

# Problem slanja telefaksa preko digitalnih mreža

---

Serdarušić, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:373205>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-15**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE U OSIJEKU  
**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I  
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK**

ZAVRŠNI RAD

**Problem slanja telefaksa preko digitalnih mreža**

Luka Serdarušić

Osijek, rujan 2020.

## Sadržaj

1. Uvod .....	3
2. DIGITALNA MREŽA INTEGRIRANIH USLUGA I JAVNA KOMUTIRANA TELEFONSKA MREŽA.....	4
2.1. JAVNA KOMUTIRANA TELEFONSKA MREŽA.....	4
2.2. DIGITALNA MREŽA INTEGRIRANIH USLUGA.....	6
2.3. Problem slanja telefaksa .....	7
3. MGCP ( <i>Media Gateway Control Protocol</i> ) .....	9
3.1. MGCP – pojašnjenje funkcioniranja protokola .....	9
3.1.1. Uvjeti za ostvarivanje mogućnosti uspostave poziva putem MGCP-a.....	10
3.1.2. Kontrola resursa preko kojih se odvija poziv .....	11
3.1.3. Transport .....	11
3.1.4. Sigurnosni zahtjevi protokola .....	11
3.2. VoIP rješenje.....	12
4. T.30 protokol.....	14
4.1. Faze poziva telefaksom T.30 protokola .....	15
4.1.1 Faza A – Uspostava poziva.....	15
4.1.2. Faze B, C i D - postupak slanja telefaksa .....	16
4.1.3. Faza E - završetak poziva .....	17
4.2. Uloga tona poziva u ostvarivanju uspješne komunikacije.....	17
5. T.38 protokol .....	19
5.1. T.38 telefaks veza .....	21
5.2. Realiziranje poziva putem T.38 protokola .....	23
5.3. Sigurnost upotrebe telefaksa putem T.38 protokola .....	25
6. Zaključak.....	26
7. Literatura.....	27
Sažetak.....	29
Abstract .....	30
Životopis.....	31

## 1. Uvod

Iz perspektive suvremenog korisnika telekomunikacijskih usluga, pojam telefaks čini se terminom koji referira na zastarjelu tehnologiju. Ipak, u vrijeme nastanka predstavljao je veliki zamah razvoju tehnologije prijenosa podataka, a koristi se i danas, kao alat koji u pojedinim aspektima mogu efikasno zamijeniti suvremene sustave. U radu je prikazana analiza sustava rada telefaksa i rješenja koja su razvijana usporedno s unapređenjem tehnoloških mogućnosti mreže.

Telefaks je najprije funkcionirao u analognoj tehnologiji, odnosno u komunikacijskim sustavima koji su bili bazirani na tada jedino dostupnoj analognoj tehnologiji, no napretkom tehnologije i prelaskom na IP (*Internet Protocol*) mrežu telefaks je pretrpio izmjene s aspekta protokola [1]. Unutar IP mreže telefaks se šalje FoIP protokolom (*Fax over Internet protocol*) odnosno slanjem faksa putem interneta. Napredak u tehnološkom razvoju analogne mreže u digitalnu, u kontekstu telefaksa ogleda se kroz nekoliko ključnih karakteristika: FoIP protokol upotrebljava postojeću mrežu (nema potrebe za posebnom analognom mrežom), omogućuje slanje i primanje na udaljenijim lokacijama, a faksovi se osim slanja mogu i sačuvati, u obliku slike ili datoteke, lako ih je spremirati, arhivirati ili sortirati. Zahvaljujući brzini prijenosa, jednostavnom rukovanju, dostupnoj cijeni i mogućnosti povezivanja putem telefonskoga priključka, taj je sustav početkom 80-ih revolucionirao poslovnu i privatnu razmjenu informacija, potpuno potisnuo telegrafiju te donekle postao alternativa klasičnom poštanskom prometu.

Iako je zlatno doba telefaksa bio kraj 20. stoljeća, razvoj digitalnog prijenosa podataka i rješavanje problema koji su se pojavljivali u tom procesu, doveli su do razvoja danas dominantnog interneta. U ovome radu prikazan je rad telefaksa u analognoj mreži, prijelaz na digitalnu mrežu, te problematika koja nastaje tijekom digitalnog prijenosa. U drugoj točki je opisana digitalna i analogna javna komutirana telefonska mreža. U trećoj točki je opisan protokol za kontrolu medijskog prilaza i prikazano rješenje za slanje telefaksa preko VoIP mreže. U četvrtoj i petoj točki su detaljno prikazani protokoli T.30 i T.38 koji su usko vezani uz rješenja problema slanja telefaksa preko digitalnih mreža.

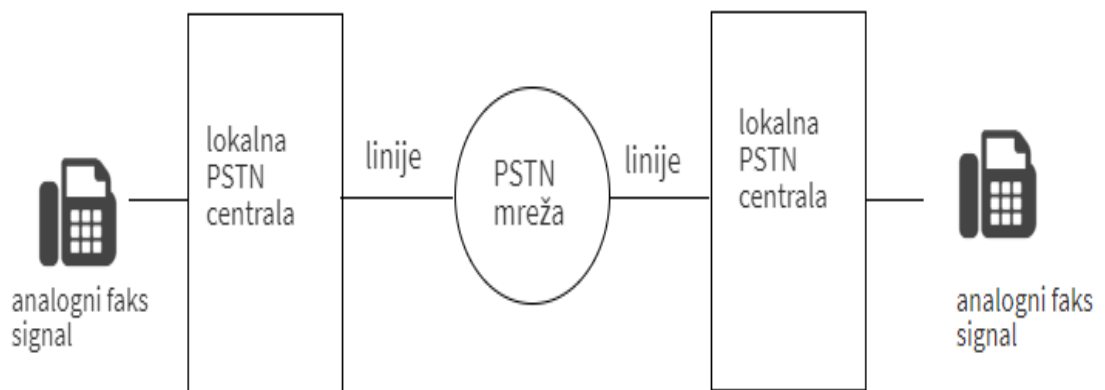
## 2. Digitalna mreža integriranih usluga i javna komutirana telefonska mreža

Javna komutirana telefonska mreža je pojam koji je usko vezan uz analogni prijenos. U ovom poglavlju upoznat ćemo se s osnovnim karakteristikama mrežnih sustava preko kojih je razvijana komunikacija putem telefaksa, kako bi vidjeli mogućnosti i zahtjeve prilikom kreiranja komunikacijskih protokola.

### 2.1. Javna komutirana telefonska mreža

Javna komutirana telefonska mreža (PSTN - *Public Switched Telephone Network*) je bila jedna od najvećih telefonskih mreža u svijetu. Inicijalno je bila potpuno analogna i s napretkom tehnologije ona se polako počela digitalizirati. Bila je posvećena prijenosu govora i telefaksa kroz govorne komunikacijske kanale.

Telefonski poziv u ovom sustavu prospaja se kroz niz međusobno povezanih čvorova javne komutirane telefonske mreže organizirane hijerarhijski. Na lokalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini postoje različite infrastrukture koje funkcioniraju na isti način [2]. Čvorovi se mogu klasificirati u četiri skupine, ovisno o funkciji i mjestu u hijerarhiji. U smjeru od korisnika ka prvoj komutaciji, prvo čvorište jesu uređaji poput telefona i telefaksa. Oni korisniku omogućuju pristup uslugama putem lokalne mreže – LAN (*Local Area Network*). Sljedeći u nizu je čvor za prijenos. Sastoji se od opreme i medija koji prenose informacije između čvorova mreže, poput pojačala, repetitora i slično. Nakon toga pristupni čvor povezuje korisnika s jezgrom mreže i on se fizički nalazi u telefonskoj centrali. Na kraju, jezgra je središnja mreža koja pruža usluge korisnicima koji su povezani pristupnom mrežom. Jedna od glavnih funkcija jezgre je usmjeravanje poziva preko javno komutirane telefonske mreže [3]. To uključuje odluku o uspostavi, trajanju odnosno komunikaciji, i prekidu veza, i dostavljanju podataka do krajnjeg korisnika. Javno komutirana telefonska mreža bila je jedna od najvećih svjetskih analognih mreža koja je spajala korisnike cijelog svijeta, što je dovodilo ponekad do degradacije kvalitete poziva, što je osnovni problem ove mreže prilikom slanja telefaksa.



