka od proxy poslužitelja, potrebno je određeno vrijeme za pronalazak UAS-a.
- 180 RINGING: UAS je zaprimio INVITE zahtjev.
- 200 OK: Prihvaćen zahtjev.
- Privremen [1xx]: Zahtjev je zaprimljen i nastavlja se obrađivati.
- Uspjeh [2xx]: Zahtjev je uspješno primljen i shvaćen.
- Preusmjeravanje [3xx]: Za ispunjavanje zahtjeva potrebne su dodatne radnje.
- Pogreška korisnika [4xx]: Postoji greška, zahtjev nije moguće ispuniti na tom poslužitelju.
- Pogreška poslužitelja [5xx]: Poslužitelj nije uspio ispuniti zahtjev.
- Globalni neuspjeh [6xx]: Zahtjev je nemoguće ispuniti



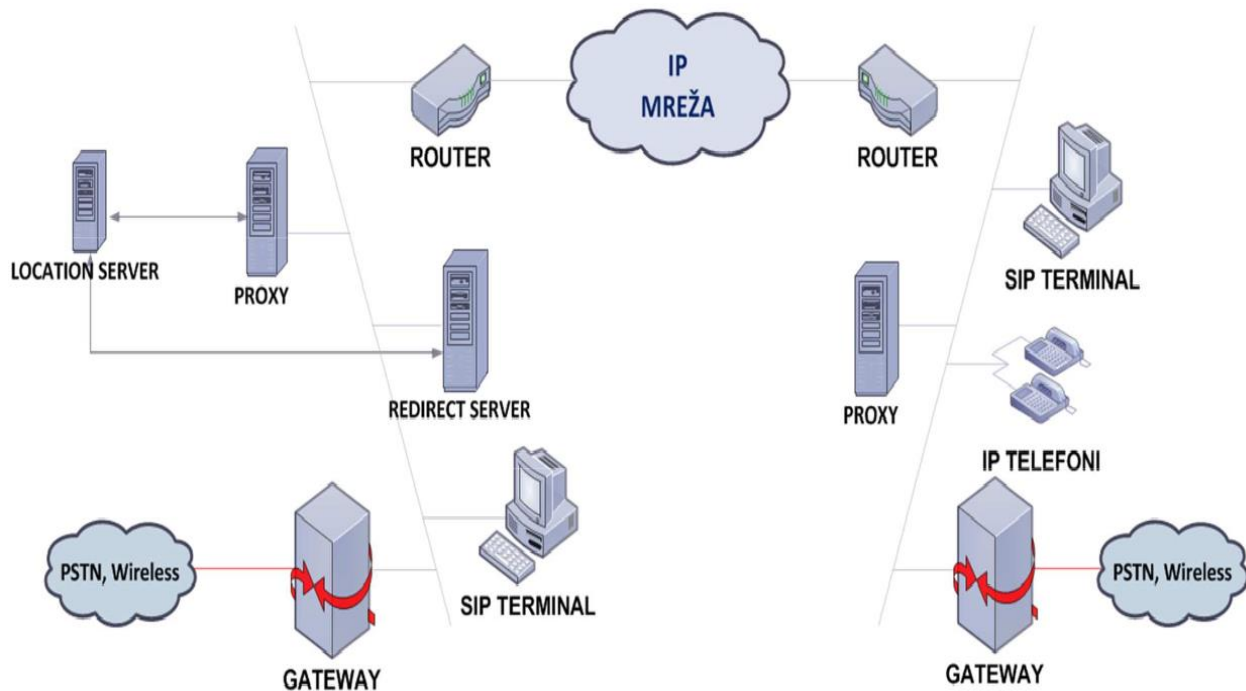
Kako bi se definirala SIP terminologija, na slici 4. prikazan je niz najznačajnijih poruka i glavnih komponenata poziva između SIP-a. Postupci slanja poruke prije dijaloznog okvira razlikuju se od postupka unutar dijaloznog okvira. Poruka INVITE potječe izvan dijaloznog okvira. Prva poruka, INVITE je zahtjev UA klijenta. Poruka kreće od UA, ide preko lokalnog proxy-a i dolazi do drugog UA klijenta. Poruke o napretku i statusu vraćaju se UA klijentu koji je inicirao poziv ako je konačna poruka „200 OK“. Ako UA koji želi uspostaviti vezu zna IP adresu odredišnog UA klijenta, INVITE poruka se može poslati izravno bez uključivanja proxy poslužitelja. Uspostava se odvija preko tri vrste poruke, INVITE, 200 OK i ACK. Poruke kao što su 100 TRYING i 180 RINGING nisu obavezne i nalaze se u skupini informacijskih neobaveznih poruka. Raskid poziva može se ostvariti na bilo kojoj strani veze, jednostavnim slanjem BYE poruke i odgovora OK od druge strane komunikacije. [1]



Slika 4. Uspostava poziva uporabom SIP poslužitelja. Preuzeto od [1].

