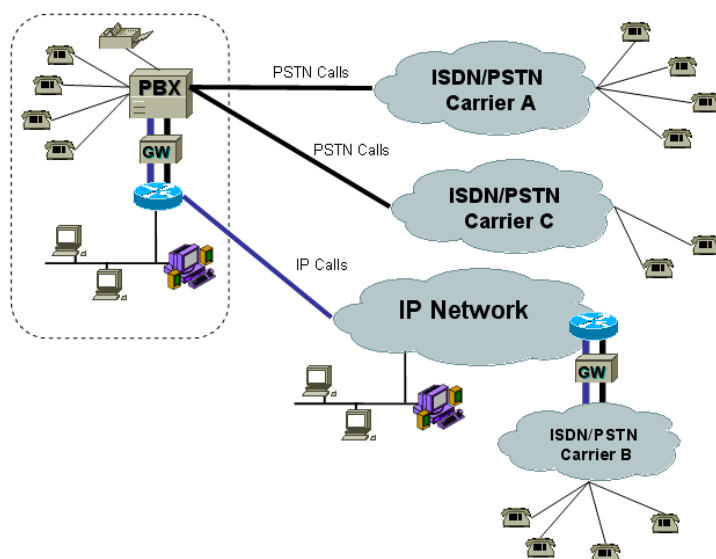


**VISOKA ŠKOLA ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
BEOGRAD**

Žarko Markov

24.04.2013.

**INTERNETSKA TELEFONSKA TEHNIKA
(600 PITANJA I ODGOVORA)**



Prvo izdanje 2009.

INTERNETSKA TELEFONSKA TEHNIKA (600 PITANJA I ODGOVORA)

1. Uvodna pitanja o telefonskoj tehnici

1.1. Šta je to klasična telefonska tehnika?

Klasičnom telefonskom tehnikom se smatra telefonska tehnika u kojoj je jednom telefonskom razgovoru pridružen tzv. govorni kanal koji se ne može koristiti istovremeno i za druge razgovore. Govorni kanal ili kolo može biti fizički govorni put (provodnici), frekvencijski opseg ili vremenski interval. Zato se ova tehnika naziva još i tehnikom u kojoj se vrši prespajanje ili komutacija kola ili kanala (*circuits, channel switching*). Grupa ovih kanala se, zavisno od medijuma, naziva prostorni (*Space Division Multiplex, SDM*), frekvencijski (*FDM*) ili vremenski multipleks (*TDM*). Sama telefonska mreža izgrađena u ovim tehnikama se naziva mrežom sa komutacijom kanala (kola) ili, češće ali neispravno, komutiranom mrežom, (*Public Switched Telephone Network, PSTN*). Tehnološki najstarija klasična telefonska tehnika je analogna tehnika koja govorni signal prenosi u analognom obliku od izvora do odredišta. Posle ove tehnike, činjeni su mnogi pokušaji da se tehnika usavrši a poslednji stupanj ove tehnike je tzv. (uskopojasni) ISDN (*Integrated Services Digital Network*) tj. digitalna tehnika objedinjenih usluga koja je, uprkos nazivu, ipak najveću primenu našla u telefoniji.

1.2. Koja su osnovna svojstva klasične telefonske tehnike?

Svojstva klasične telefonske tehnike se mogu izraziti kroz sledeće stavove. Jednoj telefonskoj vezi je posvećen jedan kanal od pozivajućeg korisnika do pozvanog korisnika bez obzira koliko ga i da li ga sagovornici koriste u punoj meri tj. da li govore. Korišćenje ovog kanala za prenos drugih signala je moguće samo ako se drugi signali svedu na oblik govornih signala. To znači da je klasična telefonska mreža izgrađena za jednu namenu i svi kasniji pokušaji da se ova mreža učini višenamenskom (prenos podataka i slike) su imali značajnih nedostataka. Postojanje klasične telefonske tehnike je uvek navodilo istraživače da ovu mrežu, zbog rasprostranjenosti, iskoriste za prenos podataka. Razvoj paketske telefonije je suprotan proces. Naime, to je proces koji ima cilj da mreže za podatke učini iskoristivim za telefonsku tehniku.

1.3. Od čega se sastoji klasična telefonska mreža?

Klasična telefonska mreža se sastoji od elemenata mreže i načela rada. Osnovna načela rada su numeracija i signalizacija.

1.4. Koji su osnovni elementi klasične telefonske mreže?

Osnovni elementi mreže su korisnički uređaji, mrežni čvorovi i kola za prenos signala između korisnika i mrežnog čvora i između mrežnih čvorova.

Osnovni korisnički uređaj je automatski telefonski aparat tj. telefon. On se sastoji od mikrofona i zvučnika koji se zajedno zovu slušalicom i koji čine četvorožični deo aparata. Slušalica se preko račvalice uključuje na ostatak kola aparata koji je dvožični i sastoji se od birača cifara i znakova, prekidača linijske struje i pozivnog dela (zvona). Osnovni način komunikacije između aparata i centrale je prekidanje linijske struje ili slanje (dvo)tonskih

signala ka centrali. U suprotnom smeru centrala šalje korisniku pozivni signal (*ringing*) i tonske signale (*tones*). Najsavremeniji, ISDN, telefonski aparati mogu imati kola koja sa centralom održavaju digitalnu vezu i složenije signalizacije. Korisničkim uređajima se mogu smatrati i sekretarske garniture, faksimil uređaji i pretplatničke (kućne) telefonske centrale.

Čvorovi mreže su telefonske centrale a kola za prenos signala mogu biti pretplatnička linija ili složenija kola za povezivanje udaljenih telefonskih centrala. Namena ovih kola je da govorne signale zadrže u obliku koji se što manje razlikuje od originalnog, bez obzira na sve pogubne uticaje prenosa na daljinu. Kola ili uređaji za povezivanje telefonskih centrala redovno imaju osobinu da, na polaznoj strani, uvišestručavaju telefonske signale dajući tzv. multipleksni signal. Na prijemnoj strani vrši se tzv. demultipleksiranje signala tj. signal se mora svesti na skup nezavisnih telefonskih signala. Jedan od najpoznatijih multipleksnih signala u klasičnim mrežama je tzv. primarni multipleksni signal evropskog tipa, E1, protoka 2,048Mb/s, koji nosi 30 govornih kanala, jedan sinhronizacioni i jedan signalni kanal, od kojih svaki sa protokom 64kb/s.

1.5. Šta je telefonska centrala?

Telefonska centrala je uređaj čija je osnovna funkcija da, privremeno i prema zahtevu, (pro)spaja korisnike telefonske mreže. U ovom procesu se u mreži koriste numeracija i signalizacija. Numeracija je skup pravila koje korisnik upotrebljava da bi mreži dao podatke o tome sa kojim korisničkim uređajem želi da ostvari vezu. Signalizacija predstavlja skup pravila kako se ova želja prenosi kroz mrežu. Osnovni delovi telefonske centrale su komutaciono polje, upravljački organ, kola sučelja sa drugim centralama (prenosnici) i kola sučelja sa korisničkim linijama (linijska kola).

1.6. Šta je digitalna telefonska centrala?

Precizna definicija digitalne centrale je da je to ona centrala u kojoj se komutira tj. prospaja govorni signal u digitalnom tj. cifarskom obliku. Šira i popularnija definicija je da je to centrala kojom upravlja digitalni računar. U struci se centrala upravljana računarom naziva programski upravljana centralom (*Stored Program Control, SPC*). Za razliku od početaka digitalizacije, danas se obe definicije odnose na iste centrale.

1.7. Šta su to dodatne korisničke usluge?

Dodatne korisničke usluge (*supplementary services*) su usluge koje centrala (najčešće SPC) pruža korisniku pored osnovne telefonske usluge u cilju delotvornijeg korišćenje telefonskih resursa i povećanja korisničkog komfora. Ove usluge su definisane u ITU-T preporukama I.25x.y. Preporuke tj. mogućnosti se dele u sedam grupa:

- o identifikaciji, (ITU-T I.251.x),
- o prenosu veze i preusmeravanju poziva, (I.252.x),
- o uspostavi veza, (I.253.x),
- o vezama više učesnika, (I.254.x),
- o grupama, (I.255.x),
- o naplati, (I.256.x),
- o dodatnom prenosu informacija, (I.257.x).

Neke od najpoznatijih i najkorišćenijih mogućnosti su:

- identifikacija pozivajućeg (*Calling Line Identification Presentation, CLIP*, ITU-T I.251.3),
- identifikacija spojenog (*Connected Line Identification Presentation, COLP*, I.251.5), ,
- prolazno biranje (*Direct-Dialling-In, DDI*, I.251.1) iz prve grupe,

- preusmeravanje poziva u slučaju zauzetosti traženog (*Call Forwarding Busy, CFB, I.252.2*),
 - preusmeravanje poziva, odsutan traženi (*Call Forwarding No Reply, CFNR, I.252.3*),
 - bezuslovno preusmeravanje poziva (*Call Forwarding Unconditional, CFU, I.252.4*),
 - prenos uspostavljene veze (*Call Transfer, CT, I.252.1*), iz druge grupe,
 - poziv na čekanju (*Call Waiting, CW, I.253.1*), iz treće grupe,
 - konferencijska veza (*Conference Calling, CONF, I.254.1*), iz četvrte grupe, itd.
- Treba naglasiti da se ove usluge očekuju i od svih novih telefonskih tehnika.

1.8. Šta je telefonska signalizacija?

Telefonska signalizacija je, u osnovi, sredstvo za prenošenje signala vezanih za ostvarenje (i raskidanje) veze između korisničkih uređaja i centrala (korisnička signalizacija, *user signal(l)ing*) i između centrala (mrežna signalizacija, *network signaling*).

Savremene mreže koriste signalizaciju i u druge svrhe kao što su korisničke usluge, nadgledanje mreže, preusmeravanje saobraćaja, itd.

Postoje brojna svojstva prema kojima signalizacija može biti:

- sa jednosmernim, naizmeničnim strujama,
- sa trajnim, impulsnim i signalima do potvrde,
- sa i bez potvrde,
- sa signalima čiji se prijem i predaja poklapaju (*overlap*) ili grupisanim signalima (*en bloc*),
- sa signalima u govornom opsegu ili van njega,
- sa signalima koji se pridružuju govornom kanalu (*Channel Associated Signaling, CAS*) ili signalima po posebnom kanalu (*Common Channel Signaling, CCS*),
- na načelu korak po korak (*link by link*) ili od početka do kraja (*end to end, E2E*),
- predviđena za nacionalnu ili međunarodnu mrežu, itd.

1.9. Šta je korisnička signalizacija?

Korisnička signalizacija je dvosmerni način komunikacije između korisnika tj. korisničkog uređaja i centrale. Često se kod savremenih tehnika kaže da je ovo komunikacija preko UNI (*User Network Interface*) sučelja. Korisnička signalizacija se sastoji od signala korisnik – centrala (otvaranje i zatvaranje pretplatničkog kola, *petlje*, i slanja biračkih impulsa, tonskih ili dekadnih) i signala centrala – korisnik (tonski signali i pozivni signal). Kod ISDN korisnika signalizacija je u oba smera složenija i obavlja se porukama u digitalnom obliku. Opšte svojstvo korisničkih signalizacija je da tačke koje komuniciraju nisu ravnopravne tj. postoje signali koji se šalju samo u jednom smeru. Korisnička signalizacija se u savremenim tehnikama naziva i pristupnom (*access*) signalizacijom.

1.10. Šta je mrežna signalizacija?

Mrežna signalizacija je način komuniciranja između mrežnih čvorova tj. centrala. Tačke koje razmenjuju signalizaciju su ravnopravne tj. obe tačke mogu slati i primati iste signale. Prve tehnike signalizacije su bile spore i sa veoma skromnim skupom signala. Ova dva svojstva su povezana: signalizacija se mora obaviti u kratkom intervalu vremena pre razgovora i korisnik ne sme dugo čekati na razmenu signala tj. kod sporih signalizacija broj signala mora biti mali. To su bili signali zauzimanja (*seizure*), potvrde (*acknowledgment*), biranja (*dialing*), raskidanja od strane pozivajućeg (prekid veze, *clear forward*), raskidanja od strane pozvanog (polaganje, *clear back*), zagušenja (*congestion*) i neispravnosti (*blocked*). Trajanje ovih signala se moglo meriti stotinama milisekundi. Osnovni razlog sporosti ovih signalizacija su pretvarači signala iz njihovog izvornog oblika u upravljačkom organu u signal pogodan za prenos do druge centrale. To su često bili modulatori i demodulatori, predajnici i prijemnici signala određenih učestanosti. Razvojem tehnike, razvijene su brže signalizacije pa je tako i skup signala postao veći. Ključni činilac povećanja brzine signalizacije je mogućnost slanja

signala od centrale do centrale bez pretvarača iz jednog oblika u drugi tj. mogućnost slanja signala u digitalnom obliku. Pojavljuju se signali koji nemaju direktne veze sa procesom uspostave veze već daju neke usluge korisnicima (kao što je identifikacija pozivajućeg). Za savremene mrežne signalizacije su karakteristične sledeće osobine: To su signalizacije digitalnim signalnim porukama, rad je uvek sa potvrdom i rad je uvek na načelu od tačke do tačke. Digitalne poruke imaju sličnu strukturu. One se sastoje od međa, zaglavlja, adresa izvora i odredišta, značenja poruke, opcionog dela i polja za proveru ispravnosti prenosa. Rad sa potvrdom može biti sa pozitivnom i negativnom potvrdom i retransmisijom (ponovnim slanjem poruke) ili sa pozitivnom potvrdom, vremenskom kontrolom (*time-out*) njenog prijema i retransmisijom. Rad od tačke do tačke podrazumeva proveru ispravnosti i tumačenje poruke u svakoj tački mreže od izvora do odredišta. Ovo je, naravno, sporiji način ali se brzina nadoknađuje postupkom koji nema pretvarače.