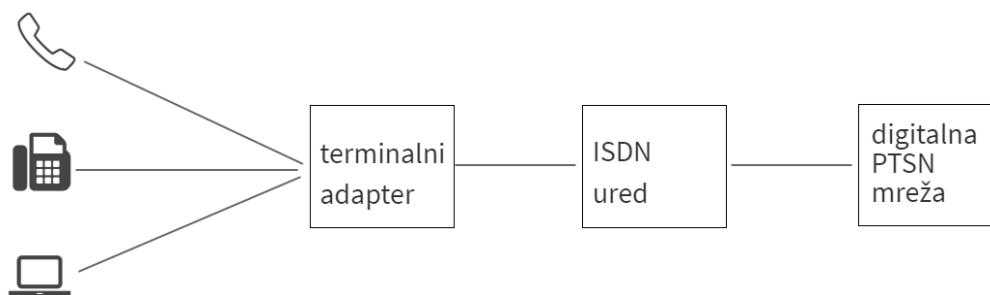
*slika 2.1. shematski prikaz slanja telefaksa preko javno komutirane telefonske mreže*

Brzina prijenosa podataka putem javno komutirane telefonske mreže ograničena je kapacitetom mreže, što se unaprijedilo nadogradnjom kroz digitalnu mrežu čime je omogućena veća propusna širina kanala, a što je dalje dovelo do toga da mreža podržava mnogo više od govorne komunikacije. Unutar sustava javno komutirane telefonske mreže analogna centrala pruža usluge korisniku, a one su zamijenjene kombinacijom digitalnih centrala koji rezultiraju eliminacijom problema slabljenjima signala u analognoj mreži. Digitalne centrale su usko vezane uz DLC(*digital loop carrier*). To je digitalna petlja koja se nalazi blizu krajnjeg korisnika čime se proširuje doseg centrale i smanjuje mogućnost izobličenja i slabljenja signala.

## 2.2. Digitalna mreža integriranih usluga

Digitalna mreža integriranih usluga ( *Integrated Services Digital Network* ) je vrsta mreže koja omogućava prijenos različitih komunikacijskih usluga, slanje podatkovnih podataka i faksova [4]. Implementiranje digitalne mreže integriranih usluga u telekomunikacijsku mrežu postiglo se to da je A/D konverzija došla do samoga korisnika. Digitalna mreža integriranih usluga prenosi sliku, video, glasove i informacije. Digitalna mreža integriranih usluga predstavlja digitalnu nadogradnju postojeće telefonske linije, jer koristi bakrene parice analogne linije i unaprjeđuje ih u digitalne linije. Digitalna mreža integriranih usluga je nastala kao rješenje za analognu telekomunikaciju, odnosno za unapređenjem svih nedostataka koje je analogna telekomunikacija imala, primjerice da se riješi šuma, jer što dalje glas putuje kroz priključke kvaliteta glasa se smanjuje. Također, analogni signali prenose manje informacija po sekundi nego digitalni. Za pristup internetu preko ove vrste potrebno je imati priključak za digitalnu mrežu integriranih usluga (ISDN priključak), modem i korisnički račun kod davatelja Internet usluga. Postoje dva osnovna tipa pristupa digitalnoj mreži. Prvi je osnovni pristup (*Basic Rate Interface* – BRI) koji se sastoji od dvije telefonske linije, B kanal brzine 64 kbps i jednog D kanala 16 kbps, što znači da je ukupna brzina  $128 (2 \times 64) + 16$  kbps. Primarni pristup (*Primary Rate Interface* - PRA) – sastoji se od 30 B kanala i jednog D kanala, ukupne brzine  $1.920 (30 \times 64) + 64$  kbps. Osnovni pristup većinom se koristi u kućanstvu i u manjim poduzećima, dok se primarni pristup koristi za veće ustanove i tvrtke.

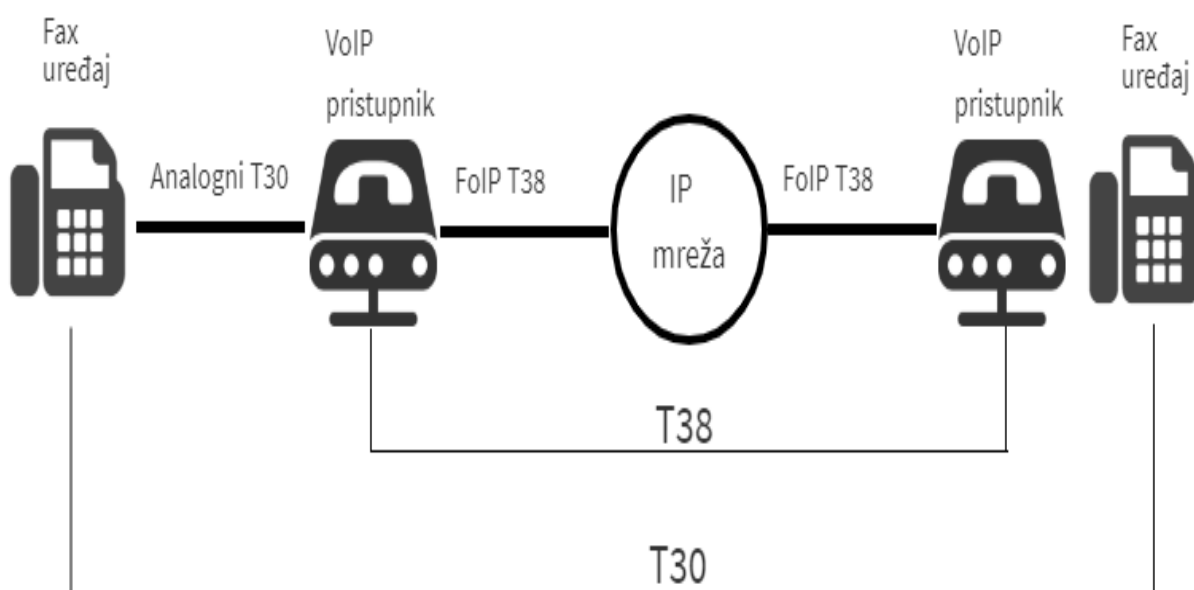
Nekoliko je dobrih osobina digitalne mreže integriranih usluga: svega par sekundi potrebno je za uspostavljanje veze [5], digitalan sustav propusnosti 64 kb/s po kanalu, mogućnost prijenosa telefaksa, audio (glasova), videa i računalnih podataka, mogućnost potpunog odvajanja kanala za obavljanje različitih funkcija, a moguće je spojiti do 8 uređaja na jednu liniju. U posljednjih 10 godina ISDN je zamijenjen mnogim priključcima širokopolasnog pristupa internetu kao što su DSL, kabelskim modovima i ostalim jeftinijim i bržim tehnologijama.



slika 2.2. shema ISDN-a

### 2.3. Problem slanja telefaksa

Slanje telefaksa preko digitalnih mreža odvija se tako da se pristupnik povezuje na analogni faks uređaj emulacijom analogne linije, odnosno pretvara analognu signalizaciju faksa opisano preporukom T.30 i slikovne podatke u digitalnu formu, koja se prenosi na udaljenu stranu preko digitalne mrežne veze ili pomoću T.38 protokola. Uređaj na daljoj strani može biti faks uređaj T.38 s omogućenom FoIP-om ili drugi pristupnik koji pretvara primljene IP podatke natrag u T.30 za prijenos na faks uređaj. Proces je prikazan na slici 3.



slika 2.3. Shema FoIP-a

Do problema slanja telefaksa dolazi jer digitalni podaci nisu zaštićeni od mrežnih oštećenja kao što je slučaj kod VoIP-a [6]. Primjeri gubitka podataka, odnosno neuspjelog slanja telefaksa:



- Odbačeni i zakašnjeni paketi koji mogu biti uzrokovani zagušenjem mreže. Kada se podaci o telefaks signalizaciji izgube u odbačenim paketima, telefaks poziv ne uspijeva;
- U slučaju da telefaks signalizacija kasni preko određenog vremenskog intervala, prijemni telefaks terminal može prekinuti poziv i telefaks ne uspijeva;
- Usprkos tome što e-pošta i *web* stranice mogu ponovno slijediti pakete, s malim upozorenjem za korisnika, telefaks paketi izvan redosljeda mogu prekinuti potrebnu signalizaciju i uzrokovati da telefaks poziv ne uspije;
- Paketizacija može uzrokovati prekide u protoku bita, što dovodi do različitih sinkronizacija van perioda između telefaks uređaja i krajnje točke, a što dovodi do prekida veze;
- U slučaju da oba telefaks uređaja pokušavaju nazvati jedni druge dolazi do prekida veze;
- Poziv telefaksa prestaje ako jedan od tajmera protokola istekne;
- Ako paket koji sadrži podatke o telefaks signalizaciji negdje zastao prema krajnjoj vezi, uređaj može izgubiti sinkronizaciju što dovodi do neuspjelog poziva;
- Ako verzije telefaks uređaja nisu kompatibilne (imaju različite verzije telefaks protokola koje ne djeluju međusobno) poziv neće moći uspjeti;
- Brojni telefaks uređaji nisu implementirali T.38 protokol što znači da je potrebna pretvorba protokola unutar putanje poziva, u suprotnome poziv neće biti moguć.