Najvažnije funkcionalnosti SIP protokola su lokacija i dostupnost korisnika i uspostava i upravljanje, to nam omogućuju sljedeće komponente:

- Korisnički agent (eng. User Agent): Uspostavlja, prihvaća i prekida sesije. Sastoji se od dva dijela UAC (eng. User Agent Client) i UAS (eng. User Agent Server). Korisnički agent šalje i prima odgovore, UAS prima zahtjeve i šalje odgovore. UA aplikacija koje je pokrenula sesiju odašiljanjem ima ulogu UAC-a ali u slučaju raskida sesije poprima ulogu UAS.
- Proxy server: Glavna zadaća proxy poslužitelja je usmjeravanje. Softverski server koji radi kao klijent i poslužitelj. Prema promjeni stanja ima dodatnu podjelu na stateful i stateless ovisno o informaciji o stanju prijenosa.
- Lokacijski server: Omogućuje preusmjeravanje i prosljeđivanje zahtjeva prema lokaciji pozvanog korisnika. Baza podataka gdje proxy pronalazi lokaciju računala ili agenta.
- Registar sadrži informacije o lokaciji i adresi.



Slika 5. SIP arhitektura. Preuzeto od [12].

### 5.2.2 H.323

H.323 je najstariji signalizacijski protokol i jedan od jako bitnih elemenata za uspjeh u VoIP tehnologiji. Puni naziv preporuke je ITU-T Recommendation H.323: Packet-based multimedia communication systems. H.323 je standardni okvir za višemedijsku komunikaciju i podržava prijenos podataka komutacijom paketa. Omogućava funkcije potrebne za video i audio distribuciju u jednom ili oba smjera. 1996. godine izdana je prva verzija H.323 protokola za video terminale koji komuniciraju lokalnim računalnim mrežama. 2009. godine je objavljena sedma verzija ovog protokola. [4]

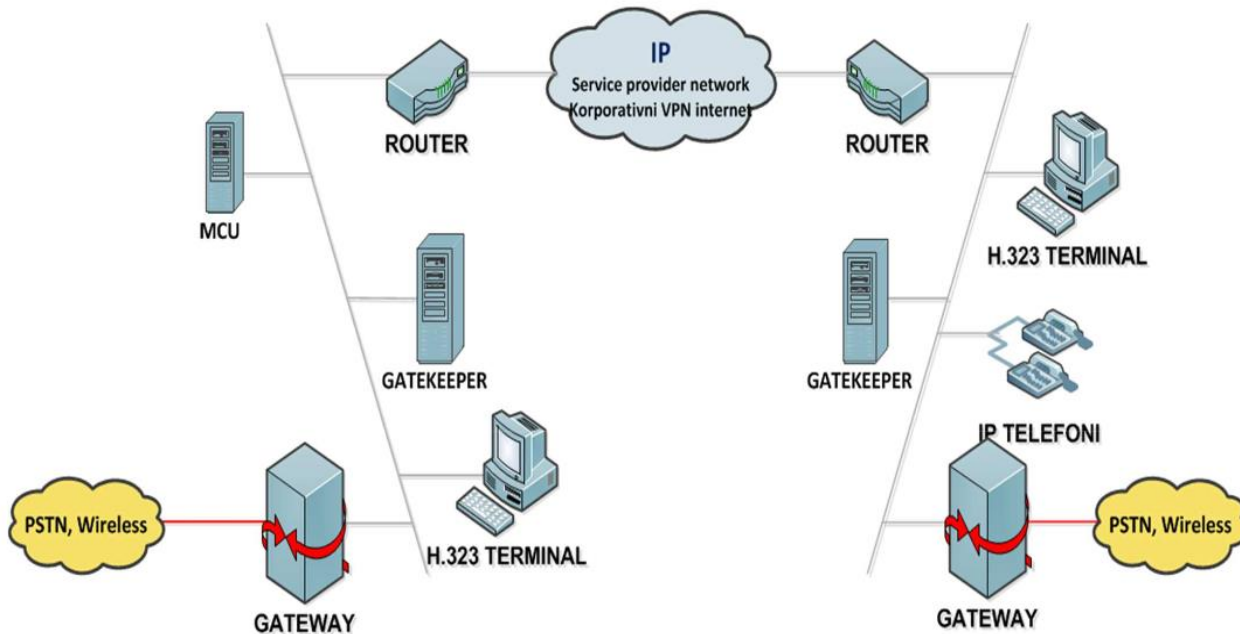
H.323 osnovni je signalizacijski protokol za uspostavu poziva i upravljanje konferencijama i razmjenom medijskih tokova. Sastoji se od nekoliko protokola koji rade zajedno, a svaki obavlja svoj zadatak. Iako H.323 uključuje mnoge preporuke, H.225.0 i H.245 čine glavne signalizacijske protokole i predstavljaju jezgru H.323 protokola. H.225.0 protokol pruža funkcije uspostave i raskidanja H.323 poziva između dviju H.323 krajnje točke. Definiše se i procedura bržeg uspostavljanja medijskog toka, procedura brzog spajanja. H.245 koristi se za kontrolu multimedijских komunikacija. Također se spominju i H.235 za sigurnost, H.246 za kompatibilnost s drugim protokolima, H.450.1, H.450.2, H.450.3.