Postoji značajan broj mrežnih telefonskih signalizacija. Mrežne signalizacije predviđene za nacionalnu mrežu često imaju svoje nacionalne (*country specific*) varijante signala i postupaka.

Neke od najpoznatijih predstavnika mrežne signalizacije su:

- jednosmerna dekadaska signalizacija (E&M) kao jedna od najstarijih,
- višefrekvencijska (MFC) sa potvrdom, R2, kao jedna od tipičnih signalizacija sa pretvaračima i
- signalizacija broj 7 kao tipični predstavnik savremenih signalizacija.

1.11. Šta je signalizacija broj 7?

Signalizacija broj 7 (*Common Channel*) *Signaling System No7, SS7, CCS7*) je signalizacija po zajedničkom kanalu koja se zasniva na razmeni signalnih poruka u digitalnom obliku. Standardizovana je kroz (CCITT, kasnije ITU-T) preporuke Q.7xx, počev od 1980. godine. Osnovno načelo ove signalizacije je da se jedan digitalni kanal u potpunosti posvećuje signalizaciji i on u telefonskoj mreži zadovoljava potrebe za signalizacionim resursima većeg broja govornih kanala. Ova signalizacija se koristi u nekoliko različitih mreža (telefonskoj, ISDN, mreži mobilnih korisnika) a može se koristiti i za prenos podataka ka i od baza podataka.

1. 12. Od čega se sastoji signalizaciona CCS7 mreža?

Mreža se sastoji od signalnih tačaka i signalnih veza tj. signalnih linkova. Signalne tačke mogu biti krajnje ili SSP (*Service Switching Point*), tranzitne ili STP (*Signaling Transfer Point*) i signalne baze podataka ili SCP (*Service Control Point*). Signalni linkovi mogu biti pristupni (A), premoštavajući (B), ukrštajući (C), itd. Namena ovih linkova je da signalna mreža bude tako povezana da kvar na nekom linku ne izazove izolovanost neke signalne tačke ili dela signalne mreže od ostatka mreže. Zbog toga se uvode posebne strukture signalnih mreža u kojima je osnovno pravilo da svaka tačka bude povezana bar sa dve druge signalne tačke. Signalne poruke nose adrese izvora i odredišta tako da se signalne poruke mogu razmenjivati putevima koji ne zavise od puteva korisničke informacije. To je jedan od razloga zbog kojih se kaže da je signalna mreža posebna i ima arhitekturu i organizaciju nezavisnu u odnosu na telefonsku mrežu u užem smislu.

1.13. Koji funkcionalni delovi postoje u CCS7?

Funkcije obrade signalnih poruka se mogu grupisati u funkcionalne celine ili slojeve. Prvi sloj se odnosi na vezu signalnih podataka (*signaling data link*), drugi na funkcije signalne veze (*signaling link functions*) a treći na signalnu mrežu i poruke. Treći sloj ima tri dela koji se odnose na funkcije signalne mreže, upravljanje mrežom i obradu signalnih poruka. Ova tri sloja zajedno čine deo za prenos poruka MTP (*Message Transfer Part*). Deo za prenos poruka

je jedinstven za sve vrste korisnika. Četvrti sloj je poseban za svaku korisničku grupu tako da postoji telefonski deo (*Telephone User Part, TUP*), ISDN korisnički deo (*ISDN User Part, ISUP*), korisnički deo za podatke (*Data User Part, DUP*), deo za nadgledanje i održavanje (*Operation and Maintenance Application Part, OMAP*), deo za upravljanje signalnom vezom i za prenos podataka (*Signaling Connection Control Part, SCCP*), itd.

1.14. Kako komuniciraju funkcionalni slojevi između sebe?

Komunikacija između slojeva je rešena na jedinstven način, saglasno OSI modelu (ITU-T Preporuka X.210), kao za sve slojevite strukture pa i za CCS7 i ISDN.

Slojevi komuniciraju preko tzv. primitiva (*primitives*). Primitive su apstraktna predstava informacija koje se stvaraju između slojeva. U slojevitoj strukturi se viši (pod)sloj smatra korisnikom usluge nižeg (pod)sloja koji je davalac usluge. Primitive se u svakoj konkretnoj realizaciji mogu razlikovati ali se uvek načelno mogu predstaviti u sledećem obliku:

IN - GENERIČKO IME – VRSTA - PARAMETRI

gde su:

IN interfejs na kome se stvaraju primitive (na primer MTP),

GENERIČKO IME određuje aktivnost koju treba sprovesti (na primer *ESTABLISH* uspostaviti),

VRSTA određuje jednu od četiri vrste (*request* zahtev, *indication* nagoveštaj, *response* odgovor, *confirm* potvrda).

PARAMETRI mogu ali ne moraju postojati i nešto govore o komunikaciji (na primer *kod greške* ako je komunikacija neuspešna). Primer primitive između CCS7 slojeva (trećeg i četvrtog) je *MTP – TRANSFER – request*.

1.15. Koje su dve osnovne svrhe korišćenja CCS7?

Prva je uspostava signalne veze da bi se preko nje uspostavila neka druga veza (na primer telefonska ili ISDN veza). Druga je prenos informacija bez uspostave neke druge veze (SCCP). U ovom drugom slučaju prenos informacija se može vršiti ostvarenom signalnom vezom (*connection oriented transfer*) ili jednokratnim prenosom (*connectionless transfer*). Oba načina se koriste u telefonskoj mreži mobilnih korisnika.

1.16. Šta je to inteligentna mreža?

Inteligentnom mrežom (*Intelligent Network, IN*) se nazivaju delovi telekomunikacione mreže u kojima su koncentrisani podaci i mogućnosti za pružanje korisničkih usluga koje ne može da obezbedi svaki mrežni čvor tj. centrala. Primer ovakve usluge je prenosivost pozivnog broja (mogućnost da korisnik zadrži svoj pozivni broj ako promeni vrstu usluge, mrežu ili lokaciju). Jasno je da svaka centrala ne može imati podatke o ovim promenama već se veza sa korisnikom koji je preneo broj ostvaruje uz pomoć inteligentnih delova mreže tj. baza podataka i mogućnosti za njihovo korišćenje. Prva rešenja sa inteligencijom mreže su bila decentralizovana po centralama. Proces uvođenja inteligentne mreže je išao putem centralizacije tako da je ova mreža sada skoro potpuno centralizovana, nezavisna od proizvođača (*vendor independent*) i od vrste usluge (*service independent*). Ovaj posledni stepen IN se naziva naprednom inteligentnom mrežom (*Advanced IN, AIN*).

1.17. Koji su osnovni delovi inteligentne mreže?

Komutaciona tačka (*Service Switching Point, SSP*) preko koje korisnik može pristupiti čvoru mreže koji pruža *inteligentne* usluge. Deo koji upravlja uslugama je SCP (*Service Control Point*). IN resursi su delovi koji pružaju usluge (na primer skup snimljenih zvučnih poruka).

1.18. Koje su prednosti inteligentne mreže?

Osnovna prednost je laka dogradnja novih usluga. Naime, nove usluge se dograđuju samo u SCP i u resursima bez potrebe menjanja ostalih delova mreže.

1.19. Kakva je veza signalizacije CCS7 i inteligentne mreže?

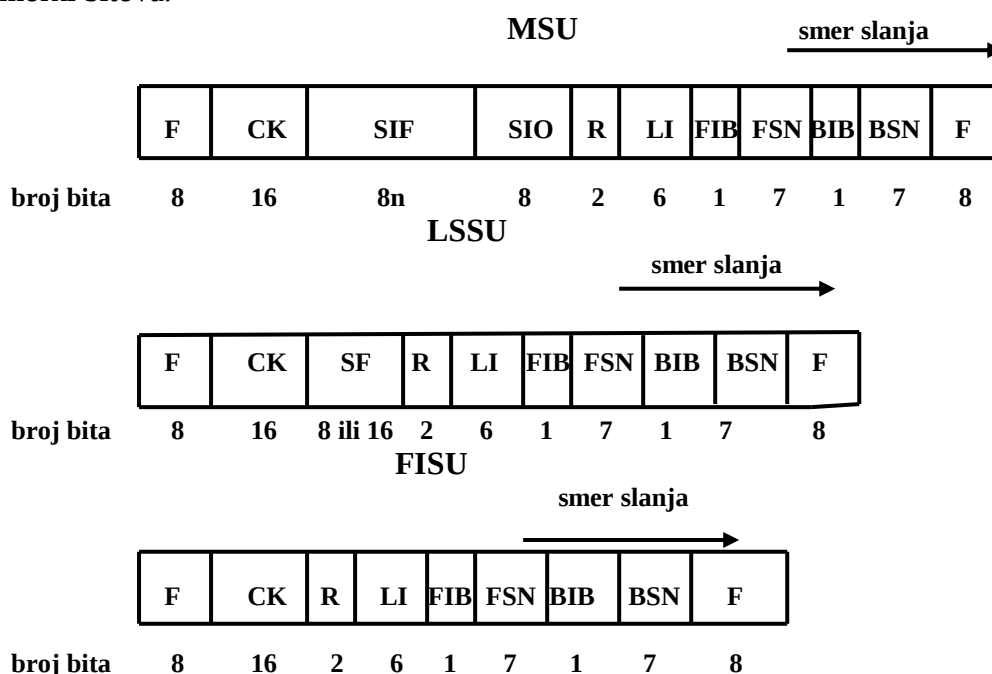
Osnova obraćanja korisnika tj. SSP-ova SCP-u se obavlja signalizacijom CCS7. Komunikacija se obavlja CCS7 upitima (*query*) i CCS7 odgovorima (*response*). Za ove svrhe je predviđen deo četvrtog sloja CCS7 pod nazivom INAP (*Intelligent Network Application Part*) opisan u ITU-T preporukama Q.12xx. U ovim preporukama su preporučene razne korisničke mogućnosti grupisane u skupove tzv. CS-1, CS-2, itd., (*CS-Capability Set*). Treba reći da korisničke usluge koje pruža inteligentna mreža čine širi skup mogućnosti od skupa dodatnih usluga (*supplementary services*, ITU-T I.250) koje se mogu obezbediti i bez inteligentne mreže. Mogućnosti preusmeravanja poziva (*call forwarding*) se nalaze u oba skupa ali se mogućnosti kao što su besplatni pozivi (*free phone*) ili glasanje (*televoting*) nalaze samo u skupu mogućnosti koje obezbeđuje inteligentna mreža.

1.20. Koje vrste signalnih poruka postoje u CCS7?

Postoje tri vrste signalnih poruka. Osnovna vrsta poruka koje se koriste u normalnom radu su signalne jedinice MSU (*Message Signal Unit*). Poruke koje se prenose od jedne signalne tačke do druge u procesu uspostave signalnog linka se zovu LSSU (*Link Status Signal Unit*). Jedinice koje se šalju kada je link u radnom stanju ali nema signalnih jedinica MSU za prenos se nazivaju jedinicama za popunu, FISU (*Fill-In Signal Units*).

1.21. Kako izgledaju CCS7 signalne poruke?

Signalne poruke predstavljaju paket koji se sastoji od tzv. polja. Svako polje se sastoji od određenog broja bita sem polja SIF koje može imati promenljivi broj bitova tj. okteta tj. osmorki bitova.



Slika 1.21.

1.22. Kakav je redosled slanja bitova signalnih CCS7 poruka?

Najpre se šalju bitovi manjeg značaja (2^0) tj. po pravilu *little endian*.