### 3. MGCP (*Media Gateway Control Protocol*)

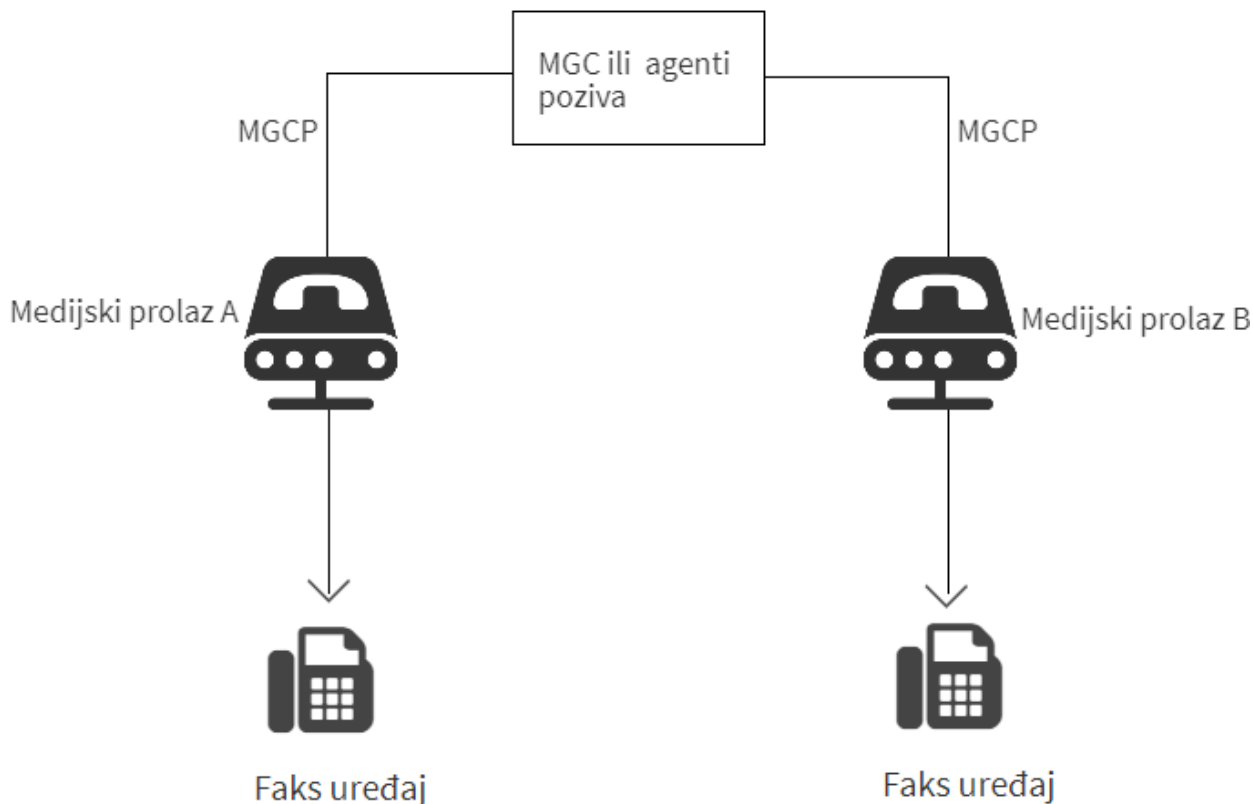
Protokol upravljanja medijskim prilazom (*Media Gateway Control Protocol*) je komunikacijski protokol koji služi za signalizaciju i kontrolu poziva koji se koristi u telekomunikacijskim sustavima za govor preko IP (VoIP), te predstavlja jedan od prvih implementiranih VoIP signalnih protokola. Provodi arhitekturu protokola za upravljanje medijskim prilazom za kontrolu medijskih pristupnika povezanih s javnom telefonskom mrežom (PSTN).

#### 3.1. MGCP – pojašnjenje funkcioniranja protokola

Ovaj protokol pretpostavlja arhitekturu kontrole poziva gdje je središte kontrole izvan pristupnika (*Gateway*) i njime upravljaju vanjski elementi upravljanja pozivima koji se nazivaju MGC-ovi ili agenti poziva (*CA - calling agents*). Sustav MGCP pretpostavlja da ti elementi kontrole poziva sadrže podatke za slanje naredbi ka *gatewayima* (krajnjim korisnicima), koji su pod njihovom kontrolom kako bi uspostavili poziv [3]. Prema tome, krajnji korisnici izvršavaju naredbe koje su k njima poslali agenti. Nakon toga uspostavlja se poziv.

U tom procesu, koji može da uključi različite vrste mreža, funkcija medijskog pristupnik (MG – *Media Gateway*) osigurava preslikavanje medija između potencijalno različitih mreža. Tako na primjer, MG može prekinuti *Switched circuit network* (SCN – koju čine trupovi i petlje), pakira tok medija i isporučuje pakirani promet paketnoj mreži. U slučaju da se medijski sadržaji prebacuju iz paketne mreže u SCN, ove funkcije protokol bi obavljao obrnutim redoslijedom.

MG-ovi se mogu graditi na više različitih načina, ovisno o tome gdje su; ako je potrebno provode se konverzije medija i kodiranje. Funkcije za koje se pretpostavlja da su unutar MG-a ne smiju biti pristrane prema određenoj arhitekturi. Na primjer, najave u MG-u se mogu dostaviti putem medijskih izvora, resursa nositelja ili samim prekidanjem. Ta razlika ne smije biti vidljiva MGC-u, već protokol mora biti u mogućnosti izdati identičan zahtjev za dvije različite implementacije i postići identičnu funkcionalnost. Iako je prilagodba medija biti MG-a, nije potrebno da je ova karakteristika uključena u svaki proces. MG može povezati dva izvora iste vrste. Potrebna konverzija medija ovisi o vrsti medija koje podržavaju resursi koji se spajaju.



slika 3.1. Shema MGCP-a

### 3.1.1. Uvjeti za ostvarivanje mogućnosti uspostave poziva putem MGCP-a

Kako bi se stvorili uvjeti za uspostavu poziva, prije svega potrebna je rezervacija resursa putem kojih će se ostvariti komunikacija dvije strane. Protokol mora podržati rezervaciju terminala nositelja i medijske izvore za potrebe konkretnog poziva, zatim dopustiti upotrebu svih resursa u jednoj razmjeni poruka između zadanih terminala i na kraju, rezervaciju koja podrazumijeva određeno vremensko trajanje učiniti aktivnom dok se MGC ne odjavi.

U tom smislu, protokol treba ostvariti podršku za povezivanje od strane nositelja usluge, podržavati konekcije koje uključuju različite vrste transporta u bilo kojoj kombinaciji (TDM, analogni, ATM, IP ili FR), omogućiti specifikaciju linije poziva i podržavati jednosmjerne i dvosmjerne tokove medija [3]. Vrste medija koji su podržani su različiti (zvuk, tekst, video itd.), a unutar protokola omogućena je transformacija medija, stoga ovaj protokol omogućuje i podršku u posredovanju protoka između dvije različite vrste transporta, podršku pozivu u slučaju pojave odjeka i podršku posredovanju kodiranju različitog sadržaja. U tom smislu važno je istaknuti da ovim protokolom također trebaju biti dopuštene neke mogućnosti u odnosu poziva

prema mreži, poput mogućnosti modifikacije postojećeg poziva u slučaju potrebe za većom kompresijom, ako je protok nedovoljan. Uz to, veza može biti ostvarena između dvije točke ili od jedne točke ka više njih.

### 3.1.2. Kontrola resursa preko kojih se odvija poziv

U cilju omogućavanja nesmetane komunikacije između dvije ili više strana, MGC protokol utvrđuje niz kontrolnih aktivnosti kojima je cilj spriječiti eventualne smetnje. Tako protokol dopušta MG-u izvještavanje o promjenama u statusu fizičkih subjekata i resursa zbog kvarova, oporavka ili administrativnih operacija [3]. Protokol treba biti u stanju prijaviti je li završetak poziva iniciran ili se dogodio nevoljno tijekom uporabe.

Protokol bi trebao biti definiran tako da pristupnici mogu odgovoriti relativno kratkim, unaprijed spremljenim odgovorom mehanizmu za pronalaženje. Općenito, ako protokol definira mehanizam koji omogućuje MGC-u određivanje postavki ili parametara za resurs ili vezu u MG-u, a MG-u nisu potrebni za podršku svih mogućih vrijednosti za tu postavku ili parametar, tada bi mehanizam otkrivanja trebao omogućiti MGC metodom koja određuje koje moguće vrijednosti, kao što su podešavanja ili parametri, su podržane u određenom MG-u.

Protokol, također, osigurava mehanizam za otkrivanje trenutno dostupnih resursa u MG-u, gdje su resursi u statusu uporabe te stoga MGC ne može pouzdano pratiti potrošnju takvih resursa. Također bi trebalo biti moguće da otkrije resurse koji se trenutno koriste kako bi se uskladile nedosljednosti između MGC-a i MG-a.