H.323 protokol može svoju komunikaciju opisati kao skup upravljačkih, podatkovnih, video i govornih paketa. Cjelokupnim sustavom upravlja se pomoću četiri kanala:

- Kanal za signalizaciju poziva: Uspostavlja i prekida pozive između terminalnih uređaja
- Kontrolni kanala H.245: Pouzdan kanal, njime se prenose poruke za uspostavu i raskid medijskih tokova. Koristi se konekcijski način prijenosa podataka. H.245 porukama terminali oglašavaju razmjene tokova podataka, uspostavljaju i raskidaju medijske tokove.
- RAS (H.225.0): Služi za komunikaciju između krajnjih točaka preko nepouzdanog kanala. Obavlja poslove registracije, slanja obavijesti o pozivu i prekidu poziva, promjeni pojasne širine. Zahtjev za registraciju, odbijanje i potvrđivanje poruka, zahtjev za prijem, zahtjev za propusnim opsegom.

- Logički prijenosni kanal: Prijenos video i audio podataka na način da se svaka vrsta medija prenosi odvojeno svojim kanalom

Sustav H.323 definira nekoliko mrežnih elemenata koji rade zajedno kako bi omogućili bogate funkcionalnosti multimedijske komunikacije. Mrežne komponente koje se tu ubrajaju su terminalni uređaj, gateway, gatekeeper i Multi-point Control Unit (MCU).



Slika 6. H.323 arhitektura. Preuzeto od [12].

Terminal je krajnji korisnički uređaj u mreži. Registrira se u LAN mrežu preko Gatekeeper-a. Koristi RTP protokol za prijenos glasa i videa. Krajnji korisnički uređaji predstavljaju IP telefone ili osobna računala. Svakoj krajnjoj točki odnosno terminalu pridružen je određen Gatekeeper. Terminalni uređaji povezuje se samo na IP mrežu. Gateway možemo podijeliti na Media Gateway (MG) i Media Gateway Controller (MGC), koristi se za konverziju protokola. Multipoint Control Unit omogućava konferencijsku komunikaciju između više terminala. Sastoji se od Multi-point Controller-a (MC) on je zadužen za signalizaciju i Multi-point processor (MP) koji je zadužen za obradu medijskog strujanja. [4]

### 5.2.3 SDP

Protokol opisa sjednice SDP (eng. Session Description Protocol) je skup pravila koja definiraju kako se mogu postaviti multimedijske sesije kako bi se omogućilo svim krajnjim točkama da učinkovito sudjeluju u sesiji. Sesija se sastoji od skupa krajnjih točaka komunikacije, zajedno s nizom interakcija između njih. Sjednica se pokreće kada se veza uspostavi i prekida kada sve krajnje točke prestanu sudjelovati. Primjer je videokonferencija koja uključuje više sudionika na različitim geografskim lokacijama. SDP upravljački protokol potreban je za stvaranje, izmjenu i završavanje sesije poput multimedijskih konferencija, internetskih telefonskih poziva. [6]

SDP pruža informacije o imenu i namjeni sesije, broju porta, adresi, vrijeme početka sesije, svrsi, pojasnoj širini. Navedene informacije se prenose u jednostavni tekstualni format. SDP prvenstveno je namijenjen za korištenje u velikim WAN mrežama uključujući i Internet. Medijske informacije koje SDP šalje su audio ili video formata i koristi transportni protokol (UDP ili TCP), [1], [6].

### 5.2.4 MGCP

MGCP (eng. Media Gateway Control Protocol) protokol definira komunikaciju između elemenata za kontrolu poziva i telefonskih pristupnika. To je upravljački protokol koji omogućuje središnjem koordinatoru nadgledanje događaja u IP telefonima i pristupnicima te ih upućuje za slanje medija na određene adrese. MGCP nalaže IP telefonu i pristupniku slanje medija na određene adrese. Agenti za pozive također su poznati kao MGC (eng. Media Gateway Controllers). Kod MGC-a konekcija se uspostavlja na svakoj krajnjoj točki koja će biti uključena u poziv. Drugi logički dio naziva se medijski pristupnik MG (eng. Media Gateway) i on služi za povezivanje VoIP mreže s PSTN-om.

MGCP je standardni protokol za signalizaciju i upravljanje sesijama tijekom multimedijske konferencije. Koristi se za uspostavljanje, održavanje i raskidanje poziva između krajnjih točaka. Protokol definira značenje komunikacije između medijskih pristupnika koji pretvaraju podatke iz formata koji je potreban za circuit-switched mreže u onaj koji je potreban za packet-switched mrežu te kontrolere medijskog pristupnika. [1]

## 6. Unificirane komunikacije

Uvođenjem unificiranih komunikacija postignuto je unaprjeđenje komunikacije s ciljem poboljšanja poslovnih procesa i većoj ulozi korisnika te njegovog sudjelovanja u komunikaciji. Veću integraciju više usluga omogućuje unificiranje glasa, teksta, videa i podataka. Mogućnost kojom nekoliko dobavljača nudi kompletne usluge VoIP-a i unificiranih komunikacija, telefonske mogućnosti na prijenosnim računalima i svim terminalnim uređajima. Unificirane komunikacije su koncept integriranih komunikacijskih usluga poput audio i video konferencije. Unificirane komunikacije mogu se jednostavno pojasniti na primjeru, male, velike ili tek osnovane tvrtke ne mogu opstati bez dvije stvari: komunikacija i organizacija. Poslovna telefonska mreža i raspoređene objedinjene komunikacije osiguravaju tvrtki da ima sve komunikacijske i organizacijske alate.