1.23. Kakva je namena pojedinih polja u CCS7 signalnim jedinicama?

Polje F (*Flag*) je međa, označava početak (*opening F*) ili kraj (*closing F*) signalne jedinice. Vrednosti bita su 01111110. U polju BSN (*Backward Sequence Number*) se upisuje redni broj poslednje primljene signalne jedinice. Promena vrednosti bita BIB (*Backward Indicator Bit*) označava neispravno primljenu poruku broj BSN. Redni broj poslate jedinice je FSN (*Forward Sequence Number*) a promena vrednosti bita FIB (*Forward Indicator Bit*) označava ponovno slanje poruke broj FSN. Pokazivač dužine polja SIF (*Signal Information Field*) u oktetima je smešten u polju LI (*Length Indicator*). R je rezerva. Informacioni oktet o vrsti službe na koju se odnosi signalna poruka je označen sa SIO (*Service Information Octet*). SIF je polje koje prenosi signalnu informaciju. SF (*Status Field*) je polje koje postoji kod LSSU signalnih jedinica i nosi informaciju o stanju signalnog linka koji je u procesu uspostavljanja. Polje CK (*check*) služi za proveru ispravnosti prenosa signalne jedinice.

1.24. Kako se razlikuju signalne jedinice za pojedine službe?

Jedinice namenjene pojedinim službama se razlikuju po polju SIO. Ovo polje ima dva četvorobitska dela SI (*Service Indicator*) i polje podslužbe SSF (*SubService Field*) tj. oznaku korišćenja u nacionalnoj ili međunarodnoj mreži. Namena signalne poruke se naznačava vrednostima polja SI prema tabeli 1.24.:

Tabela 1.24.

SI bitovi	namena poruke
0000	upravljanje sig. mrežom
0001	održavanje mreže
0010	rezerva
0011	SCCP
0100	TUP
0101	ISUP
0110	DUP
0111	DUP registracija
1000	MTP testiranje
1001	B-ISUP
1010	Satelitski B-ISUP
od 1011 do 1111	rezerva

1.25. Da li je CCS7 univerzalna u svetskoj mreži?

Ne, jer postoje tzv. varijante. Na primer, delovi koji se koriste u telefonskoj mreži, TUP i ISUP imaju nekoliko varijanti. TUP se može razlikovati u telefonskim mrežama pojedinih zemlja a ISUP ima vrlo poznate varijante ITU-T ISUP, UK-ISUP, Japanski ISUP, ANSI (*American National Standard Institute*) ISUP.

1.26. Kako je signalna jedinica povezana sa (telefonskom) vezom na koju se odnosi?

Polje SIF iz signalne jedinice MSU sadrži delove koji omogućavaju povezivanje signalne jedinice i veze na koju se jedinica odnosi.

Naime, polje CIC (*Circuit Identification Code*) označava kolo tj. vezu na koju se ova signalna jedinica odnosi, slika 1.28.

1.27. Kako se upućuju signalne jedinice kroz mrežu?

Na osnovu dela sadržaja polja SIF. U svakoj signalnoj tački mreže signalna jedinica se upućuje na osnovu adrese odredišta (*Destination Point Code, DPC*) sledeće signalne tačke. Signalna jedinica sadrži i adresu izvorne tačke za ovu poruku (*Originating Point Code, OPC*)

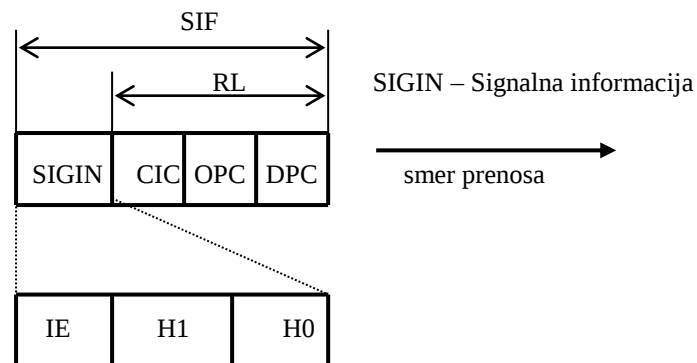
tj. signalne tačke koja šalje ovu poruku. Zajedništvo adresa polazne tačke, dolazne tačke i veze naziva se zaglavljem upućivanja (*Routing Label, RL*)

1.28. Kako se raspoznaje značenje signalne jedinice MSU?

Značenje signalne jedinice se određuje prema poslednjem delu polja SIF, slika 1.28. Ovde postoje tri potpolja. Prvo (H0) označava grupu poruka, na primer: grupa adresnih poruka unapred (*Forward Address Messages, FAM*) gde polje H0 ima vrednost 0000.

Drugo potpolje (H1) označava vrstu poruke. Na primer: u grupi FAM poruka postoji poruka SAM (*Subsequent Address Message*) čija je vrednost H1= 0010.

Treće potpolje (*Information Elements, IE*) nosi podatke. Na primer, u pomenutoj poruci SAM, polje IE nosi dodatno izabrane cifre.



Slika 1.28.

1.29. Koji delovi CCS7 su važni za Internet telefoniju?

Praktično svi. Naime, na sučelju Interneta i klasične telefonske mreže se vrši pretvaranje signalizacija klasične mreže u internetsku signalizaciju i obrnuto. Pogodno je da se sve signalizacije iz klasične mreže svedu na CCS7 pre dovođenja na IP sučelje. S druge strane, postupak prenosa podataka od i ka bazama u mreži (inteligentna mreža) je rasprostranjen u velikoj meri, tako da će i za ove namene CCS7 još dugo biti korišćena.

1.30. Kakva je brzina signalizacije u telefonskoj mreži?

U najstarijim telefonskim tehnikama brzina signalizacije je bila oko 100ms po jednom biračkom impulsu cifre izabranog broja. Slanje jedne cifre ovom signalizacijom se odvijalo brzinom koja je bila približno jedna cifra u sekundi.

Signalizacija R2 kao jedna od najbržih signalizacija sa pretvaračima se obavljala brzinom od oko jedne cifre za 100ms. Prednost ove signalizacije u pogledu brzine rada je načelo slanja od početka do kraja što znači da se poslednje cifre ne zadržavaju u tranzitnim tačkama između polazne i dolazne centrale.

Signalizacija CCS7 može da pošalje ceo izabrani telefonski broj u jednoj poruci koja traje desetak milisekundi. Nažalost, svaka poruka se obrađuje u svakoj tranzitnoj signalnoj tački, tako da ova činjenica, donekle, doprinosi smanjenju brzine.

1.31. Šta je numeracija u telefonskoj mreži?

Numeracija (često se kaže sistem numeracije ili plan numeracije) je skup pravila koja određuju adresiranje korisnika u telefonskoj mreži. U realizaciji plana numeracije u jednoj telefonskoj mreži se postavlja i plan upućivanja (*routing*) koji predstavlja pravila optimalnog upućivanja izabranih brojeva od centrale pozivajućeg korisnika ka centrali pozvanog korisnika.

1.32. Šta je E.164 numeracija?

To je plan numeracije koji je usklađen sa ITU-T preporukom E.164. Jedan deo preporuke E.164, koji se odnosi na geografske brojeve, kaže da se pozivni broj nekog korisnika telefonske mreže sastoji od koda zemlje tj. države (1-3 cifre), koda oblasti i pretplatničkog broja, uz uslov da sva tri dela nemaju više od 15 cifara. Podrazumeva se da se prilikom korišćenja ovih brojeva koriste međunarodni i međumesni prefiksi ali oni ne predstavljaju deo preporuke E.164. Brojevi koji zadovoljavaju strukturu propisanu preporukom E.164 nazivaju se E.164 brojevi, ili (potpuno) kvalifikovani brojevi. Treba napomenuti da brojevi korisnika privatnih, kućnih centrala i mreža mogu ali ne moraju zadovoljavati preporuku E.164.

1.33. Šta su to negeografski brojevi?

Negeografski brojevi su virtuelni telefonski brojevi, koji nemaju E.164 strukturu i koji se ne mogu koristiti direktno u upućivanju već se prvo moraju pretvoriti u kvalifikovane E.164 brojeve. Primer negeografskog broja je broj AMS, 1987. Pozivanjem ovog broja korisnik dobija vezu sa službenim AMS telefonom koji ima svoj E.164 broj (različit u različitim krajevima zemlje). Očigledno je da brojevi iz imenika mogu ali ne moraju biti direktno iskorišćeni za upućivanje. Kvalifikovani E.164 broj može biti istovremeno i broj za upućivanje. Negeografski brojevi moraju imati i svoje brojeve za upućivanje.

1.34. Šta je hijerarhijska struktura telefonskih brojeva?

To je ona struktura brojeva koja omogućava da se obradom pojedinih delova broja omogućí delimično upućivanje. Ovu strukturu imaju samo pozivni brojevi koji su istovremeno i brojevi za upućivanje.

1.35. Kakva je razlika između imena i adresa?

U savremenim mrežama se često virtuelni brojevi, nazivaju imenima (kao *domain name* u Internetu) i ona su poznata korisnicima. Brojevi koji se koriste za upućivanje se često nazivaju adresama i često su nepoznati korisnicima. Ime se pre upućivanja uvek mora pretvoriti u adresu.

1.36. Kakva je razlika između hijerarhijskog i ravnog imenika?

Hijerarhijski imenik se sastoji od adresa tj. brojeva sa hijerarhijskom strukturom. Za ovakav imenik bi pravilnije bilo reći adresar. Ravni imenik se sastoji od virtuelnih adresa (na primer službe za hitne slučajeve, 19x). Imenik koji sadrži prenete brojeve (*Number Portability*) se takođe može označiti ravnim. Prilikom korišćenja u ovom slučaju se pozivni broj mora pretvoriti u broj za upućivanje.

1.37. Šta su interfejsi u klasičnoj telefonskoj mreži?

Sučelje uređaja u mreži ili sučelje uređaja i medija prenosa u mreži. Postoje sučelja različitih tehnika ili istih tehnika. Sučelje telefonske centrale sa dvožičnom analognom telefonskom linijom je Z interfejs. Često se oznaka interfejs koristi umesto oznake priključak (ISDN interfejs) ili oznake prenosnika (G.711 interfejs). Ova reč ima proširena značenja i u računarskoj mreži.

1.38. Šta je ISDN?

Digitalna mreža objedinjenih službi (*Integrated Services Digital Network, ISDN*) je prvi tehnološki pokušaj da se korisniku telefonske mreže pruže nove usluge. To je popularno ime za tehniku koju je pravilno zvati uskopojasni ISDN. U ovom smislu se može reći da je ISDN tehnika začetak širokopojasnih usluga koje se danas ostvaruju drugim tehnikama.

1.39. Koja su suštinski nova rešenja u ISDN tehnici u odnosu na digitalnu telefonsku tehniku?

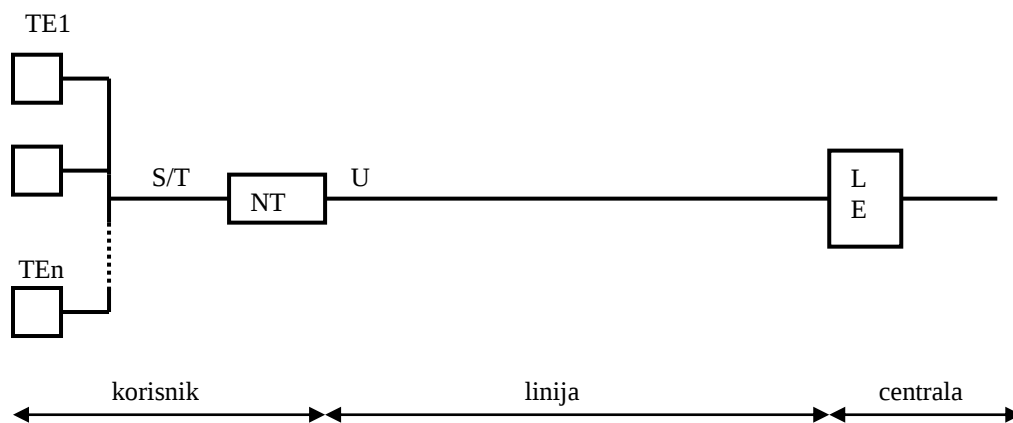
Gledajući tehnička rešenja, ISDN tehnika je po prvi put ponudila digitalnu telefonsku liniju, korisničku signalizaciju po zajedničkom kanalu (D (*data*) kanal), korisničku uslugu sa protokom većim od 64kb/s, istovremeni rad više korisničkih terminala, lokalno generisanje pozivnog signala. Posebnu novost predstavlja mogućnost da se podaci malih protoka pored B (*Bearer*) kanala mogu slati i signalnim D kanalom.

1.40. Šta je digitalizovana ISDN korisnička linija?

Obična pretplatnička linija tj. dvožični vod (parica) po kome se vrši dvosmerni prenos digitalnog signala sa protokom 160kb/s (osnovni, bazni pristup BRI, BRA, 2B+D) ili 2048kb/s (primarni pristup, PRI, PRA, 30B+D). Ideja prenosa širokopojasnih H kanala je napuštena.

1.41. Od čega se sastoji osnovni ISDN pristup ili interfejs?

Osnovni ISDN (BRI, BRA) interfejs se sastoji od korisničkog dela, mrežnog završetka (*Network Termination, NT*), linije i linijskog kola krajnje (lokalne) ISDN centrale (*Local Exchange, LE*). Mrežni završetak se napaja lokalno tj. na korisničkoj strani.