### 3.1.3. Transport

Prilikom transporta poruka MGC protokol pretpostavlja da temeljna mreža na kojoj se odvija komunikacija sadrži niz potencijalnih problema, kako bi na njih uspješno odgovorio. U tom kontekstu, pretpostavlja mogućnost da poruka prometuje preko velikih dijeljenih mreža, gdje pretpostavke o brzini prijenosa nisu moguće, gdje nije osigurana pouzdana dostava poruka, kao ni njihov redoslijed.

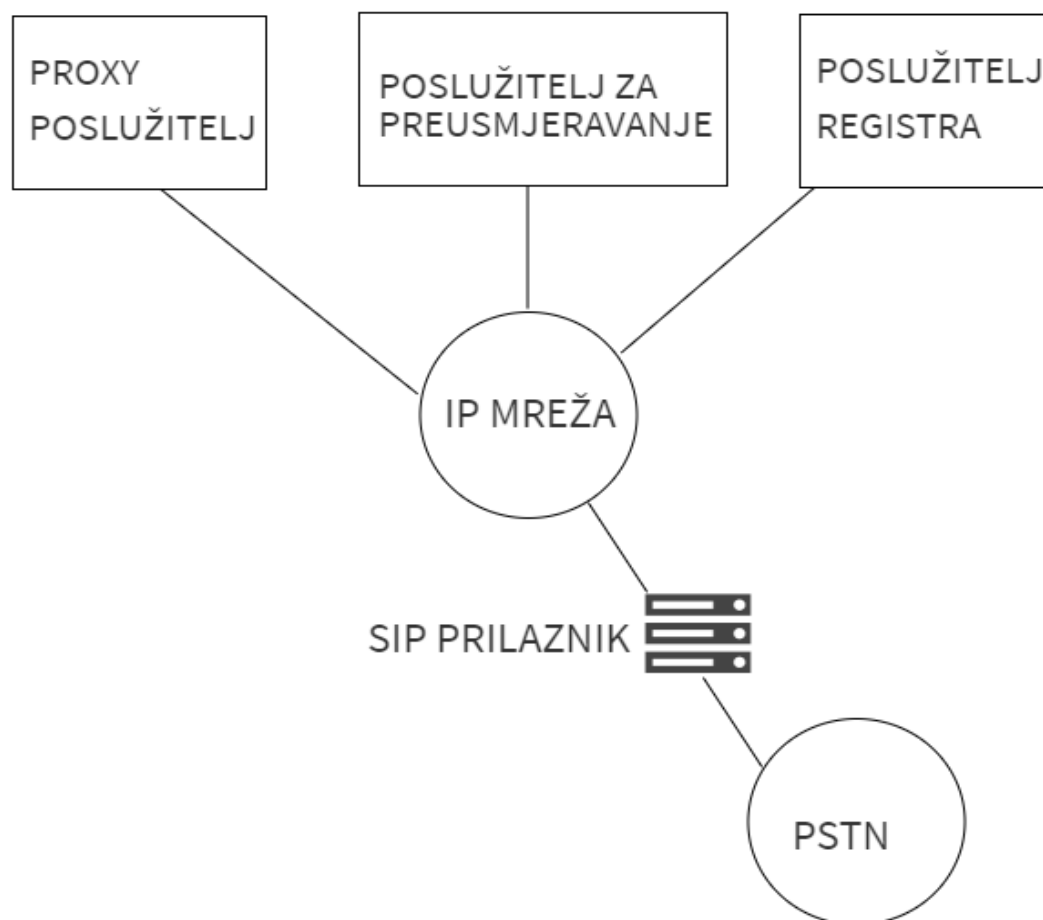
### 3.1.4. Sigurnosni zahtjevi protokola

Sigurnosni mehanizmi koje MGC protokol treba osigurati podrazumijeva da prilikom uspostave konekcije najprije bude provedena međusobna provjera autentičnosti terminala, potom čuvanje kontrolnih poruka te tijekom slanja poruka postojanje mogućnosti za zaštitu njihove povjerljivosti. Posljednji sigurnosni zahtjev treba dopustiti mehanizmu odabir algoritam koji će tom prilikom biti upotrebljen.

### 3.2. VoIP rješenje

VoIP rješenje izgrađeno je na tradicionalnoj mrežnoj infrastrukturi bez dodatnih troškova, osim dodatne opreme koja je potrebna za ostvarivanje pune funkcije VoIP rješenja. U usporedbi s rješenjem poziva preko javno komutirane telefonske mreže, tradicionalnom infrastrukturnom mrežom gdje glas, video i podaci funkcioniraju neovisno, VoIP tehnologija pruža konsolidirano i jedinstveno rješenje gdje se glasovni, video i podatkovni podaci pokreću na istoj mreži.

Rješenje funkcionira tako što se IP-telefon povezuje na mrežni prekidač za potrebe napajanja, a sustavi za obradu poziva upravljaju i usmjeravaju sve dolazne i odlazne pozive prema svim odredištima [6]. Glasovni ulaz služi kao most između mreže H.323 i vanjskog svijeta, uređaja koji nisu H.323, uključujući mreže SIP (*Session Initiation Protocol*) i tradicionalne javne telefonske mreže (PSTN).



slika 3.2. Arhitektura SIP-a

Kada se VoIP poziv uspostavlja putem podatkovne mreže, ljudski glas mora biti „pakiran“. Pretvaranje glasa u paket uključuje dodavanje zaglavlja s informacijama o usmjeravanju u glasovne podatke, gdje se više uzoraka glasa kombinira u paket i razbija se glasovni signal u manje dijelove, zatim se u tom obliku manji paketi šalju putem mreže, jedan po jedan. Kad primatelj odgovori na poziv, glas se prenosi u digitaliziranom obliku, tako što se segmentiran prenosi u nizu paketa.

Prvi korak u ovom procesu je pretvaranje analognih glasovnih signala u digitalni, koristeći analogno-digitalni konverter. Budući da digitalizirani glas zahtijeva veliki broj bitova, algoritam kompresije može se koristiti za smanjenje volumena podataka koji se prenose. Nakon toga se uzorci glasa ubacuju u pakete podataka za prijenos na internetu. Protokol za glasovne pakete obično je protokol transporta u stvarnom vremenu – RTP (RFC 3550). RTP paketi imaju posebna polja zaglavlja u kojima se nalaze podaci potrebni za ispravno ponovno sastavljanje paketa u glasovni signal na drugom kraju. Glasovni paketi bit će nošeni kao korisni teret UDP protokola, koji se također koriste za uobičajeni prijenos podataka. Drugim riječima, RTP paketi prenose se kao podaci pomoću UDP datagrama, što onda može biti procesuirano putem običnih mrežnih čvorova internetu. Na drugom kraju postupak se odvija obrnuto: rastavljeni paketi se stavljaju u pravilan red, digitalizirani glasovni podaci se otpakiravaju, zatim digitalizirani glas obrađuje digitalno-analogni pretvarač koji konvertira digitalne signale u analogne, a koji se potom emitiraju u slušalicu pozvane strane.

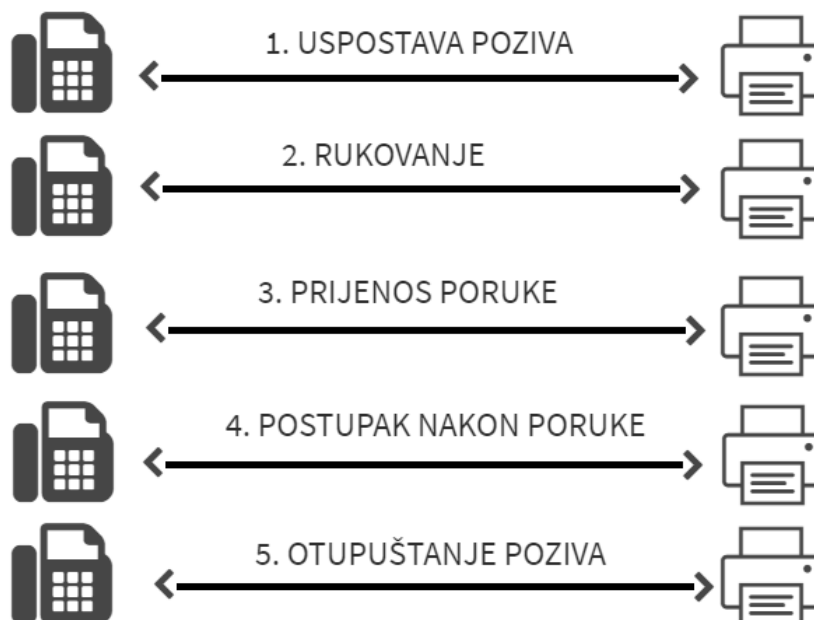
Kako bi se ostvarila funkcija VoIP rješenja, potrebna je sljedeća oprema:

- 1) krajnji uređaj poput IP-telefona, bežični IP-telefon i *softphone* – aplikacija koja radi na korisničkom računalu,
- 2) sustavi za obradu poziva, poput namjenskog sustava za upravljanje pozivima koji obrađuje sve dolazne i odlazne pozive,
- 3) glasovna sklopka i glasovni ulaz,
- 4) brojevi za proširenje i
- 5) mrežna infrastruktura.