Korištenjem te tehnologije olakšavaju se pojedini postupci, povećava se produktivnost, efikasnost i ostali pozitivni čimbenici. Zbog sve veće prisutnosti elektroničkih komunikacija došlo je do ujedinjenja više tehnologija u integrirani sustav. Neki od načina kako unificirane komunikacije poboljšavaju komunikaciju, prema [1]:

- Olakšava mobilni rad: Zbog velikih udaljenosti između sudionika uvela se ova mogućnost rada na daljinu. Ova funkcija osobito je važna za osobe koje rade u nekim tvrtkama i preko video konferencija ili nekim drugim načinom mogu prisustvovati u određenim sastancima odnosno poslovima. Također olakšava nam rad ne samo u poslovnom nego i privatnom životu.
- Spajanje udaljenih točaka komunikacije: Ako se posao radi na više različitih dislociranih lokacija, otvaranjem novih središta mora se povezati odnosno priključiti na mrežu koju koriste ostali sudionici.
- Velike financijske uštede, uvođenjem digitalnih sustava smanjuju se troškovi fiksnih mobilnih operatera
- Povećanje produktivnosti: Ovim komunikacija olakšana je mogućnost obavljanja svakodnevnih poslova, samim time povećava se produktivnost djelatnika
- Održavanje: Spajanjem više mreža nema više potrebe za odvojenim održavanjem

## 6.1 Video konferencija

Najpopularnija vrsta unificiranih komunikacija kod krajnjih korisnika. Video konferencija pruža uslugu održavanja konferencije između udaljenih sudionika koristeći mrežu za prijenos video sadržaja i govora u stvarnom vremenu. Najčešće se u upotrebljava u poslovne svrhe i prilikom učenja na daljinu. Signal kojim se vrši prijenos slike i zvuka je digitalan, može se slati na različite načine. Video konferencija najčešće se izvodi unutar LAN mreže ili preko telefonske mreže. Sve video sesije se šalju na jedan zajednički poslužitelj video konferencije s točke gledišta pristupne mreže. Potrebna je ista veličina i vrsta kapaciteta.

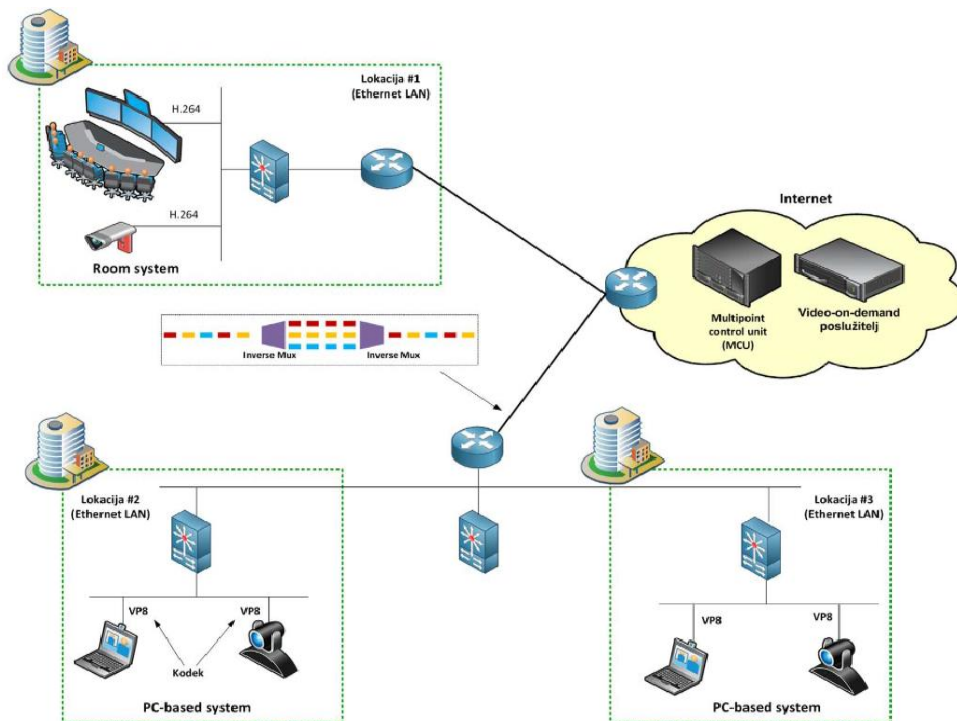
Video konferencija traje dulje nego standardni poziv jer se obično koristi prilikom trajanje sastanka koji traju jedan ili više sati. Za pružanje video konferencije korisnik mora koristiti nekoliko neophodnih stvari kao što su monitor, mikrofoni, zvučnik, projektor i platno i potrebni softver ako želi koristiti ovu mogućnost komunikacije. Osim osnovne opreme koja je neophodna, može se koristiti i dodatna oprema s funkcijama prikazivanja pisanog materijala i grafičkog prikaza. Kvaliteta prijenosa slike i zvuka ovisi o kodeku zato što stvara gubitke prilikom kompresije izlaznog video signala i propusnosti komunikacijske linije. [1]