Slika 1.41.

Korisnički deo se sastoji od korisničkih terminala (*Terminal Equipment, TE*) koji su četvorožičnim vodovima priključeni na mrežni završetak. Spoj korisničkih terminala i mrežnog završetka se naziva S/T presekom ili spojem i na njemu bitski protok iznosi 192kb/s. Linijski kod na S/T preseku je AMI (*Alternate Mark Inversion*). Spoj mrežnog završetka i pretplatničke linije se naziva U presekom ili spojem. Na njemu je bitski protok 160kb/s a linijski kod je ili 2B1Q (*2 Binary 1 Quaternary*, Amerika i Evropa) ili 4B3T (*4 Binary 3 Ternary*, Nemačka). Samo se ovakvim kodovima može postići da bitski protok brojčano bude veći od najveće moguće osnovne učestanosti signala na liniji.

Pored ovog, pojednostavljenog, modela postoje i drugi koji prikazuju adaptore za priključenje ne-ISDN terminala na ISDN liniju (TA), dve vrste mrežnih završetaka, itd. ali oni ne utiču na osnovna načela rada.

1.42. Šta su korisnički ISDN terminali?

Korisnički terminali mogu biti ISDN telefonski aparati, faksimil aparati, računari, videotelefoni, itd. To su, dakle, oni korisnički uređaji koji svoj bitski protok mogu svesti na 64kb/s ili 128kb/s. Korisničkih terminala može biti do 8 od kojih samo dva telefonska aparata

mogu istovremeno obavljati vezu. Jasno je da se ne-ISDN terminali (obični telefoni i modemi, na primer) priključuju na mrežni završetak preko terminalnog adaptera (TA).

1.43. Šta se smatra glavnim nedostatkom osnovnog ISDN pristupa?

To je zavisnost od korisničkog napajanja mrežnog završetka. U slučaju nestanka napajanja kod korisnika, ISDN pristup se svodi na korišćenje jednog telefonskog aparata koji se napaja iz ISDN centrale.

1.44. Kako se obavlja ISDN korisnička signalizacija?

Korisnička ili pristupna signalizacija (definisana ITU-T preporukama Q.921 i Q.931) se obavlja D kanalom, paketskim porukama sa potvrdom. Rad signalizacije se može posmatrati kroz tri sloja. Često se naziva i DSS1 (*Digital subscriber Signaling System no 1*). Prvi sloj definiše bitske ramove na S/T preseku i U preseku. Drugi sloj definiše poruke koje su nosioci suštinskih poruka trećeg sloja. Ovaj sloj se naziva LAPD (*Link Access Procedure for D channel*) protokolom. To je, dakle, protokol koji po D kanalu ostvaruje više LAP signalnih veza po kojima se signali razmenjuju sa potvrdoma i retransmisijom. Drugi sloj sadrži tri vrste poruka: nenumerisane, poruke za nadgledanje i informacione.

1.45. U čemu je razlika između tri vrste poruka drugog sloja ISDN signalizacije?

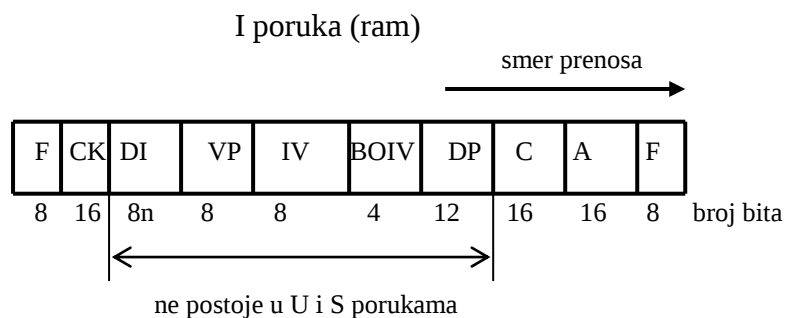
Nenumerisane (*Unnumbered, U*) poruke služe da se aktivira signalni mehanizam. Imaju funkciju sličnu signalima zauzimanja u telefonskoj signalizaciji. Može se poslati jedna od četiri poruke u oba smera. Može se postaviti analogija između ovih poruka i LSSU poruka u CCS7.

Po tri numerisane poruke za nadgledanje (*Supervisory, S*) u oba smera služe za pozitivne i negativne potvrde informacionih poruka. Uz potvrdu se uvek šalje broj poruke na osnovu koga se zaključuje na koju se poruku potvrda odnosi. U nekim slučajevima S poruke liče na FISU poruke u CCS7.

Informacione (*I, Information transfer*) poruke nose osnovnu signalnu informaciju slično kao što je to slučaj sa MSU porukama kod CCS7.

1.46. Kakav je sastav ISDN I poruke?

Sastav I poruke ili rama (*frame*) je, u načelu, sličan sastavu CCS7 poruka. Počinje i završava se međama (*F, 01111110*), slika 1.46.



Slika 1.46.

Međe, adresna (A) i upravljačka (C) polja postoje i kod U i S poruka. Diskriminator protokola (DP) određuje o kom protokolu je reč (za ISDN DP=00001000). Broj veze je identifikator veze (IV) na koju se signalna poruka odnosi a BOIV govori koliko okteta ima identifikator veze. Sama signalna poruka je data u polju VP kao vrsta poruke. Polje dodatnih informacija

(DI) je sastavni deo polja VP. Polje CK je, kao i ranije, polje za proveru ispravnosti prenete signalne poruke.

1.47. Koliko grupa informacionih ISDN poruka postoji?

Same poruke se dele na četiri grupe prema srodnosti. To su poruke koje se odnose na uspostavu veze, fazu veze, raskid veze i razne druge poruke. Kod poruka po grupama ima ista poslednja tri bita tj. prva grupa se završava sa 000, druga sa 001, itd.

1.48. Koji bitovi se šalju prvi u ISDN porukama?

Bitovi manjeg značaja (*little endian*). Izuzetak od ovog pravila je polje za proveru tačnosti prenosa (CK) gde je primenjeno obrnuto pravilo pa se prvo šalju bitovi većeg značaja (*big endian*).

1.49. Koje su najpoznatije poruke i zbog čega su njihova imena važna?

Najpoznatije poruke su: zahtev za uspostavu veze (*SETUP*), spremnost (*ALERTING*), uspostavljanje veze (*CALL PROCEEDING*), poziv prihvaćen (*CONNECT*), raskidanje (*DISCONNECT*), oslobađanje (*RELEASE*) i njihove potvrde. Imena ovih poruka su važna jer se poruke istog značenja isto tako nazivaju i u drugim paketskim tehnikama ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) i SVCFR (*Switched Virtual Circuits Frame Relay*). Treba naglasiti da u ovim tehnikama signalni paketi imaju svojstvenu a različitu strukturu od poruka u ISDN, ali značenje signalnih poruka je isto kao i u ISDN porukama.

1.50. Koje su sličnosti pristupne ISDN signalizacije i CCS7 signalizacije?

Sličnosti su brojne. Obe su nastale od HDLC (*High Level Data Link Control*) protokola. Kod obe signalizacije su razdvojeni signalizacioni i govorni putevi. Poruke se obavljaju paketima različite dužine. Sastav signalnih poruka (međe, adrese, upravljanje, signalna informacija, provera ispravnosti) u obe signalizacije je sličan. Od tri vrste poruka samo jedna nosi signalnu informaciju. Signalizacija je sa potvrdom. U slučaju neispravnog prenosa vrši se retransmisija. Signalizacija se obavlja od jednog do drugog mrežnog čvora (*link by link*).

1.51. Koje su razlike pristupne ISDN signalizacije i CCS7 signalizacije?

Razlike proističu iz specifičnosti primene. Po signalnom CCS7 kanalu se šalje samo signalizacija a po ISDN D kanalu i podaci. Kod CCS7 signalizacije postoje mrežni mehanizmi upućivanja i prelivanja signalnog saobraćaja a kod ISDN signalizacije, kao korisničke, ovo nije potrebno. CCS7 se obavlja isključivo kanalima protoka 64kb/s a ISDN signalizacija i kanalom protoka 16kb/s. Kod CCS7 se vrši saobraćajni proračun jer se CCS7 kanal može preopteretiti a D kanal u ISDN ne.

1.52. Da li je pristupna ISDN signalizacija strogo definisana?

Ne. Postoje brojne nacionalne varijante pristupne korisničke signalizacije razvijene od strane velikih proizvođača opreme. Najpoznatija varijanta je DASS1 (*Digital Access Signaling System no 1*) primenjena u Engleskoj. Od ove korisničke signalizacije nastala je mrežna signalizacija za povezivanje kućnih ISDN centrala DPNSS1 (*Digital Private Network Signaling System no 1*).

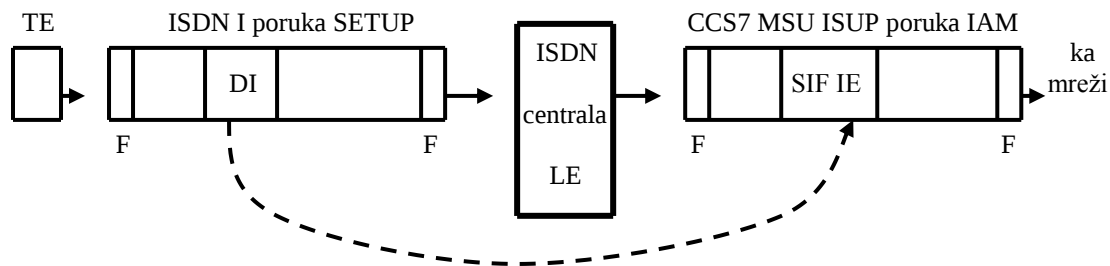
1.53. Može li se pristupna ISDN signalizacija koristiti kao mrežna?

Samo u korporaciskim mrežama. Naime, javna telefonska mreža je velika, sa posebnom signalizacionom mrežom, arhitekturom signalne mreže, garantovanom raspoloživošću i zahtevanim mehanizmima upućivanja signalizacionih poruka. Ove zahteve može da zadovolji

signalizacija CCS7 ali ne i DSS1. Ovi zahtevi ne postoje u manjim korporacijskim mrežama tako da se pristupna signalizacija može koristiti i kao mrežna.

1.54. Kako se signalni podaci iz pristupne prenose u mrežnu ISDN signalizaciju?

Mrežna ISDN signalizacija u javnim mrežama se izvodi pomoću CCS7 korisničkog sloja koji je predviđen za ISDN mrežu, ISUP (*ISDN User Part*). Korisnička ISDN poruka koja se primi u centrali izaziva (pored potvrde koja se šalje terminalu - inicijatoru poruke) slanje CCS7 poruke od centrale (kao signalne tačke) ka drugoj signalnoj tački u mreži. Svi podaci koji su potrebni za ostvarenje veze ili za neke usluge se iz ISDN poruke prenose u CCS7 poruku. Ovo se može prikazati na primeru prve poruke u postupku ostvarenja veze. Korisnički terminal (TE) stvara poruku SETUP koja se šalje ISDN centrali (LE). U polju VP vrsta poruke je smešten kod 00000101 što je *kod* poruke koju nazivamo SETUP tj. zahtev za uspostavu veze. U sastavu ove poruke se nalazi polje dodatnih informacija (DI) u kome je između ostalih smešten i podatak o izabranom broju, slika 1.54. Centrala primi ovu poruku i na osnovu nje formira ISUP poruku IAM (ukoliko ima slobodnih govornih kanala ka odredištu).



Slika 1.54.

U CCS7 poruci se polje SI kao (deo polja SIO) popunjava kodom 0101 kao oznakom ISUP poruka. Polje H0 (vrsta poruke) se popunjava kodom 0000 (signalne poruke unapred) a polje H1 uzima vrednost 00000001 što je kod poruke IAM (*Initial Address Message*). Podaci o izabranom broju se u centrali koriste za određivanje upućivanja poruke ali se i prosleđuju dalje smeštanjem u potpolje informacionih elemenata IE polja SIF. Adresa govornog kanala koji se zauzima se smešta u polje CIC (deo zaglavlja upućivanja).