## 4. T.30 protokol

T.30 protokol ima tri glavne funkcije: uspostava i oslobađanje poziva, postupak identificiranja, nadgledanja i kontrole prijenosa faksimila te prijenos i primanje poruke. Osigurava dobru kvalitetu slike upravljanjem pogreškama u mreži [7]. Komunikacija putem T.30 protokola odvija se u 5 koraka, kao što je shematski prikazano na slici 5.

Prvi korak je uspostava poziva i u njemu pošiljalatelj bira prijemnik i počinje emitirati ton najavljuvanja faksa. Može se realizirati ručno ili automatski. Primatelj to prepoznaje te šalje odgovor faksu. Korak završava tako što pošiljalatelj prepoznaje najavljuvanje i započinje drugi korak. U drugome koraku (*rukovanje, Handshake*) utvrđuju se kompatibilne mogućnosti faksiranja te se uspostavlja brzina prijenosa podataka. I za kraj rukovanja pošiljalatelj šalje slikovni podatak. Treći korak zovemo *prijenos poruke*; u ovome koraku pošiljalatelj šalje EOP signal odnosno signal završetka postupka (*End-Of-Procedure signal*). Četvrti korak je postupak nakon poruke u kojem primatelj potvrđuje kraj prijenosa i potvrđuje da su stranice uspješno zaprimljene. Peti, i ujedno posljednji korak, zovemo *otpuštanje poziva*. U njemu pošiljalatelj šalje primatelju kod za isključivanje te se oboje isključuju s linije.



slika 4.1. shema T.30 protokola

#### **4.1. Faze poziva telefaksom T.30 protokola**

Unutar prethodno opisanih koraka u kojima se opisuju radnje prilikom rukovanja uređajem, odvija se niz procesa koji determiniraju faze realiziranja poziva telefaksom putem T.30 protokola.

##### **4.1.1 Faza A – Uspostava poziva**

Uspostavljanje poziva telefaksom može se obaviti na dva načina: ručnim putem, što je uvjetovano prisustvom operatora, ili automatski. Prilikom uspostave poziva, u odnosu na vrstu operiranja terminalom, moguće su četiri operativne metode uspostave poziva (sve metode odvijaju se unutar 5 navedenih koraka):

##### ***Metoda 1***

Ova metoda realizira se prilikom ručnog izvršavanja operacije na pozivnom i pozvanom terminalu. Operator na pozivnom terminalu nakon zvučnog signala bira željeni broj nakon čega se čuje ton koji označava poziv. Istodobno, na pozivnom terminalu operator čuje pozivni zvuk i odgovara na poziv. Nakon tog koraka, u oba smjera odvija se međusobna glasovna identifikacija. Potom se na pozivnom terminalu telefaks prebacuje na liniju poziva i upućuje pozivni ton za slanje, dok se istodobno na pozvanom terminalu za prijem telefaksa prebacuje na liniju uspostavljenog poziva, nakon čega na oba terminala započinje slanje telefaksa.

##### ***Metoda 2***

Primjena druge metode podrazumijeva ručno izvršavanje operacije na pozivnom terminalu i automatsku proceduru na pozvanom terminalu. Na početku, kao i u prvom slučaju, operator na pozivnom terminalu bira željeni broj i započinje poziv. Na drugoj strani pozvani terminal detektira zvučni signal poziva i odgovara na njega; s mogućnošću da pozvana strana može uputiti prethodno nasnimljeni odgovor. Pozivna strana dobiva signal automatskog odgovora, nakon čega se terminal telefaksa prebacuje na liniju i uzvraća tonom koji najavljuje slanje. Pozvana strana prenosi taj ton čime započinje slanje telefaksa.



### ***Metoda 3***

Realiziranje ove metode također uključuje jednu stranu koja poziv izvršava ručno i jednu stranu koja pozivom operira automatski, samo su u ovom slučaju strane zamijenjene. Poziv se upućuje automatski, a prijem se odvija ručno. Automatski pozivni terminal detektira pozivni ton i poziva željeni broj. Kako bi pozvanoj strani jasno sugerirao da je direktno povezana s terminalom ili da je riječ o pozivu koji je operator unaprijed pripremio na automatsku razmjenu, pozivni ton telefaksa šalje se tijekom uspostave poziva. Nakon toga pozvana strana dobiva poziv i operator se javlja. Kako je pozivni signal već poslan, operator nakon javljanja dobiva i pozivni signal, prebacuje terminal telefaksa na poziv i započinje proces slanja telefaksa.

### ***Metoda 4***

Posljednja metoda uključuje obostrano automatsko obavljanje poziva. Ponovno pozivni terminal tijekom odabira i uspostave poziva šalje pozivni ton telefaksa, a pozvani terminal odgovara na poziv, s mogućnošću slanja snimljena odgovora, i prenosi pozivni ton telefaksa. Na kraju uspostave poziva započinje procedura slanja telefaksa.

#### 4.1.2. Faze B, C i D - postupak slanja telefaksa

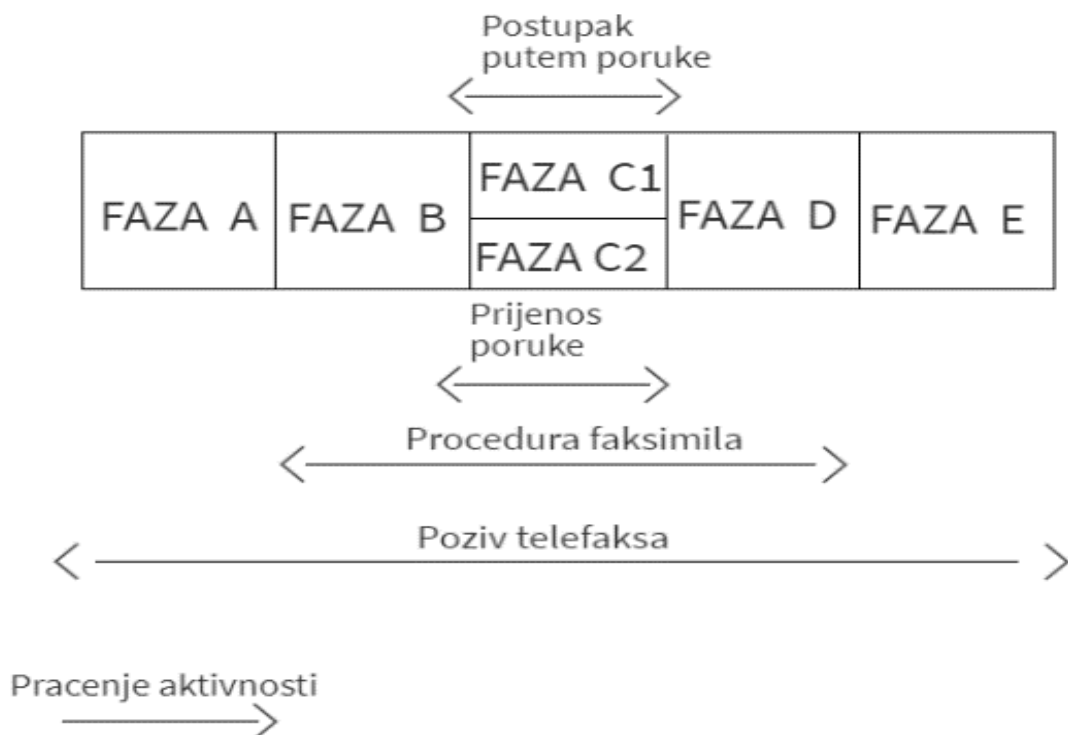
Svi prijemni terminali, bez razlike između ručnog i automatskog, u B fazu postupka slanja telefaksa ulaze identificiranjem svojih mogućnosti, u smislu da su tehnički osposobljeni za prijem pošiljke. S druge strane, pozivni terminali, kako oni za ručno, tako i za automatsko odašiljanje, u ovu fazu ulaze pripremljeni da detektiraju mogućnosti i u skladu s tim izdaju odgovarajuću naredbu za način rada. Kako bi se omogućila operacija 2-R (ručno slanje – automatski prijem), kašnjenje u prijenosu digitalnih identifikacijskih signala događa se u intervalu od 4,5 sekunde. Sustav signalnih nizova koristi razmjenu signala između dva terminala radi provjere kompatibilnosti i osiguranja rada. Kako bi se ova razmjena uspješno izvela, pozvani terminal identificira njegove mogućnosti. Pozivni terminal na ovo odgovara u skladu s naredbom i nakon toga odašiljač nastavlja fazu B. Nakon prijenosa poruke, odašiljač šalje signal završetka poruke i prijemnik potvrđuje prijem.