Kao tip video konferencije koristi se Omnidirectional video. Omnidirectional video snimljen je svesmjernom kamerom. Pruža nam pogled u svim smjerovima, odnosno 360 stupnjeva. Omnidirectional video korišten je u panorami i virtualnoj stvarnosti (eng. Virtual Reality) i snimljen je u rezoluciji 1920x960 velikom brzinom u stvarnom vremenu korištenjem digitalne video kamere. Da bi se postigla stvarno vremenska brzina, potrebno je kontrolirati broj pločica koje se kodiraju. Video je podijeljen u sedam okomitih preklopnih pločica. Svaka pločica ima veličinu 480x1080, 90-stupanjski vodoravni raspon i brzinu od 1,2Mbps. Pokrivanjem pločica potrebno je pokriti što veći dio područja koje korisnik gleda kada okreće glavu. Pločica koja pokriva cijelo područje veličine je 512x256 i kodirana je pri 0,5Mbps. Sustav troši ukupno 3,2Mbps što je razmjerno trenutnim širokopoljnim mrežama. Kada korisnik promjeni dio videozapisa koji gleda, sustav zahtjeva drugu pločicu ali zadržava staru dok mu sustav ne dodijeli novu.

Kašnjenje je oko 5 sekundi, razvojem sustava taj broj trebao bi postati što manji. Sustav također može pružiti pohranu pločica u filmskom formatu na poslužitelju, tako da korisnik ima određen sadržaj uvijek dostupan. [14]

Mrežni elementi potrebni za video konferencijske sustave objašnjeni su u nastavku, prema [1]:

- Koderi i dekoderi; korišteni su u svrhu digitaliziranja i kompresije sadržaja.
- Inverse multipleksori; pojavljuje se u komercijalnim video konferencijama gdje bandwidth nije dovoljan te se signal mora podijeliti u više komponenti i vrši se prijenos preko odvojenih kanala.
- Poslužitelji; video na zahtjev (Video-on-Demand)
- Multipoint control units; služe za prilagodbu kvalitete video sadržaja, centralizirano upravljanje video konferencijom i prikaz sudionika koji sudjeluju u komunikaciji na podijeljenom ekranu.



Slika 7. Arhitektura video konferencije u LAN mreži. Preuzeto od [12].



Postoji podjela video konferencija u vidu načina korištenja, spominjemo stolnu ili desktop video konferenciju. To je najčešći tip korištenja video konferencije. Izvodi se uporabom računala s priključenom kamerom, mikrofonom i zvučnicima. Često se osim razmjene videa i audio signala izmjenjuju i datoteke, podrazumijeva mogućnost dodavanja, obrade i spremanja dokumenta dostupnog u isto vrijeme svim sudionicima komunikacije. Sobna video konferencija namijenjena je sudjelovanju većeg broja korisnika, s osiguranom visokom kvalitetom prijenosa. Spojena na komunikacijsku mrežu spojena nekom broadband vezom ili zakupljenim vodom radi veće propusnosti što rezultira real-time komunikaciju i veću kvalitetu slike i zvuka. Više lokacijska (multi-point) video konferencija razlikuje se od point-to-point komunikacije u kojoj sudjeluju dva korisnika. Multi-point video konferencija odnosi se na komunikaciju većeg broja korisnika smještenih na različitim lokacijama. Multi-point konferencija izvodi se uporabom posebnog uređaja zvanog MCU (eng. Multiple Conference Unit).

## 6.2 Konferencijski poziv

Konferencijski poziv je telefonski poziv koji je moguće voditi s više osoba. Poziv se može započeti s nekoćinom osoba ili dodavanjem sudionika u već postojeći poziv. Sudionici obično mogu sami pozivati konferencijski poziv biranjem telefonskog broja koji se povezuje s konferencijskim prenosnikom. U ranim počecima prenosnik je bio vrlo skup i financijski nedostupan za većinu poduzeća. Dolaskom snažnijih računalnih čipova i memorija prihvatljivih cijena smanjuje se i cijela prenosnika. Već su i rani PBX-ovi nudili mogućnost povezivanja nekoliko sudionika (najmanje dvoje sudionika) u audio konferenciju. Digitalni signali procesori (DSP) cijenu smanjuju još više, omogućuju prenosnicima povezivanje na tisuće vodova u audio konferenciju. Takvi uređaji pružaju telekomunikacijskim operatorima da ponude uslugu besplatnog konferencijskog poziva. Tvrtke obično koriste specijalizirane pružatelje usluga koji održava konferencije ili koji osigurava telefonske brojeve i kodove koje sudionici poziva biraju tako da bi mogli pristupiti sastanku ili konferencijskom pozivu. Komunikacija s više osoba dovodi do boljeg raspolaganja vremenom i samim time smanjuje troškove poziva. [1]