1.55. Može li javna mreža da koristi CCS7 a da nema ISDN mogućnosti?

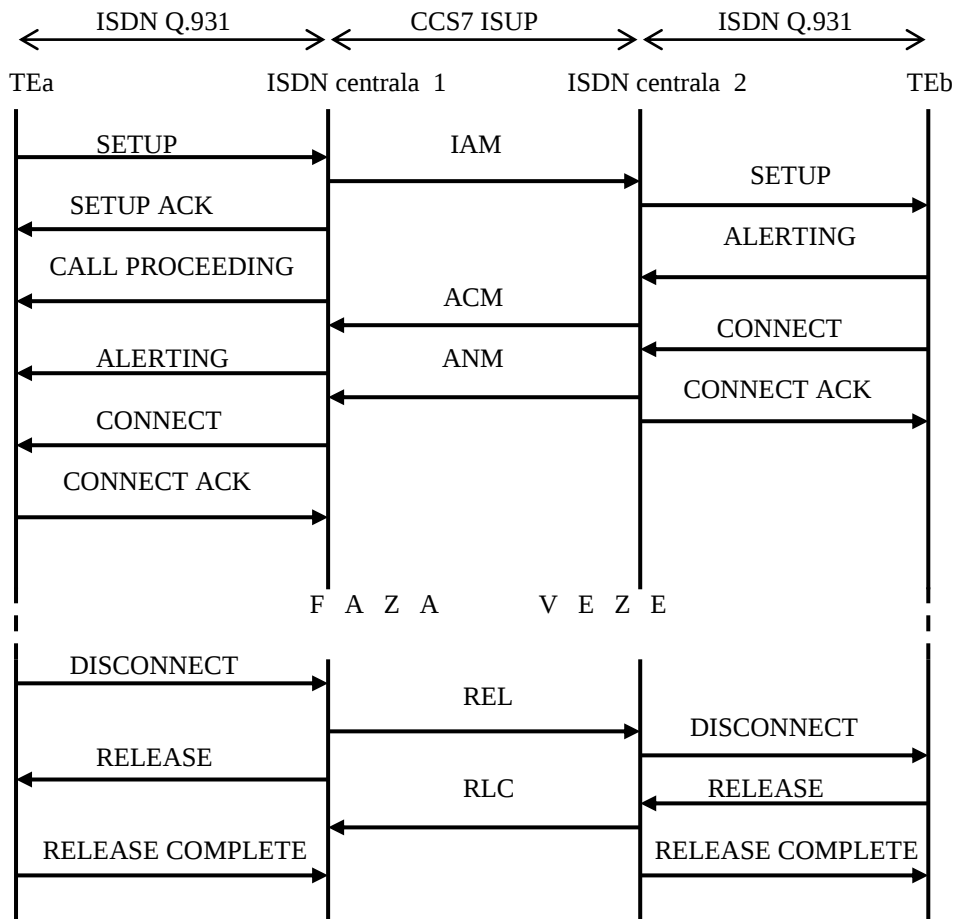
Može. Telefonska mreža koristi CCS7 TUP a nema ISDN mogućnosti.

1.56. Može li javna mreža da bude ISDN a da ne koristi CCS7?

Ne. Podaci koji se koriste za ostvarivanje ISDN usluga i mogućnosti se kroz mrežu mogu prenositi samo signalizacijom CCS7. Međutim, privatna mreža može da koristi signalizacije DPNSS1 i QSIG i da ostvaruje ISDN mogućnosti.

1.57. Kako izgleda osnovni signalni ciklus u javnoj ISDN mreži?

Na slici 1.57. je prikazan osnovni slučaj uspostave ISDN veze. U ovoj vezi biranje vrši korisnički terminal TEa koji bira broj terminala TEb. Veza se ostvaruje kroz dve ISDN centrale (1 i 2). ACK je skraćenica za potvrdu (*ACKnowledgment*). Poruke SETUP (ACK), CALL PROCEEDING, ALERTING, CONNECT (ACK) su standardne ISDN signalne poruke trećeg sloja a IAM, ACM (*Address Complete Message*), ANM (*Answer Message*) su standardne CCS7 ISUP poruke.



Slika 1.57.

Može se videti da na prelazu sa pristupne na mrežnu signalizaciju ne postoji podudarnost signalnih poruka, ni po broju, ni po imenu, ni po strukturi.

1.58. Šta je PISN i PINX?

To su oznake za privatnu, korporacijsku ISDN mrežu (*Private Integrated Services Network, PISN*) i ISDN centralu u toj mreži (*Private Integrated services Network eXchange, PINX*).

1.59. Šta je QSIG?

QSIG (ili Qsig) je mrežna signalizacija za povezivanje kućnih ISDN (PINX) centrala tj. mrežna signalizacija korporacijskih ISDN mreža (PISN). Ova signalizacija se zasniva na ISDN pristupnoj signalizaciji tj. standardu Q.931. Samu signalizaciju QSIG je propisala organizacija ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*).

1.60. Kakva je razlika između QSIG i ISDN signalizacije po Q.931?

Razlika je u izjednačavanju signalnih tačaka koje razmenjuju signalne poruke. Naime, u pristupnoj ISDN signalizaciji se neki parametri veze nikada ne šalju u oba smera jer je to razmena signala korisnika i centrale. Prilikom razmene QSIG poruka tačke koje razmenjuju poruke su ravnopravne i svi parametri se mogu prenositi i u jednom i u drugom smeru. Ovo se može ilustrovati porukom SETUP koja postoji u obe signalizacije. Ova poruka u ISDN signalizaciji ima 18 polja dodatnih informacija. Od toga se 13 polja sadrže i u poruci SETUP od korisnika ka mreži i u poruci SETUP od mreže ka korisniku. Tri parametra se mogu slati samo u smeru od korisnika ka centrali a dva samo od centrale ka korisniku. Poruka SETUP u

QSIG ima 12 polja koja nose parametre i ova polja mogu biti popunjena za poruke u oba smera, ako se o smeru ovde i može govoriti.

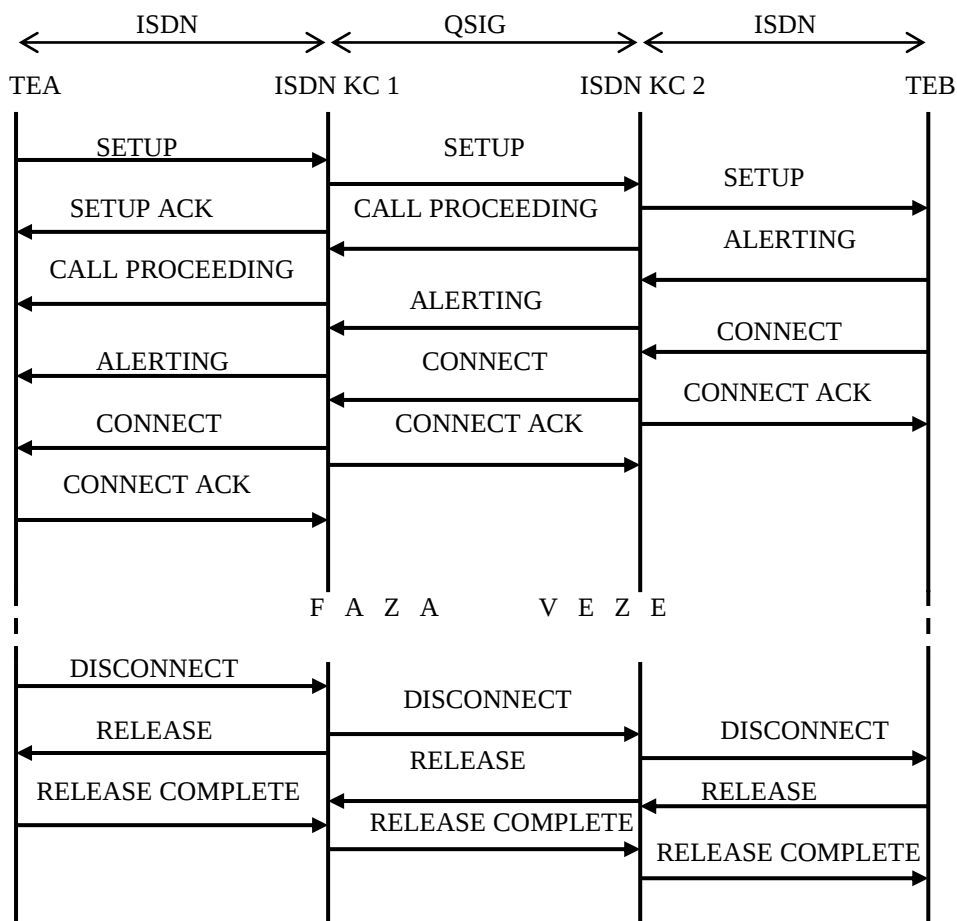
1.61. Koja su važne razlike između QSIG i signalizacija CCS7?

Pomoću QSIG se ne može graditi inteligentna mreža. Naime, QSIG je namenjena ostvarivanju ISDN veza ali nema standardizovani deo koji je sličan INAP delu signalizacije CCS7. Pomoću QSIG se ne mogu ostvarivati komunikacije a da one nisu u službi ostvarenja veze (*connectionless*).

Mrežna signalizacija QSIG se obavlja linkovima koji prate govorne kanale na koje se odnosi tj. može se ostvarivati samo sa *pridruženim načinom* (*associated mode*). Zbog toga se ne može reći da postoji signalizaciona QSIG mreža.

1.62. Kako izgleda osnovni signalni ciklus u korporacijskoj ISDN mreži?

Na slici 1.62. je prikazan osnovni slučaj uspostave veze u korporacijskoj ISDN mreži. U ovoj vezi biranje vrši korisnički terminal TEA koji bira broj terminala TEB. Inicijator prekida veze je takođe TEA.



Slika 1.62.

Razlika pristupnih i mrežnih signalnih poruka je mnogo manja nego kod javne ISDN mreže.

1.63. Da li je DSL digitalizovana pretplatnička linija?

Mada je DSL skraćenica za digitalizovanu pretplatničku liniju (*Digital Subscriber Line*) to je termin sa mnogo užim značenjem. DSL je tehnika korišćenja obične pretplatničke telefonske

linije tj. dvožičnog simetričnog voda za digitalni prenos visokog bitskog protoka od korisnika ka paketskoj mreži i od paketske mreže ka korisniku. Paketska mreža se najčešće označava sa ISP (*Internet Service Provider*). Sam izraz digitalizovana pretplatnička linija bi se, u načelu, mogao odnositi i na ISDN korisničku liniju.

1.64. Šta je osnova DSL tehnike?

To su dve tehnike modulacije tj. digitalne obrade signala koje omogućuju iskorišćenje linije za visoki bitski protok. Ove dve tehnike, DMT (*Discrete MultiTone*) i CAP (*Carrierless Amplitude and Phase*) omogućavaju da bitski protok brojčano nadmaši za red veličine najveću moguću učestanost signala na liniji.

1.65. Od čega sve zavisi protok u DSL tehnici?

Protok zavisi od šumova, slabljenja i preslušavanja (što se mora uzimati u obzir i kod ISDN tehnike), ali se mora vrlo pažljivo razmatrati i uticaj razlike preslušavanja na bližem (*Near End crossTalk, NEXT*) i daljem kraju (*Far End crossTalk, FEXT*), razlika preslušavanja u smeru NT $\Rightarrow$ ISP i u smeru ISP $\Rightarrow$ NT, vrsta korisničkih usluga u drugim pretplatničkim provodnicima istog kabla i slično. Dominantni uticaj na veličinu protoka ima dužina korisničke linije jer mnogi od navedenih činilaca zavise od dužine linije, tabela 1.65.

Tabela 1.65.

Bitski protok, Mb/s	Prečnik provodnika, mm	Dužina linije, km
2	0,5	5,5
2	0,4	4,6
6,1	0,5	3,7
6,1	0,4	2,7

1.66. Kakva je razlika između modema i DSL tehnike?

Pored znatno većeg bitskog protoka DSL-a od protoka modema, osnovna razlika je u tome što se modem koristi za prenos podataka kroz telefonsku mrežu, dakle i kroz telefonske centrale. Modemska veza se uvek ostvaruje biranjem tj. ona je tzv. komutirana veza. Veza između korisnika i ISP tehnikom DSL je fiksna tj. ostvarena između dve tačke. Sličnost modemske i DSL veze je i u tome što kod obe najveća vrednost protoka zavisi od kvaliteta i dužine linije.

1.67. Kakva je razlika između ISDN pristupa i DSL pristupa?

Najveće razlike tehnike DSL i ISDN tehnike su sledeće.

-Ceo bitski protok DSL tehnike od i ka korisniku se ne vodi u komutacioni organ centrale već se samo pretplatnički vod koristi da se pristupi mreži podataka, ISP, što većim protokom. Kod ISDN tehnike se svi podaci (i korisnički i signalni) vode ili u komutacioni ili upravljački (signalizacioni) deo centrale.

-ISDN tehnika se uvek primenjuje po jednoj pretplatničkoj parici tj. po jednom paru provodnika dok se DSL tehnika nekada primenjuje na dve ili tri parice.

-Obična telefonska usluga (*Plain Old Telephone Service, POTS*) kod DSL tehnike može ostati sačuvana ali ne mora. (Ako je sačuvana onda je ona prioritarna.) Kod ISDN tehnike telefonska usluga uvek postoji.

1.68. Kakve sve vrste DSL tehnika postoje?

Zavisno od namene DSL tehnike, postoji nekoliko podvrsta ove tehnike, tabela 1.68.

Tabela 1.68.