U fazi C odašiljač šalje poruku, nakon čijeg završetka prijemniku šalje obavijest o završetku slanja. C faza sastoji se od dva dijela. U prvome dijelu (C1) odvija se razmjena poruke

istodobno s prijenosom poruke. Također se kontrolira kompletna signalizacija za postupak unutar poruke (npr. sinkronizacija, otkrivanje pogreške itd.). U drugome dijelu (C2) odvija se prijenos poruke pomoću ITU-T Rec. Završetak slanja događa se u fazi D, kada odašiljač od prijemnika dobiva potvrdu o završetku slanja (*Message confirmation* - MCF).

#### 4.1.3. Faza E - završetak poziva

Završetak poziva događa se nakon posljednjeg signala u okviru poruke ili u određenim uvjetima, poput isteka vremena. Kada signal u postupku slanja telefaksa nije primljen unutar odgovarajućeg razdoblja dolazi do signalizacije operateru ako je postupak ručan ili se telefonska veza prekida ako je postupak automatski. Također, postupak se može prekinuti slanjem proceduralnog signala prekida, obavještenjem operatora o završetku postupka ili odgovarajućim naredbama.



slika 4.2. shema faza T.30 protokola

#### 4.2. Uloga tona poziva u ostvarivanju uspješne komunikacije

Tijekom postupka slanja telefaksa ton poziva (*Calling tone* - CNG), jedan je od ključnih elemenata prilikom uspostave poziva, a on ima nekoliko funkcija:

- 1) Označava automatski pozivni terminal bez ručnog operatora. Ovaj je signal obavezan za automatsko pozivanje terminala, ali i za ručne terminale, čime se uspostavlja jednaka procedura, iako u drugom slučaju nije neophodan;
- 2) Kako bi naznačili da je terminal u postupku prijena i kao takav spreman za prijenos po prijemu digitalnog identifikacijskog signala (DIS);
- 3) Ako je terminal sposoban poslati više od jednog dokumenta bez pomoći operatora, ovaj signal može naznačiti razmake između pojedinačnih dokumenata i tada odašiljač čeka digitalni identifikacijski signal (DIS). Tako bi se operatoru poslala obavijest da je odašiljač još uvijek spojen na liniju, to jest, da nije završio prijenos telefaksa.

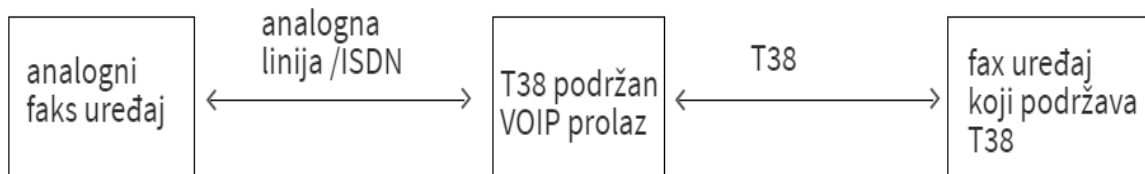
U ovim koracima prepoznaje se važnost tona poziva za uspješnu realizaciju slanja pošiljke, regulirajući korespondenciju između dvije strane, osobito kada ručni operater obavlja razmjenu s automatskim terminalom.

## 5. T.38 protokol

T.38 protokol nam opisuje slanje telefaksa preko računalne podatkovne mreže. Ovaj protokol specificira poruke i podatke koji se razmjenjuju između telefaksnih prolaza i/ili faksova koji su spojeni preko IP mreže [8]. Protokol se fokusira na interval u kojem je uspostavljena mrežna komunikacija između navedenih pojmova jer oni izvršavaju faksimilski prijenos dokumenata u stvarnom vremenu preko internetskog protokola. Protokol je odabran na temelju njegovog učinka i ekonomičnosti. Za optimalne performanse, IP-prijenosni putevi trebali bi imati razumna odlaganja kako bi se ispunili zahtjevi ITU-T F.185. To znači da sadržaj i redosljed poruka koje se razmjenjuju između terminala za slanje i primanje pohranjuju se, koliko je to moguće; omogućena „dostava“ adrese primatelja putem interneta; potvrda o primitku mora sadržavati podatke koji upućuju na uspješno primanje ili naznaku pogreške. T.38 Potreban je zato što se podaci telefaksa ne mogu poslati putem računalne mreže podataka na način kao i glasovne komunikacije. Zadatak T.38 protokola je da očuva cjelovitost i točnost slikovnih podataka. Koristeći T.38 protokol telefaks se pretvara u sliku, zatim se šalje na drugi T.38 uređaj koji onda telefaks pretvara ponovno nazad u analogni signal. T.38 je jedini standardan protokol koji postoji za FoIP u stvarnom vremenu. Oba protokola ( T.38 i T.30 ) su dizajnirana za javnu podatkovnu mrežu (*Public switched telephone network, PSTN*).

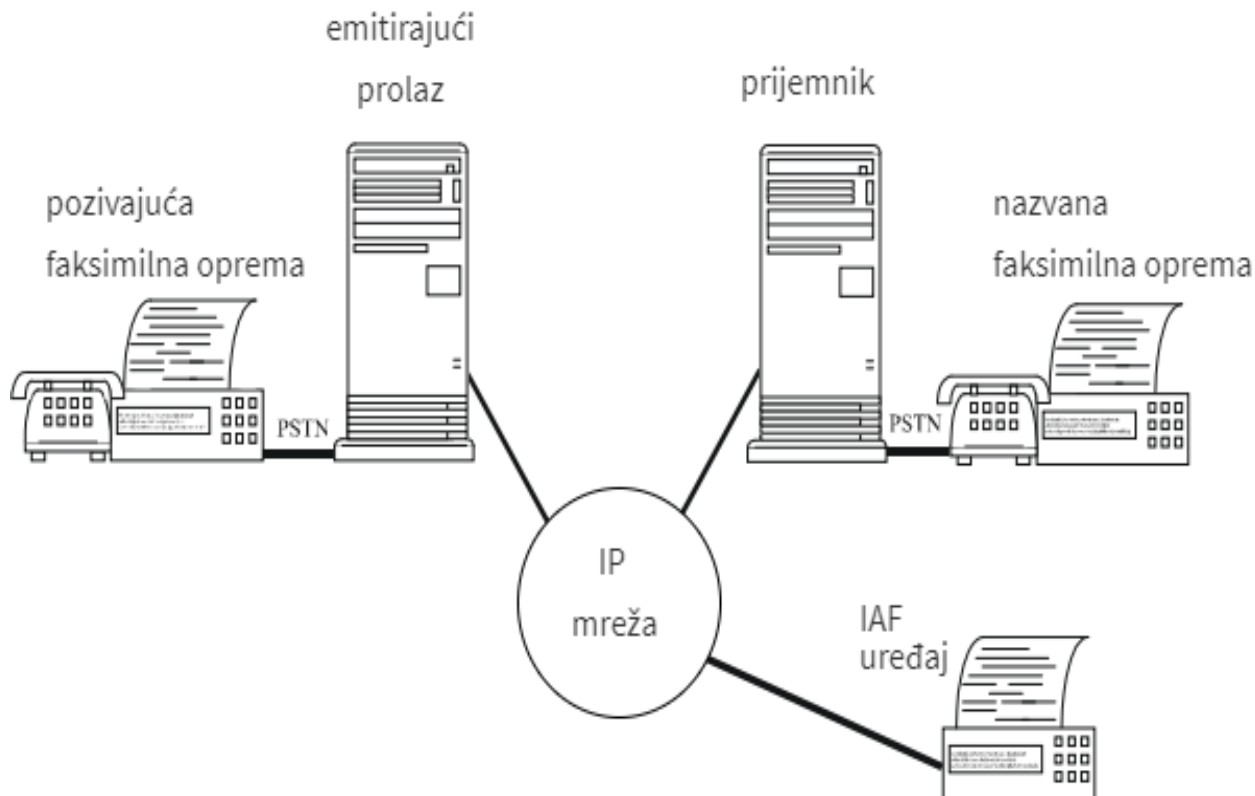
Protokol definiran oznakom T.38 kreiran je posebno za namjenu prijenosa podataka putem internetske mreže, te je u prijenosu telefaksa postao industrijski standard koji je zamijenio slanje preko PTSN-a (javna komutirana telefonska mreža). Ipak, u praksi telefaks poziv putem T.38 protokola može imati dio poziva koji se prenosi preko javne podatkovne mreže (PSTN), što ovisi o vrsti uređaja. Dva T.38 uređaja mogu međusobno izravno slati telefakse bez prijenosa preko javno komutirane telefonske mreže. Ova posebna vrsta uređaja naziva se *Internet-Aware Fax (IAF)*, koji može prenositi signale telefaksa i podatke pakirane u obliku IFP (*Internet Fax Protocol*) paketa preko IP mreže.