### 6.3 Snimanje poziva

Snimanje poziva vrši se preko PSTN-a ili VoIP-a, i pohranjuje se u digitalnom audio formatu. Davatelji VoIP usluga upravljaju kontrolom poziva i nude korisniku uslugu snimanja poziva. S korisničkom opremom za snimanje pozive je moguće označiti drugim informacijama kao što su datum, vrijeme, broj zaposlenika, telefonskim brojem, internim brojem i drugim podacima. Snimanje razgovora radi se iz sigurnosnih razloga, kontrole kvalitete, dokumentacija raznih transakcija. Zabrinutost zbog povjerljivosti može uputiti na snimanje poziva. Mnogi uređaji, usmjerivači imaju mogućnost dupliciranja medijskih tokova i slanje kopija uređaju za snimanje. Alcatel-Lucent RECORD jedan je primjer softvera za snimanje poziva. [1]

### 6.4 Dodatne mogućnosti unificiranih komunikacija

Jedinstvene komunikacije integriraju mnoge dodatne elemente kao što su videozapis, prisustvo i trenutna poruka. Nekoliko najdostupnijih mogućnosti, prema [1]:

- Povezivanje računala i telefona: Upravljanje telefonima i pozivima na računalu. Pregled dolaznog poziva, upućivanje poziva, snimanje poziva, upravljanje konferencijama.
- Pregled liste poziva: Pregled poziva, propuštenih i prekinutih.
- Privatnost: IP telefon sudjeluje u virtualnoj privatnoj mreži VPN, IPsec i Secure RTP. Može u sve tri plus neke druge metode. Lako se može konfigurirati i poziv iz telefona ili preglednika.
- Faks: Javnim telefonskim brojem primajte faks poruke na svoj email. Dohvatite ih iz bilo kojeg preglednika ili aplikacije na mobilnom telefonu ili stolnom računalu. Pošaljite dokumente i slike na bilo koji faks uređaj.

#### 6.4.1 Glasovna i email pošta

Moguće je korištenje obje vrste tehnologije, zavisno od potreba korisnika i organizacije. Email je elektronička pošta, tekstualni dokument se šalje ili prima od strane korisnika i pohranjuje u sandučić tako da je dokument uvijek dostupan. Unificirane komunikacije imaju za cilj spojiti ove tehnologije. Razvijena je tehnologija koja pretvara glasovnu poštu u tekst. Kada korisnik ostavi glasovnu poštu drugom korisniku pomoću unificiranih komunikacija ta glasovna pošta mijenja format, pretvara se u tekstualni oblik i

šalje korisniku u obliku email pošte. Također moguć je obrnut proces, email pošiljke i tekstualne poruke mogu se pretvoriti u glasovnu poštu. Potrebno je navesti kako originalna poruka ostaje pohranjena u prvobitnom formatu kako bi korisnik mogao provjeriti riječi koje nisu prevedene ili izgledaju sumnjivo. [1]

#### 6.4.2 Integracija SMS poruka

Usluga kratkih poruka (SMS) bila je dio tehnologije GSM mreže od početka. SMS usluga omogućuje slanje i primanje kratkih tekstualnih poruka. Odredište SMS poruke je drugi mobilni uređaj, moguće je i slanje SMS poruka prema aplikacijama za slanje poruka u stvarnom vremenu. SMS porukama uvedena je mogućnost uvida na propušten poziv, moguće je provjeriti saldo računa, platiti parking i mnoge druge opcije.

SMS bazira se na Signalizacijskom sustavu 7. Količina podataka ograničena je na 140 okteta. Koristi li se 7-bitni ASCII kod najveći broj znakova u jednoj poruci je 180, ukoliko se taj broj premaši smatra se da se šalje više SMS poruka. Za neke složene skupove znakova (kineski, japanski, korejski) potreban je 16-bitni Unicode, tako da SMS poruka sadrži svega 70 znakova. SMS poruka na putu do primatelja prolazi kroz SMS centar, ako je mobilni telefon privremeno nedostupan ili isključen poslana poruka se sprema u SMS centar i prosljeđuje korisniku kada mobilni telefon ponovno dođe u stanje dostupnosti. Poruka može biti primljena i u tijeku telefonskog razgovora. Moguće je slanje email poruka putem SMS-a. Prvih 1600 okteta email poruke se raspoređuje u više SMS poruka. Sučelje SMS-a za slanje i primanje poruka može biti kao email. [1]

#### 6.4.3 Instant poruke

Instant poruke (IM) korisnike su educirale o konceptu prisutnosti. Aplikacija za IM pokazuje kontakte koji su na vezi. Bitne razlike između IM-a i SMS-a čine načini prijenosa i vrsta poslužitelja. Poduzeća mogu koristiti IM poslužitelj ukoliko žele pratiti komunikacije unutar vlastitog poduzeća. IM koristi poslužitelj na kojem se korisnici moraju registrirati kako bi dobili vlastiti račun, a zatim se prijaviti tako da potvrde svoju prisutnost. IM može dodati datoteke u poruku, a same poruke mogu biti duže nego kod SMS-a. Protokol XMPP (eng. Extensible Messaging and Presence Protocol) koristi tokove XML (eng. Extensible Markup Language) za prijenos informacija, traženje odgovora i održavanje prisutnosti. Svaki poslužitelj ima odgovornost za autentifikaciju vlastitih registriranih korisnika. IM poslužitelj

iz tog razloga ne može jamčiti ime ili adresu korisnika registriranog na drugom mjestu. Imitacija i krivotvorene adrese su moguće. XMPP adrese mogu biti u bilo kojem pravilno kodiranom skupu znakova. Jedinstvenim krivotvorenjem zamijenivši broj '1' malim slovom 's', korisnik može prebaciti skupinu znakova koji su kreativniji s zbunjujućim znakovima u oponašanju pouzdane adrese ili imena. IM se oslanja na XML preko TCP-a, prijava na IM poslužitelj započinje s TCP vezom dogovorenom s TLS (eng. Transport Layer Security) za šifriranje kanala. Na toj vezi korisnik i poslužitelj otvaraju XML vezu. Postupak je isti kao i početak prijenosa XML dokumenta. Oba kraja vežu svoje resurse na XML tok. Umjesto da se veza prekine nakon konačnog prijenosa, konekcije ostaju otvorene za onoliko vremena koliko je korisnik prijavljen. [1]