Ime	skraćenica	broj parica	simetrični prenos	najveći protok	podaci	POTS
Simetrična	SDSL	1	da	2Mb/s	da	ne
<i>Multirate</i>	M/SDSL	1	da	2Mb/s	da	da
<i>High bit rate</i>	HDSL	2	da	2Mb/s	da	ne
Dugolinijska	ReachDSL	1	da/ne	1Mb/s	da	da
Asimetrična	ADSL	1	ne	8Mb/s ISP⇒NT 640kb/s NT⇒ISP	da	da
Samopodesiva	RADSL	1	da/ne	7Mb/s ISP⇒NT 1Mb/s NT⇒ISP	da	da

Kao što je rečeno, bitski protok zavisi od dužine linije. Tako je simetrični DSL primenjiv do 8,9km (parica prečnika 0,5mm) ako je protok 128kb/s ali ako je protok 1,5Mb/s tada je po istoj parici domet samo 5,5km.

1.69. Šta je V5.x?

To je zajednička oznaka za familiju tzv. pristupnih tehnika. Ova tehnika se sastoji od grupisanja korisnika (analognih i ISDN) na korisničkoj strani u tzv. pristupnu mrežu (*Access Network, AN*) i prenosa signalnih i korisničkih informacija po jednom ili nekoliko E1 linkova do krajnje ISDN centrale (*Local Exchange, LE*). Često se kaže da AN u potpunosti ili većim delom zamenjuje pretplatničku mrežu. Ova tehnika podrazumeva nekoliko vrsta signalizacija za komunikaciju korisnika i LE ali se komutacija obavlja samo u centralama. Komunikacija analognih priključaka sa LE se obavlja posebnom signalizacijom a ISDN signalizacija se prenosi neizmenjena.

1.70. Šta je V5.1?

Pristupna tehnika koja koristi jedan E1 signal između AN i LE. Korisnici mogu biti analogni i bazni ISDN (BRA) priključci, analogne ili ISDN privatne centrale.

1.71. Šta je V5.2?

Pristupna tehnika koja koristi više E1 signala (do 16) između AN i LE. Korisnici mogu biti analogni, bazni i primarni ISDN (BRA i PRA) priključci, analogne ili ISDN kućne centrale.

1.72. Kakva je razlika između DSL i V5.x?

Kod tehnike DSL se deo protoka vodi u paketsku mrežu a deo u telefonsku. U tehnici V5.x se celokupni protok vodi u telefonsku (ISDN) mrežu.

1.73. Šta su to širokopojasne telekomunikacione usluge?

To su usluge koje zahtevaju veći korisnički bitski protok od 128kb/s (*Broadband ISDN, B-ISDN*). Nasuprot ovim uslugama, usluge ostvarene u ISDN (2B+D, 30B+D) tehnici nazivaju se uskopojasne (*narrowband services, N-ISDN*).

1.74. Koja su merila kvaliteta usluge u klasičnoj telefonskoj mreži?

Osnovna merila su verovatnoća uspeha ostvarenja veze i dužina čekanja na ostvarenje veze. U dobro opremljenim i dobro organizovanim mrežama verovatnoća ostvarenja veze kroz celu

mrežu je veće vrednosti od 0,6 a čekanje na ostvarenje veze je kraće od par sekundi. Važno je napomenuti da se u klasičnoj telefonskoj tehnici kvalitet telefonske usluge odnosi samo na uspostavljanje veze dok za uspostavljenu vezu on gubi smisao.

1.75. Čime se meri obim ljudskog korišćenja telekomunikacione mreže?

Meri se telekomunikacionim tj. telefonskim saobraćajem. Saobraćaj je bezdimenziona veličina i pokazuje stepen zauzetosti ili stepen namere zauzimanja organa u mreži. Jedinica telefonskog saobraćaja je Erlang, po utemeljitelju (*Agner Krarup Erlang*) teorije telekomunikacionog saobraćaja. Jedan Erlang je onaj saobraćaj koji bi u grupi organa, u proseku, uvek držao zauzetim jedan organ. U novim tehnikama se često reč saobraćaj (*traffic*) zamenjuje rečju iskorišćenost ili aktivnost.

1.76. Koji je najpoznatiji model saobraćajnog proračuna?

To je tzv. Erlangov model koji se opisuje Erlangovom formulom prve vrste. Ovaj model se nekad naziva savršeni snop sa gubicima.

1.77. Koje veličine povezuje Erlangova formula prve vrste?

Verovatnoću neuspešnog ostvarenja veze (gubitak), ponuđeni saobraćaj i broj organa (kanala) usluge.

1.78. Koje su osnovne pretpostavke za primenu Erlangove formule prve vrste?

- Dolazni pozivi čine slučajni tok događaja, tj. vreme između dva uzastopna poziva je raspodeljeno po negativnoeksponencijalnom zakonu,
- trajanje vremena razgovora je takođe dato negativnoeksponencijalnom raspodelom,
- broj izvora saobraćaja (pretplatnika) je vrlo veliki.

1.79. Koje oznake se koriste u Erlangovoj formuli prve vrste?

To su:

- broj kanala tj. organa usluge n ,
- ponuđeni saobraćaj $A = \lambda t$,
- broj poziva u jedinici vremena λ ,
- srednja vrednost dužine vremena trajanja razgovora t ,
- verovatnoća neuspešnog poziva (gubitak, *Blocking*) B .

1.80. Kako izgleda Erlangova formula prve vrste?

Ona daje izraz za izračunavanje verovatnoće neuspešnog poziva, B , od ponuđenog saobraćaja, A , i broja organa, n :

$$B = \frac{A^n / n!}{\sum_{j=0}^n A^j / j!} \quad (1.80.)$$

1.81. Kako se primenjuje Erlangova formula?

Erlangova formula je osnova za proračunavanje grupa organa u komunikacionom usluživanju ako su organi povezani u savršeni snop. Pošto je za velike grupe izračunavanje svojstava grupe pomoću Erlangove formule dugotrajno, izrađuju se tablice sa izračunatim vrednostima ili programi za izračunavanje vrednosti Erlangovom formulom. Jedan od brojnih kalkulatora se nalazi na adresi: <http://owenduffy.net/traffic/erlangb.htm>.

Tabela 1.83.
Deo Erlangovih tablica
Ponudeni saobraćaj (erl)

Broj organa	Gubitak 0,1%	Gubitak 1%	Gubitak 3%	Gubitak 5%	Gubitak 7%
1	0.0010	0.0101	0.0309	0.0526	0.0753
2	0.0458	0.153	0.282	0.381	0.470
3	0.194	0.455	0.715	0.899	1.06
4	0.439	0.869	1.26	1.52	1.75
5	0.762	1.36	1.88	2.22	2.50
6	1.15	1.91	2.54	2.96	3.30
7	1.58	2.50	3.25	3.74	4.14
8	2.05	3.13	3.99	4.54	5.00
9	2.56	3.78	4.75	5.37	5.88
10	3.09	4.46	5.53	6.22	6.78
11	3.65	5.16	6.33	7.08	7.69
12	4.23	5.88	7.14	7.95	8.61
13	4.83	6.61	7.97	8.83	9.54
14	5.45	7.35	8.80	9.73	10.5
15	6.08	8.11	9.65	10.6	11.4
16	6.72	8.88	10.5	11.5	12.4
17	7.38	9.65	11.4	12.5	13.4
18	8.05	10.4	12.2	13.4	14.3
19	8.72	11.2	13.1	14.3	15.3
20	9.41	12.0	14.0	15.2	16.3
21	10.1	12.8	14.9	16.2	17.3
22	10.8	13.7	15.8	17.1	18.2
23	11.5	14.5	16.7	18.1	19.2
24	12.2	15.3	17.6	19.0	20.2
25	13.0	16.1	18.5	20.0	21.2
26	13.7	17.0	19.4	20.9	22.2
27	14.4	17.8	20.3	21.9	23.2
28	15.2	18.6	21.2	22.9	24.2
29	15.9	19.5	22.1	23.8	25.2
30	16.7	20.3	23.1	24.8	26.2
31	17.4	21.2	24.0	25.8	27.2
32	18.2	22.0	24.9	26.7	28.2
33	19.0	22.9	25.8	27.7	29.3
34	19.7	23.8	26.8	28.7	30.3
35	20.5	24.6	27.7	29.7	31.3
36	21.3	25.5	28.6	30.7	32.3
37	22.1	26.4	29.6	31.6	33.3
38	22.9	27.3	30.5	32.6	34.4
39	23.7	28.1	31.5	33.6	35.4
40	24.4	29.0	32.4	34.6	36.4
41	25.2	29.9	33.4	35.6	37.4
42	26.0	30.8	34.3	36.6	38.4
43	26.8	31.7	35.3	37.6	39.5
44	27.6	32.5	36.2	38.6	40.5
45	28.4	33.4	37.2	39.6	41.5
46	29.3	34.3	38.1	40.5	42.6
47	30.1	35.2	39.1	41.5	43.6
48	30.9	36.1	40.0	42.5	44.6
49	31.7	37.0	41.0	43.5	45.7
50	32.5	37.9	41.9	44.5	46.7
70	49.2	56.1	61.3	64.7	67.5
100	75.2	84.1	90.8	95.2	99.0
200	165.6	179.7	190.9	198.5	205.1
300	258.6	277.1	292.1	302.6	311.9
500	448.2	474.0	495.9	511.8	526.0

1.82. Kako se još može definisati saobraćajna jedinica *Erlang* (erl, Erl, E)?

Saobraćajnu vrednost od 1 erl čini zbir dužina vremena zauzetosti koji je jednak vremenu posmatranja.

Primer. Posmatra se vremenki interval od 60 minuta. Ukoliko jedan pretplatnik razgovara svih 60 minuta on je ostvario saobraćaj od 1 erl. Ukoliko 30 pretplatnika u istom intervali razgovara po 2 minuta svaki, ostvareni saobraćaj je, takođe, 1 erl.

1.83. Kako izgleda deo Erlangovih tablica?

Deo tablica je prikazan, za pet veličina gubitaka i za 55 vrednosti broja kanala, u tabeli 1.83.

1.84. Koji je prvi način primene Erlangove formule?

Najjednostavnija primena je kada se, polazeći od poznatog broja organa n i poznate vrednosti ponuđenog saobraćaja A izračunava vrednost gubitaka B . Ova primena zahteva samo jedno izračunavanje prema jedn. (1.80.).

$$A=3 \text{ erl}, n=3 \rightarrow B = 0.34615$$

1.85. Koji je drugi način primene Erlangove formule?

Drugi način primene Erlangove formule je da se za poznate vrednosti dozvoljenih gubitaka B_p i broja organa n odredi ponuđeni saobraćaj A . U ovom izračunavanju se polazi od pretpostavljenih vrednosti za ponuđeni saobraćaj pa se uzastopnim primenama Erlangove formule treba približiti vrednosti gubitaka sa strane manjih vrednosti. Tako izračunata vrednost ponuđenog saobraćaja A će zadovoljavati zahtev da dozvoljeni gubici ne budu prevaziđeni tj.:

$$ERL(A,n,n) \leq B_p$$

Primer: Najveći dozvoljeni gubici su $B = 0,03$, a broj organa je $n = 24$.

Za pretpostavljenu vrednost ponuđenog saobraćaja $A = 20 \text{ erl}$ dobija se $B = 0,0661$

19	0,04952
18	0,03526
17	0,02361
17,4	0,02794
17,5	0,02909

Tražena vrednost je, vrlo približno, $A = 17,5 \text{ erl}$ pošto je $ERL(17.5,24,24) < B_p = 0,03$

Napomena: tražena vrednost ponuđenog saobraćaja se detaljnijim proračunom može još preciznije utvrditi.

1.86. Koji je treći način primene Erlangove formule?

Treći način primene Erlangove formule je kada se pođe od poznatih vrednosti dozvoljenih gubitaka B_p i ponuđenog saobraćaja A pa se izračunava potreban broj organa n pri kome gubici neće biti veći od dozvoljenih. Ovde takođe treba primeniti formulu nekoliko puta sa pretpostavljenim vrednostima broja organa. Vrednosti pretpostavljenog broja organa se menjaju tako da se proračunati gubici približavaju dozvoljenim. Izračunavanje je završeno kada se pronađe broj organa n takav da je vrednost $ERL(A,n,n)$ manja od dozvoljenih gubitaka a vrednost $ERL(A,n-1,n-1)$ veća od dozvoljenih gubitaka. Traženi broj organa je, očigledno, n :

$$ERL(A,n,n) < B_p < ERL(A,n-1,n-1)$$

Primer. Neka je ponuđeni saobraćaj $A=5$ erl a dozvoljeni gubici 5%.

Za $n=7$ dobija se $ERL(5,7,7) = 0,12052$

Za $n=8$ dobija se $ERL(5,8,8) = 0,07005$

Za $n=9$ dobija se $ERL(5,9,9) = 0,03746$

Pošto je $ERL(5,9,9) \leq 0,05 \leq ERL(5,8,8)$ traženi broj organa je $n=9$.