Tipičan scenarij gdje se koristi T.38 upravo je slanje telefaksa. U ovom scenariju uređaj T.30 šalje telefaks preko javne mreže na pristupni kanal telefaksa T.38, koji pretvara protokol T.30 u protok podataka T.38. To se zatim ponovno prenosi na krajnju točku koja posjeduje mogućnost pristupa preko T.38, kao što je telefaks uređaj, telefaks poslužitelj ili kasniji T.38 pristupnik koji ga može pretvoriti u analogni signal javne mreže i dostaviti telefaks na T.30 uređaj.



slika 5.1. Shema T.38 protokola

Slika 6. prikazuje tradicionalan faksimilni terminal grupe 3 (G3) spojen na prolaz koji emitira telefaks preko IP mreže prijemni prolaz koji upućuje poziv preko javno komutirane telefonske mreže na nazvanu faksimilnu opremu grupe 3. Kada se poziv preko javne mreže uspostave na oba kraja znači da su terminali gotovo povezani. Drugi način povezivanja bi bila veza s telefaks uređajem (npr. osobno računalo) koje je izravno povezano s IP mrežom. Pouzdan prijenos podataka moguć je na dva načina: pomoću TCP (*Transmission Control Protocol*) preko IP mreža ili upotrebom UDP (*User Datagram Protocol*) preko IP mreža s izbornim sredstvima za kontrolu pogreške. Bitno je napomenuti da broj verzije ITU-T T.38 je obavezan atribut koji se razmjenjuje između odašiljača i prijemnika. Krajnja točka signalizira verziju koju podržava u atributu protokol verzije u svojoj ponudi. Primatelj može prihvatiti verziju ili promijeniti atribut verzije kao jednake ili niže verzije prilikom prijensa odgovora. Primatelj ne mora odgovoriti odgovorom koji sadrži verziju višu od one koja je ponuđena.



slika 5.2. Shema za prijenos faksimila putem IP mreže

### 5.1. T.38 telefaks veza

Telefonska oprema za faksiranje G3 ili SG3 spojena je na odašiljajući pristupnik, a pozvani telefaks terminal G3 spojen je na prijemni ulaz preko priključka RJ-11. Emitirajući pristupnik povezan je s prijemnikom putem IP mreže, koja upućuje VoIP poziv na pozvani pristupnik. Nakon što se uspostavi VoIP poziv na oba kraja, dva G3 telefaks terminala virtualno su povezana.

Pored toga, dostupna je i druga mogućnost povezivanja telefaks uređaja izravno u IP mrežu. Na terminalu pozivanja telefaksa optički skenirani podaci slike telefaksa u obliku crno-bijelih elemenata slike kodiraju se prema jednodimenzionalnom šifrantu i mogu koristiti dvodimenzionalne tehnike kodiranja. Kodirani podaci faksa zatim se moduliraju na jednu od brzina prijenosa (33.600, 28.800, 14.400, 12.000, 9600, 7200, 4800 i 2400 bps), što je definirano normama.

T.38 relej telefaksa nalazi se u VoIP pristupniku koji se sastoji od pumpe podataka telefaksa, T.38 i VoIP signalizacije [8]. Moduli pumpaju podatke u smjeru slanja i pritom se izvršava demodulacija signala glasa s analognog sučelja i uređaj šalje dekodirane podatke u T.38

protokol. T.38 čita podatke s pumpe podataka telefaksa i pakira podatke kako je definirano standardom T.38, za prijenos putem IP mreže. T.38 na prijemu raspakirava pakete dobivene iz IP mreže i bajtovi podataka šalju se podatkovnoj pumpi. Podatkovna pumpa na prijemnom releju obavlja remodelaciju i šalje telefaks signale T.30 putem telefonskog sučelja na telefonsku sekretaricu. Tako oba telefaks uređaja rade kao na analognom sučelju, a telefaks dolazi s javne mreže. Između VoIP pristupnika, telefaks se šalje kao IP paketi. Upravljanje telefaksom se odvija putem T.38 i VoIP signalizacije.

## 5.2. Realiziranje poziva putem T.38 protokola

Nakon pokretanja telefaksa, tonovi za podešavanje poziva koje generira telefaks oprema prolaze kroz kompresijski kodek s prihvatljivom degradacijom kvalitete. Ovi se tonovi koriste za otkrivanje telefaks poziva. Kad ANS, AN Sam ili V.21 indikator uvodnika otkriva primateljski pristupnik, polazni pristupnik prelazi na telefaks poziv u T.38 relejnom režimu. Protokol signalizacije na primateljskom pristupniku koristi se za pregovaranje o T.38 mogućnostima za faks-poziv temeljen na T.38. Nakon otkrivanja tih tonova, SIP INVITE zahtjev s T.38 mogućnostima u protokolu opisa sesije (SDP) šalje se na izlazni kanal s istom identifikacijskom oznakom pozivatelja kao i glasovni poziv. Poziv se odvija u osam navedenih koraka.

- 1) Krajnji korisnik odluči poslati telefaks preko IP mreže s telefaks terminala i unosi telefonski broj, a zatim pritisne gumb za pokretanje telefaksa na telefaks uređaju.
- 2) U FoIP-u se uspostavlja početni govorni poziv s bilo kojim od preferiranih glasovnih kodeka (G.711, G.726, G.729AB ili G.723.1A).
- 3) Krajnji pristupnik detektira CED i šalje SIP *Re-INVITE* zahtjev s pregovaračkim parametrima T.38, u polju SDP na izlazni/izvorni pristupnik ili SIP *proxy* poslužitelj, ovisno o tipologiji mreže.
- 4) Izvorni pristupnik prima zahtjev SIP *Re-INVITE*, potvrđuje pregovaračke parametre T.38 u SDP-ovom polju i šalje povratnu poruku s odgovarajućim T.38 parametrima. Brzina telefaksa u pregovorima je maksimalna brzina bita koju podržava pristupnik, a može joj se dodijeliti korisnički podesiv parametar.
- 5) Pristupnik koji prima sadržaj pošiljke prihvaća poruku i šalje potvrdu izvornom pristupniku.
- 6) Uspostavit će se telefaks poziv u T.38 načinu ako pristupnik podržava relej T.38; u suprotnom, telefaks poziv će se vratiti u modus prolaska telefaksa pomoću kodeka G.711.
- 7) U režimu T.38, prijemni pristupnik počinje slati T.38 IFP pakete na temelju pregovora T.38 parametara između pristupnika.
- 8) Na kraju prijenosa telefaksa pristupnici mogu isključiti telefaks poziv ili prebaciti se na glasovni način rada. To ovisi i o krajnjem telefaks terminalu. Kad se krajnji terminal telefaksa konfigurira za način rada samo za telefaks, nakon slanja DCN-a (*Disconnect*) on odmah prekida telefaks poziv.



Na kraju slanja telefaksa, drugi zahtjev SIP (*Session Initiation Protocol*) *INVITE* šalje se na ulazni kanal nakon što je detektirao DCN poruku ili 7 sekundi dvosmjerne tišine za povratak na VoIP glasovni način. U slučaju slanja telefaksa u obliku glasovne poruke, nakon primitka DCN poruke, pristupnik šalje SIP zahtjev za ponovni poziv s preferiranim izborom glasovnog kodeka u SDP-u. Drugi ulaz ima mogućnost prebacivanja na govorni poziv s audio-medijima u SDP-ovom formatu. U suprotnom, šalje se zahtjev SIP *BYE*, koji označava završetak razgovora.

### **5.3. Sigurnost upotrebe telefaksa putem T.38 protokola**

U kontekstu razmjene podataka preko mreže, nameće se pitanje zaštite podataka. Prilikom slanja slike upotrebom T.38 protokola u stvarnom vremenu slika se može šifrirati, a također se nikad ne pohranjuje. Ovo eliminira mogućnost pojave uljeza koji mijenja ili ugrožava privatnost sadržaja. Nadalje, prometom poziva u stvarnom vremenu upravljaju telekom operateri koji u velikoj mjeri osiguravaju svoju mrežu.

Također, svaki poduzetnik s telefaks serverom može biti davatelj usluga telefaksa čije se slanje ne odvija u realnom vremenu, već se sadržaj u nekom trenutku skladišti. Stoga je potrebno da potencijalni korisnici u tom slučaju upotrebi telefaksa pristupe s posebnim oprezom kako bi bili sigurni da odabrani pružatelj usluga ima potrebne sigurnosne mjere, kako bi njihovi skladišteni podaci bili sigurni. Ovdje se uočava da upotrebom sistema koji su razvijeni primjenom VoIP-a osiguranje telefaksa nije više samo pitanje njegove sigurnosti dok je u procesu prenošenja, već je važno da je dokument osiguran na mjestima gdje se pohranjuje.