## 7. Zaključak

Potreba za komunikacijom dovela je do razvoja prvih telefonskih sustava, koji su bili izuzetno ograničeni. Centrale nisu bile automatizirane, već su zaposlenici prespajali pozive. Tehnologija se razvijala kroz godine, dolaskom modernijih telefonskih sustava i interneta ljudi su osim glasa htjeli mrežom prenositi i ostale multimedijske sadržaje. Razvitkom i dolaskom nekih novih tehnologija kao VoIP i video konferencija to je postalo moguće.

VoIP omogućava obavljanje telefonskog razgovora uporabom već postojeće Internetske veze kao zamjena za standardnu telefoniju. Za razliku od tradicionalne telefonije glas se prenosi u digitalnom obliku u IP paketima. Kvaliteta koju pruža VoIP mora biti bolja ili barem jednake kvalitete kao ona u telefonskoj mreži. Prednost koju pruža VoIP u odnosu na standardnu telefoniju je financijski pogodnija, dozvoljeno kašnjenje ovisi o kodeku, širina pojasa potrebna za jedan poziv u jednom smjeru je 64kbps, i dozvoljen gubitak paketa za visoku kvalitetu je 1%.

Uvođenjem unificiranih komunikacija postignuto je unaprjeđenje komunikacije s ciljem poboljšanja poslovnih procesa i poboljšanja prijenosa multimedijskih sadržaja. Kad su elektroničke komunikacije postale dostupne u IP obliku došlo je do ujedinjenja svih različitih komunikacijskih tehnologija u integrirani IP sustav. Unificirane komunikacije donose neke prednosti kao što su velike financijske uštede, povećanje produktivnosti, itd. Kada se govori o unificiranim komunikacijama spominjemo u prvom redu video konferenciju i konferencijski poziv. Obje vrste konferencija pruža uslugu održavanja konferencije između udaljenih sudionika koristeći mrežu za prijenos video sadržaja i govora u stvarnom vremenu. Signal kojim se vrši prijenos slike i zvuka je digitalan, može se slati na različite načine.

Ovisno o tipu multimedijalnog sadržaja, koriste se različite mreže razvijene za prijenos isključivo multimedijalnog sadržaja na osnovu protokola i preporuka određenih od standardizacijskih tijela. Interoperabilnost različitih proizvođača opreme integrirane su u arhitekturu multimedijalne mreže. VoIP i unificirane komunikacije omogućuju prijenos multimedijalnog sadržaja mrežom. Omnidirectional video je tehnologija koja predstavlja osnovu budućih telekomunikacija. U budućnosti se očekuje bolji razvitak mreža za prijenos multimedijalnog sadržaja, s tim i veće brzine prijenosa.

## LITERATURA

- [1] Flanagan, A.: VoIP and Unified Communication, Wiley, New Jersey, 2012
- [2] Sigurnosni aspekt VoIP tehnologije. Preuzeto sa:  
<https://www.cis.hr/www.edicija/LinkedDocuments/CCERT-PUBDOC-2006-03-151.pdf>  
(Pristupljeno: Lipanj 2019.)
- [3] N. Biondić, M. Vukušić-Vasiljevski, L. Medak, V. Bolt, V. Vrlika: Protokol za pokretanje sesije. Preuzeto sa:  
[http://arhiva.ericsson.hr:8080/etk/revija/Br\\_1\\_2005/protokol\\_za\\_pokretanje\\_sesije.pdf](http://arhiva.ericsson.hr:8080/etk/revija/Br_1_2005/protokol_za_pokretanje_sesije.pdf)  
(Pristupljeno: Lipanj 2019.)
- [4] Z. Tripalo, Ž. Solari Štambuk, S. Lerotić, V. Marčić: Protokol H.323. Preuzeto sa:  
[http://arhiva.ericsson.hr:8080/etk/revija/Br\\_2\\_2005/h323.pdf](http://arhiva.ericsson.hr:8080/etk/revija/Br_2_2005/h323.pdf) (Pristupljeno: Srpanj 2019.)
- [5] S. Horvatić: Evolucija telefonskih sustava. Preuzeto sa:  
[http://arhiva.ericsson.hr:8080/etk/revija/Br\\_2\\_2004/evolucija\\_tel\\_sustava.pdf](http://arhiva.ericsson.hr:8080/etk/revija/Br_2_2004/evolucija_tel_sustava.pdf)  
(Pristupljeno: Srpanj 2019.)
- [6] Arora. R.: Voice over IP: Protocols and Standards. Preuzeto sa:  
[https://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-99/ftp/voip\\_protocols.pdf](https://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-99/ftp/voip_protocols.pdf) (Pristupljeno: Lipanj 2019.)
- [7] Henning. S, Anup.R.: Real Time Streaming Protocol. Preuzeto sa:  
<https://tools.ietf.org/html/rfc2326> (Pristupljeno: Lipanj 2019.)
- [8] Multimedijalni elementi. Preuzeto sa:  
<https://spomenkakocis.files.wordpress.com/2014/01/multimedijskripta.pdf> (Pristupljeno: Srpanj 2019.)
- [9] Peraković. D., Periša. M., Šarić. S., Forenbacher. I.: Arhitektura telekomunikacijske mreže. Preuzeto sa:  
[https://www.weboteka.net/fpz/Arhitektura%20telekomunikacijskih%20mre%C5%BEa/2016-2017/02\\_Definiranje\\_osnovnih\\_pojmova\\_telekomunikacijskih\\_mreza.pdf](https://www.weboteka.net/fpz/Arhitektura%20telekomunikacijskih%20mre%C5%BEa/2016-2017/02_Definiranje_osnovnih_pojmova_telekomunikacijskih_mreza.pdf)  
(Pristupljeno: Srpanj 2019.)