1.87. Kako se ostvaruje veza u klasičnoj telefonskoj mreži i koja je brzina ovog postupka?

Veza se ostvaruje nakon biranja adrese odredišta, u koracima koji ostvaruju vezu od jednog mrežnog čvora do drugog sve do odredišta. Brzina ovog postupka zavisi od vrste veze tj. geografskog položaja izvora i odredišta, vrste tj. brzine signalizacije. Brzina ovog postupka je takva da se kvalitetne zemaljske veze ostvaruju za najviše dve sekunde.

1.88. Kako se proračunavaju resursi u klasičnoj telefonskoj mreži?

Teorija telefonskog ili telekomunikacionog saobraćaja je grana primenjene matematike koja služi za proračune resursa u telefonskoj mreži. Ova teorija uspostavlja odnose između jačine saobraćaja, broja organa (resursa), verovatnoće dobijanja usluge, verovatnoće čekanja na uslugu i vremena čekanja na uslugu. Osnovu ove teorije predstavlja posmatranje procesa uspostavljanja i raskidanja telefonskih veza u stanju statističke ravnoteže. Osnovni proračun se svodi na traženje odgovora na pitanje: koliko organa (tražena veličina) je potrebno da usluga (propisana veličina) bude zadovoljavajuća ako je poznata veličina saobraćaja (procenjena ili izmerena veličina).

1.89. Šta je to Kendalovo označavanje?

To je uobičajeni skraćeni način označavanja saobraćajnog modela. Oznaka ima oblik $A/B/N/K/M$ gde su:

- A svojstvo dolaznog toka zahteva,
- B svojstvo vremena usluge,
- N broj organa usluge,
- K broj mesta za čekanje i
- M broj izvora saobraćaja.

1.90. Koja su merila kvaliteta govornog signala na prijemu u klasičnoj telefoniji?

Osnovni cilj telefonske tehnike je da izvorni telefonski signal isporuči odredištu sa što manje promena. Saglasno tome, merila kvaliteta govornog signala na odredištu su sve one veličine koje prikazuju razliku svojstava odredišnog signala u odnosu na izvorni. Osnovna merila kvaliteta su:

- slabljenje signala (*attenuation*, *insertion loss*) pokazuje koliko je snaga govornog signala manja na odredištu u odnosu na izvor,
- šum (*noise*) pokazuje koliko govorni signal sadrži komponenti koje ne postoje u njegovom izvornom obliku,
- preslušavanje (*crosstalk*) pokazuje koliko signali nekih drugih veza utiču na posmatrani signal,
- odjek (*echo*) pokazuje uticaj zakasnelog govornog signala na primljeni primarni signal, itd.

1.91. Šta zahtevaju propisi o kvalitetu govornog signala na prijemu u klasičnoj telefoniji?

Traži se da svaki činilac kvaliteta zadovolji postavljenu granicu. Na primer, slabljenje međunarodne telefonske veze mora biti manje od 32dB, snaga šuma uzrokovanog preslušanim signalom mora biti manja od – 65dB, itd. Uticaj svakog činioca se posmatra zasebno tj. povezanost uticaja se ne razmatra.

1.92. Kako korisnik plaća korišćenje klasične telefonske mreže?

Plaća je proporcionalno broju resursa koje koristi i dužini vremena korišćenja resursa. Pošto se broj korišćenih resursa ne može tačno odrediti, smatra se da je grubo merilo ovog broja geografska udaljenost.

1.93. Šta su to privatne (kućne, korporacijske) telefonske centrale?

To su čvorovi privatne tj. korporacijske mreže. Privatne centrale (*Private (Automatic) Branch eXchange*, *P(A)BX*) su povezane između sebe ali skoro redovno imaju vezu prema javnoj telefonskoj mreži. Postoje i (već prevaziđene) kućne centrale koje su bile vezane na korisničku liniju i korisnički interfejs, ali tu se nije radilo o automatskoj telefoniji.

1.94. Šta su to javne a šta privatne telefonske mreže?

Javne telefonske mreže ljudima služe za komuniciranje a vlasniku mreže da na njoj ostvaruje zaradu. Svako lice može da sklopi ugovor o korišćenju javne mreže. Važno svojstvo javne telefonske mreže je da se prostire po celom svetu tj. to je globalna mreža.

Privatne telefonske mreže su vlasništvo organizacija koje ovim mrežama olakšavaju svoju osnovnu delatnost a ostvarivanje zarade putem ove mreže često nije među osnovnim namenama ove mreže. Osnovne namene privatnih mreža su često tajnost i zaštita komunikacija i visoka raspoloživost.

1.95. Koja su svojstva privatnih mreža različita od svojstava javnih mreža?

Vlasnik privatne mreže organizuje mrežu prema svojim potrebama. U ovoj mreži se ne moraju poštovati sva pravila koja važe za javnu telefonsku mrežu. Ova pravila se moraju poštovati jedino za veze sa korisnicima javne mreže. Često se u privatnim mrežama mogu naći posebne signalizacije (QSIG, na primer), plan numeracije (koji nije u skladu sa E.164), priključci i terminali (kućni ISDN priključak i aparat koji rade na načelu TCM (*Time Compression Multiplexing*) ili ping-pong tehnike) koji nisu svojstveni javnoj mreži.

1.96. Šta je VPN?

Virtuelna privatna mreža (*Virtual Private Network*) je uređena grupa korisnika neke javne mreže koja ima svojstva kao da pripada privatnoj mreži. Ova svojstva mogu biti vezana za plaćanje korišćenja mreže, zaštitu tajnosti informacija, numeraciju.

1.97. Šta je mreža mobilne telefonije (MMT)?

Telefonska mreža mobilnih korisnika je mreža koja se zasniva na radio prenosu i korisnicima koji mogu menjati geografski položaj. Ova mreža može biti javna (o kojoj, uglavnom, i govorimo) i privatna.

1.98. Koji su osnovni elementi MMT?

To su korisnički aparati, bazne stanice i komutacioni centar. Treba naglasiti da je mreža mobilnih korisnika povezana sa klasičnom javnom telefonskom mrežom (PSTN), sa ISDN mrežom i sa drugim mrežama mobilne telefonije.

1.99. Koje su osnovne funkcije korisničkog mobilnog aparata?

Pored funkcija ostvarivanja veza, osnovna funkcija mobilnog telefona je identifikacija u najbližoj baznoj stanici.

1.100. Koje su osnovne funkcije bazne stanice?

Bazna stanica ima dva osnovna dela: deo za praćenje korisnika i deo za komunikaciju sa komutacionim centrom.

1.101. Koji su osnovni elementi komutacionog centra MMT?

Komutiranje svih veza, održavanje baza svojih korisnika (*Home Location Register, HLR*) i gostujućih korisnika (*Visitor Location Register, VLR*), održavanje signalnih veza sa baznom stanicom, PSTN mrežom, ISDN mrežom, drugim komutacionim centrima i drugim MMT.

1.102. Kako se može obavljati signalizacija između mobilnog telefona i bazne stanice?

Može se obavljati protokolom sličnim drugom sloju korisničke signalizacije ISDN koji je prilagođen mobilnoj telefoniji i naziva se LAPDm. Ovaj protokol se od LAPD protokola tj. od ISDN informacionih (I) poruka razlikuje po tome što nema međe ni polje za otkrivanje grešaka u prenosu ali ima polje pokazivač dužine poruke. Greške u prenosu otkrivaju se postupkom u prvom sloju.

1.103. Kako se može obavljati signalizacija između delova bazne stanice?

Standardnim LAPD protokolom.

1.104. Kako se može obavljati signalizacija između bazne stanice i komutacionog centra?

Može da se obavlja posebnim korisničkim delom signalizacije CCS7 koji se naziva BSSAP (*Base Station System Application Part*). Interesantno je da je za neke poruke ovog protokola bazna stanica transparentna tj. da se mogu menjivati između mobilnog telefona i komutacionog centra.

1.105. Kako se može obavljati signalizacija između delova komutacionog centra?

Posebnim korisničkim delom signalizacije CCS7. To je signalizacioni korisnički deo TCAP (*Transaction Capabilities Application*) koji ne ostvaruje signalne veze (SCCP) ali u sebi nosi korisnički deo za mobilnu telefoniju MAP (*Mobile Application Part*).

1.106. Kako se obavlja signalizacija između komutacionog centra i drugih mreža?

Signalizacijom CCS7. Sa PSTN delom TUP, sa ISDN delom ISUP, sa drugim komutacionim centrima i drugim mrežama ISUP i MAP.

1.107. Šta je to Internet telefonija?

Internet telefonija je telefonska tehnika koja koristi Internet kao mrežu, načela Interneta, protokole i resurse Interneta za uspostavljanje telefonske veze, prenos telefonskog razgovora u realnom vremenu i raskidanje veze. Internet telefonska tehnika se može opisati i kao deo internetske multimedijalne tehnike ostvarivanja veza. Vrlo značajno svojstvo Interneta za primenu u telefonskoj tehnici je njego rasprostranjenost po svetu.

1.108. Kakva je razlika između Internet telefonije i paketske telefonije?

Razlika je, uglavnom, terminološka. Naime, paketska telefonska tehnika je najispravnije ime za telefonsku tehniku koja koristi tzv. paketizovane signale. I sam Internet kao mreža koristi ostale paketske tehnike (ATM, FR) što potvrđuje prethodnu tvrdnju.

1.109. Šta je VoIP?

Prenos glasa Internetom ili VoIP (*Voice over Internet Protocol*) je popularna oznaka za Internet telefonsku tehniku. Oznaka i njeno značenje se razilaze jer je i prenos snimljenog govora Internetom takođe VoIP ali nije telefonska tehnika, jer ne uključuje signalizaciju, nije dvosmeran, ne učestvuju dva sagovornika u razgovoru koji se obavlja u realnom vremenu, itd. Posle uvođenja ove, više popularne nego tačne, oznake pojavile su se slične oznake kao VoATM (prenos glasa ATM tehnikom), VoFR (prenos glasa tehnikom *Frame Relay*), VoX.25 (prenos glasa tehnikom X.25), VoPSTN (prenos glasa kroz klasičnu, tzv. komutiranu, telefonsku mrežu), VoX (prenos glasa bilo kojom od ovih tehnika), itd. Za ove skraćenice važi napomena o nepreciznosti kao i za VoIP.

1.110. Kako izgleda postupak proizvodnje paketizovanog govornog signala?

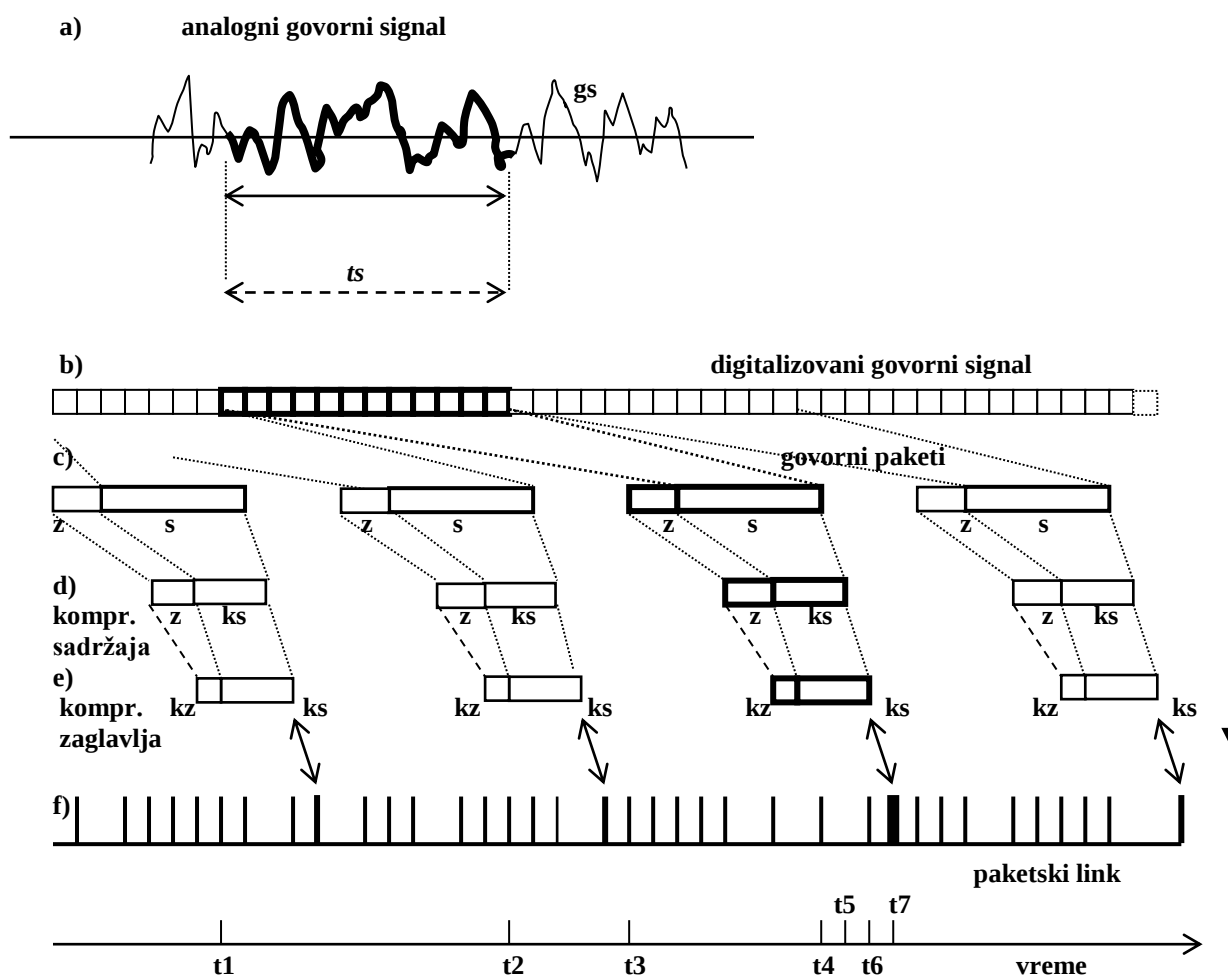
Postupak je prikazan na slici 1.99.