U usporedbi s javno komutiranom telefonskom mrežom, sigurnost faksiranja u stvarnom vremenu bez šifriranja putem IP-a usporediva je s onom preko standardnih linija javno komutiranih telefonskih mreža. U oba slučaja telefaks može biti presretnut ili prisluškivan. Unutar javno komutirane telefonske mreže hakeri su odvraceni potrebom za fizičkim pristupom telefonskoj žici, dok je putem IP-a potreban fizički pristup mreži. Na primjer, unutar tvrtke zaposlenici predstavljaju jednaki rizik i za IP i faksiranje preko javno komutirane telefonske mreže. Kršenje sigurnosti jednako je moguće putem zaposlenika koji ima pristup IP prometu unutar mreže kao i zaposlenika s pristupom telefonskim žicama.

## 6. Zaključak

Analizom razvoja procedure slanja telefaksa na digitalnim mrežama mogu se izvesti zaključci o njegovoj sigurnoj uporabi. Preporuka za sigurno slanje telefaksa preko digitalnih mreža je korištenje pouzdanog VoIP pristupnika koji podržava faks sa T.38 protokolom na širokim mrežama (WAN - *Wide Area Network*), te T.30 protokol na lokalnim mrežama (LAN - *Local Area Network*). S aspekta odabira davatelja usluge, ne preporučuju se davatelji usluga koji koriste uređaje sa G.711 govornim kodekom umjesto T.38 protokola. Odabiranjem algoritama za čekanje koje stavljaju uvijek glas i telefaks na prvo mjesto smanjuje se gubitak podataka i gušenje.

T.30 protokol postao je industrijski standard za analogni prijenos faksa preko javno komutirane telefonske mreže. Riješio je neke od problema koja su se događala na glasovnim linijama kao što su primjerice, šum i gušenje. Iako navedeni problemi njegovom primjenom nisu u potpunosti nestali, funkcionalno je ovaj protokol prilično dobar. U prilog tome govori i činjenica da je T.30 protokol preporučila Međunarodna telekomunikacijska unija (*International Telecommunication Union - ITU*), organizacija koja definira postupke za prijenos dokumenata između dva uređaja preko javno komutirane telefonske mreže. Daljim razvojem digitalne mreže T.38 protokol osmišljen je kao prijenos podataka telefaksa preko digitalnih mreža i prevladavanje problema koji oni predstavljaju. Nije jednostavno odabrati koji će bolje raditi između ova dva navedena protokola. Ponajviše ovisi o kvaliteti digitalne mreže davatelja usluge. Također, treba provjeriti da li uređaj koji koristimo podržava T.38 protokol. Koristeći T.38 protokol izgubljeni paketi ne dovode do gubitka sinkronizacije na modemu.

Neke od prednosti slanja telefaksa preko digitalnih mreža uključuju korištenje infrastrukture IP mreže gdje se povećava maksimalna učinkovitost kapaciteta poslužitelja i mrežnih resursa, omogućuje se integriranje telefaks poslužitelja s IP telefonskim sustavom koji u potpunosti uklanja potrebu za neovisnim telefaks linijama, smanjuje se trošak opreme i održavanja, a poboljšana je zaštita podataka.

Iako ima raznih rizika slanja telefaksa preko digitalnih mreža, svakako on ostaje bolja opcija u usporedbi sa slanjem preko analognih mreža.

## 7. Literatura

- [1] Faks. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=18876>>
- [2] N, Kolar, I, Matanić. *ISDN*, seminarski rad iz kolegija Uredsko poslovanje, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Odjel za matematiku - Sveučilišni nastavnički studij matematike i informatike, Osijek, prosinac 2011.
- [3] C, Woodford. *Fax machines*, članak na mrežnoj stranici *Explainthatstuff* .<<https://www.explainthatstuff.com/faxmachines.html>>
- [4] S. Nagireddi. *VoIP Voice and Fax Signal Processing*, Wiley, New York, 2008
- [5] Skupina autora. *Integrated services digital network (ISDN) service capabilities*, International Telecommunication Union, Melbourne, 1988
- [6] G, Flowers. *What's wrong with Fax-over-IP?*, članak na mrežnoj stranici Internet telephony, od 13. travnja 2020.<<https://www.tmcnet.com/voip/news/articles/445097-whats-wrong-with-fax-over-ip.htm>>
- [7] Skupina autora. *T.30 – Procedures for document facsimile transmission in the general switched telephone network*, International Telecommunication Union, Geneva, 2005
- [8] Skupina autora. *T.38 – Procedures for real-time Group 3 facsimile communication over IP networks*, International Telecommunication Union, Geneva, 2016

## Kratice

1. IP – Internet protokol
2. FoIP – faks putem internetskog protokola
3. PSTN - Javna komutirana telefonska mreža
4. LAN – lokalna mreža
5. DLC – digitalna petlja
6. ISDN – digitalna mreža integriranih
7. BRI - Sučelje osnovne stope
8. PRA - Sučelje primarne brzine
9. MGCP - Protokol upravljanja medijskim prilazom
10. CA – agenti poziva
11. MG- medijski prilaz
12. SCN - Preklopna mreža krugova
13. TDM - Multipleksiranje vremenskom podjelom kanala
14. ATM - Automatizirani telefonski aparat
15. FR - Relej okvira
16. SIP - protokol za pokretanje sesije
17. UDP – protokol za prijenos podataka
18. RTP - protokol transporta u stvarnom vremenu
19. Eop - Signal završetka postupka
20. MCF - Potvrda poruke
21. DIS - digitalni identifikacijski signal
22. IAF - faks s internetom (faks koji podržava internet)
23. IFP - Internet faks protokol
24. VoIP – glas preko internetskog protokol
25. ITU - Međunarodna telekomunikacijska unija

## Sažetak

Rad nastoji istražiti prirodu funkcioniranja telefaksa u kontekstu razvoja mreže iz analogne u digitalnu, tijekom čega se mijenjaju uvjeti rada i potrebe korisnika, a tehnologija se razvija s ciljem unaprjeđenja mogućnosti i jednostavnog korištenja. U tom procesu potrebno je kreirati sustave koji će učinkovito odgovoriti na ove zahtjeve. Stoga se najprije upoznajemo s vrstom mreža preko kojih funkcionira razmjena telefaksa kako bi sagledali kontekst u kome se razvija ova vrsta komunikacije i koje prepreke trebaju biti savladane kako bi se ostvarila funkcija uređaja. Nakon toga istražuju se protokoli razvijani u cilju što efikasnije upotrebe telefaksa putem digitalnih mreža, kao i mogućnosti razmjene različitih medija. Kroz upoznavanje s njihovom strukturom uviđamo rješenja primijenjena kako bi se unutar ograničenih resursa maksimizirali infrastrukturni kapaciteti i minimiziralo vrijeme rada. Uvidom u razvojni put telefaksa, počevši od mrežnih rješenja do razvoja protokola putem kojih se ta mreža stavlja u službu ove vrste komunikacije, prepoznajemo probleme i izazove, kvalitete pojedinih rješenja te pravac u kojem se ova tehnologija razvija danas i otvara put ka razvoju novih oblika komunikacije.

**Ključne riječi:** komunikacija, telefaks, digitalne mreže, protokoli, rješenja

## **Abstract**

The paper seeks to explore the nature of fax operation in the context of network development from analog to digital, during which working conditions and user needs change, and technology is developed with the aim of not accepting the possibilities and ease of use. In this process, it is necessary to create systems that will effectively respond to these requirements. Therefore, we first get acquainted with the type of network through which the fax exchange works in order to see the context in which this type of communication is developing and what obstacles need to be prevailing in order to achieve the function of the device. After that, the protocols that are being developed in order to use faxes more efficiently via digital networks, as well as the possibilities of exchanging different media, are investigated. Through getting acquainted with their structures, we see the solutions applied in order to maximize infrastructure capacities and minimize working hours within limited resources. Insight into the development path of fax, starting from network solutions to the development of protocols through which this network is put in the service of this type of communication, we recognize problems and challenges, quality solutions and the direction in which this technology is developing today and opens the way to new forms of communication. .

Keywords: *communication, fax, digital networks, protocols, solutions*

## **Životopis**

Luka Serdarušić rođen je u Osijeku 21.11.1997. godine. Osnovnu školu Retfala završio je 2012. godine i tada upisuje Isusovačku Klasičnu gimnaziju s pravom javnosti u Osijeku. Nakon završene srednje škole s vrlo dobrim uspjehom, obrazovanje nastavlja na Fakultetu elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku odabravši stručni studij Informatike. Kroz sve vrijeme studiranja radio je mnoge studentske poslove te imao priliku odraditi stručnu praksu u firmi PROTOTYP. Trenutno zaposlen u firmi BIJELIĆ CO d.o.o. baveći se distribuiranjem i prodajom XIAOMI uređaja.