- [10] Internet stranica: [https://www.ericsson.hr/etk/revija/Br\\_1\\_2001/govor\\_slike/3.jpg](https://www.ericsson.hr/etk/revija/Br_1_2001/govor_slike/3.jpg)
- [11] Internet stranica: [http://www.avr.hr/video-konferencija-sto-je-to-i-kako-funkcionira~tekst\\_388.html](http://www.avr.hr/video-konferencija-sto-je-to-i-kako-funkcionira~tekst_388.html) (Pristupljeno: Srpanj 2019.)
- [12] Šarić S., Forenbacher, I.: Autorizirana predavanja iz kolegija Arhitektura telekomunikacijske mreže: VoIP sustavi. Preuzeto sa: [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/A/Arhitektura\\_telekomunikacijske\\_mreze/Materijali/6\\_Arhitektura\\_multimedijskih\\_mreza\\_-\\_10112016.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/A/Arhitektura_telekomunikacijske_mreze/Materijali/6_Arhitektura_multimedijskih_mreza_-_10112016.pdf) (Pristupljeno: Srpanj 2019.)
- [13] Protocol and Standards. Preuzeto sa: [https://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-99/ftp/voip\\_protocols/](https://www.cse.wustl.edu/~jain/cis788-99/ftp/voip_protocols/) (Pristupljeno: Lipanj 2019.)
- [14] Live streaming system for omnidirectional video. Preuzeto sa: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7223439> (Pristupljeno: Rujan 2019.)
- [15] Multimedia Networks and Communication. Preuzeto sa: [http://mclab.hufs.ac.kr/mediawiki/images/f/f0/MM\\_Networks\\_Comm.pdf](http://mclab.hufs.ac.kr/mediawiki/images/f/f0/MM_Networks_Comm.pdf) (Pristupljeno: Kolovoz 2019.)
- [16] Basic of Speech Processing (Vocoder). Preuzeto sa: <https://www.slideshare.net/ShradheshwarVerma/speech-coding> (Pristupljeno: Rujan 2019.)

## POPIS KRATICA

DSP (eng. Digital Signal Processing)

HTTP (eng. Hyper Text Transfer Protocol)

ICMP (eng. Internet Control Message Protocol)

IETF (eng. Internet Engineering Task Force)

IP (eng. Internet Protocol)

ITSP (eng. Internet telephony service provider)

ITU-T (eng. International Telecommunication Union-Telecommunication)

MCU (eng. Multi-point Control Unit)

MG (eng. Media Gateway)

MGC (eng. Media Gateway Controller)

MGCP (eng. Media Gateway Control Protocol)

NGN (eng. Next Generation Network)

PSTN (eng. Public Switched Telephone Network)

QoS (eng. Quality of Service)

RAS (eng. Registration/Admission/Status)

RSVP (eng. Resource Reservation Protocol)

RTP (eng. Real-time Transport Protocol)

RTCP (eng. Real Time Control Protocol)

RTSP (eng. Real Time Streaming Protocol)

SDP (eng. Session Description Protocol)

SIP (eng. Session Initiation Protocol)

SMS (eng. Short Message Service)



TCP (eng. Transport Control Protocol)

UAC (eng. User Agent Client)

UAS (eng. User Agent Server)

UDP (eng. User Datagram Protocol)

VOIP (eng. Voice over Internet Protocol)

XML (eng. Extensible Markup Language)

XMPP (eng. Extensible Messaging and Presence Protocol)

## POPIS SLIKA

Slika 1. Segmentacija telekomunikacijske mreže. ....	3
Slika 2. VoIP arhitektura.....	11
Slika 3. Protokoli u mrežama za prijenos multimedijskog sadržaja. ....	13
Slika 4. Uspostava poziva uporabom SIP poslužitelja.....	19
Slika 5. SIP arhitektura. ....	20
Slika 6. H.323 arhitektura. ....	22
Slika 7. Arhitektura video konferencije u LAN mreži. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>