Proces u IP telefonu, ili nekom sklopu koji je deo paketske mreže, pored signalizacionog dela, sadrži i deo obrade govornog signala, slika 1.110.

Obrada se sastoji u digit(al)izaciji analognog govornog signala, slika 1.110. a) i b).

Posle toga sledi paketizacija tj. smeštanje odsečaka govornog signala, čije je trajanje t_s , a paketu se dodaje i zaglavlje z . Ovo su obavezni postupci u paketskoj telefonskoj tehnici. Oni se takođe obavljaju na interfejsima paketskih centrala i u gejtvejevima.

Skoro redovno A/D pretvaranje govornog signala se vrši saglasno ITU-T preporuci G.711. Rezultat ovog pretvaranja je digitalni signal protoka 64kb/s a komandovanje dinamike analognog govornog signala se vrši po tzv. A zakonu.



s – sadržaj, z – zaglavlje, ks – komprimovani sadržaj, kz – komprimovano zaglavlje

Slika 1.110.

1.111. Šta je paketizacija?

Paketizacija je postupak smeštanja dela tj. odsečka govornog signala u nezavisnu jedinicu za prenos tj. paket. Ovaj postupak takođe može imati svoja različita izvođenja. Paketi mogu nositi kraće ili duže odsečke govornog signala. Kraći odsečki povećavaju protok ali daju bolji kvalitet govornog signala na prijemu. Paketi koji nose više govornih odsečaka su nekad korišćeni radi uštede u protoku ali je ova tehnika prevaziđena.

Posle postupka pretvaranja analognog govornog signala u digitalni oblik i paketizacije, mogu se, ali ne moraju, primeniti dva nezavisna postupka kompresije: kompresija govornog signala i kompresija paketskog zaglavlja.

U odnosu na govorni signal paketizovani govor može biti: nekomprimovani (slika 1.110.c) komprimovani i pseudokomprimovani.

Komprimovani govorni signal, slika 1.110.d), je signal koji, posle digitalne obrade, ima manji bitski protok. Uobičajeno je da komprimovani govorni telefonski signal ima protok znatno manji od 64kb/s. Ovaj postupak se vrši da bi se veze malih bitskih protoka iskoristile za više telefonskih veza.

Kvazikomprimovani govorni signal je signal čiji se bitski protok smanjuje odstranjivanjem onih delova koji predstavljaju pauze u govoru. Za razliku od prave kompresije, gde se izvorni govorni signal ne može više obnoviti, kvazikomprimovani signal zadržava nepromenjene bitne delove govornog signala.

1.112. Šta je kompresija paketskog zaglavlja?

Kompresija paketskog zaglavlja, slika 1.110.e) je postupak koji je reverzibilan i takođe služi za uštedu u protoku ali, zbog obrade, unosi kašnjenje govornih paketa te utiče na smanjenje kvaliteta govora na prijemu.

Poslednja faza u ovom postupku je slanje paketa po linku visokog pritoka koji nosi pakete raznih telekomunikacionih službi, slika 1.110.f).

Kao što se sa slike 1.110. vidi svi postupci zakasne govorni signal na polazu za t_7 - t_1 .

1.113. Koje je osnovno svojstvo paketskih telefonskih tehnika?

Osnovno svojstvo i velika prednost paketskih telefonskih tehnika je činjenica da se organi tj. resursi u paketskim tehnikama zauzimaju samo za vreme trajanja paketa a posle toga se oslobađaju za druge pakete. Ovo je omogućeno adresama odredišta koje nosi svaki paket te ne mora postojati posvećenost resursa vezi ili telefonskoj tehnici. Resursi postaju upotrebljivi za sve paketske telefonske veze i sve paketske tehnike pa je na taj način iskorišćenost resursa postala veća a cena korišćenja resursa niža.

1.114. U kojoj tehnici je telefonski pozivni signal suštinski promenjen?

U tehnici ISDN. Naime, od ove tehnike pa nadalje se telefonski pozivni signal proizvodi u terminalnom uređaju a po prijemu neke signalne poruke. Kod tehnike ISDN se, po prijemu signalne poruke SETUP, ako su zadovoljeni svi uslovi, stvara pozivni signal a mreži tj. pozivajućem se šalje signal ALERTING. Na ovaj način je, konačno izbegnuto da se pozivni signal, relativno velike snage i visokog napona, proizvodi u centrali i vodi putem linijskih kola i telefonskih linija. Ovo načelo je zadržano u svim novijim tehnikama.

Vežbe uz poglavlje 1.

1. Sa koliko je provodnika (žica) običan telefonski aparat vezan sa telefonskom centralom a sa koliko sa telefonskom slušalicom?
2. Kako se zove pretvarač između četvorožičnog i dvožičnog puta?
3. Koja su četiri osnovna svojstva telefonske mreže?
4. Koji je pravi prevod reči *digitalni*?
5. Da li je brža mrežna signalizacija na načelu korak po korak (*link by link*) ili od početka do kraja (*end to end, E2E*)?
6. Mogu li se tonski i pozivni signali prenositi kroz telefonsku mrežu?
7. Šta je osnovni nedostatak signalizacija po zajedničkom kanalu?
8. Šta obavezno mora sadržati signal mrežne signalizacije bez obzira na vrstu i savremenost?
9. Da li se signalizacija CCS7 koristi samo za telefoniju?
10. Koje adresne podatke sadrži telefonska signalna poruka CCS7?
11. Koja su ograničenja numeracije po pravilu E.164?
12. Da li su pozivni brojevi iz imenika mreže mobilnih telefona geografski?
13. Koliki je signalni tok bita u baznom ISDN a koliki u primarnom?
14. Šta je osnovni uslov rada ISDN tehnike po dugim telefonskim linijama?
15. Šta je lokalno a šta centralno napajanje opreme?
16. Koja je osnovna razlika između uskopojasnog i širokopojasnog ISDN?
17. Postoji li slabljenje telefonskog signala u digitalnoj telefoniji?
18. Da li se telefonska veza ostvarena obilaznim upućivanjem plaća više od one ostvarene direktnim putevima?
19. Koji propisi javnih telefonskih mreža se moraju poštovati u privatnim mrežama?
20. Koja sličnost Interneta i telefonske mreže je od ključnog značaja za Internet telefoniju?
21. Koja je ključna prednost Internetske telefonije nad klasičnom?
22. Koji je osnovni uslov primene IP tehnike u telefoniji?

23. Koja su najopštija svojstva kvalitetne telefonske veze?

2. Pitanja o telefonskom signalu

2.1. Šta je govorni signal?

Govorni signal čine promene vazdušnog pritiska proizvedene ljudskim govornim organom. Kada se ove promene pritiska pretvaračem tj. mikrofonom prevedu u električni oblik onda je govorni signal promena struje koja odgovara promenama pritiska. Komponente ovog signala se, uglavnom, nalaze u opsegu od 50Hz do 10000Hz.

2.2. Koja su osnovna svojstva govornog signala sa stanovišta telekomunikacija?

Tri osnovna svojstva govornog signala su: važne učestanosti govornog signala, snaga govornog signala i promena ovih svojstava sa promenom jezika.

Za razumljivost govora su neke učestanosti govornog signala važnije od drugih. Najvažnije komponente koje nose razumljivost se nalaze u opsegu od 300Hz do 3400Hz.

Snagu govornog signala ne nose sve komponente podjednako već su komponente iz donjeg dela opsega važnije.

Dva prethodna svojstva važe za sve jezike uz vrlo mala odstupanja.

2.3. Kakva je razlika između govornog i telefonskog signala?

Telefonski signal je govorni signal sastavljen samo od najznačajnijih komponenata tj. onih iz opsega od 300Hz do 3400Hz.

2.4. Šta se smatra boljim kvalitetom govornog signala u telefonskoj tehnici?

Bolji kvalitet je što brži prenos i što manje odstupanje svojstava telefonskog signala na prijemu od svojstava telefonskog signala na predaji.

2.5. U kojim se mrežama može ostvariti bolji kvalitet govornog signala?

Brzina prenosa telefonskog signala je (bila) najveća u analognim telefonskim mrežama zbog odsustva bilo kakvih pretvarača. Ostali ometajući uticaji su najmanji u klasičnoj digitalnoj telefonskoj mreži.

2.6. Koja telefonska veza se smatra najkvalitetnijom?

To je lokalna ISDN veza. Ova veza je najvećim delom digitalna pa je imuna na smetnje. S druge strane, ova veza prolazi kroz samo jednu centralu pa je kašnjenje signala vrlo malo.

2.7. Šta je digitalizovani telefonski signal?

To je signal predstavljen u cifarskom obliku. Umesto analogne zavisnosti govorne struje ili napona od vremena, digitalni telefonski signal predstavlja niz diskretnih vrednosti govorne struje ili napona, izraženih u cifarskom obliku.

2.8. Šta je standardni digitalizovani telefonski signal i koja su njegova svojstva?

Standardnim digitalnim telefonskim signalom se smatra telefonski govorni signal obrađen koderom po standardu G.711. Ova obrada se sastoji od uzorkovanja analognog telefonskog signala 8000 puta u sekundi i predstavljanjem svakog uzorka binarnim brojem koji se sastoji od 8 binarnih cifara tj. bita. Za ovaj signal je bitski protok 64000 bita u sekundi (64kb/s). Važno je naglasiti da se ovaj postupak u telefoniji primenjuje na celokupni signal telefonske komunikacije pa i na pauze u govoru.

2.9. Šta je paketizovani telefonski signal?

To je signal predstavljen nizom delova telefonskog signala od kojih svaki deo čini sadržaj osnovne jedinice za prenos u paketskim telekomunikacijama. Ova osnovna jedinica može se zvati, zavisno od tehnike, paketom, ramom, okvirom, *frejmom*, ćelijom, datagramom ili segmentom.

2.10. Šta je komprimovani govorni signal?

To je signal koji, posle digitalne obrade, ima manji bitski protok. Uobičajeno je da komprimovani govorni telefonski signal ima protok manji od 64kb/s.

2.11. Zašto se vrši kompresija telefonskog govornog signala?

Da bi se veze malih bitskih protoka iskoristile za više telefonskih veza. Kompresijom govornog signala (i kompresijom paketskog zaglavlja) se bitski protok potreban za jednu digitalnu telefonsku vezu može iskoristiti za više (na primer 5) telefonskih paketskih veza.

2.12. Postoji li kompresija analognog govornog telefonskog signala?

Da. To je postupak koji se primenjuje na smanjivanje odnosa najvećih i najmanjih vrednosti analognog govornog signala. Ovaj postupak se primenjuje u pripremi signala za digitalizaciju ili radi smanjenja šuma pri prenosu analognog telefonskog signala. Ova, poslednja vrsta kompresije nije od interesa u savremenim telefonskim tehnikama.

2.13. Šta je kvazikomprimovani govorni signal?

To je signal čiji se bitski protok smanjuje odstranjivanjem onih delova koji predstavljaju pauze u govoru. Za razliku od prave kompresije, gde se izvorni govorni signal ne može više obnoviti, kvazikomprimovani signal zadržava nepromenjene delove govornog signala.

2.14. Kakvi postupci kompresije se primenjuju na govorni signal?

Postupci se dele u dve grupe. Prvi su oni koji smanjenim bitskim protokom prenose takvu informaciju koja omogućava da se na prijemnoj strani obnovi signal sličnog *talasnog* oblika kao i izvorni signal. Druga vrsta postupaka je usmerena ka prenosu karakterističnih *parametara* govornog signala.

2.15. Kakve vrste kompresora postoje?

Talasni i parametarski. Za talasne kompresore je svojstveno da je potreban veći bitski protok nego za parametarske. Za uzvrat, talasni kompresori daju bolji kvalitet govornog signala na prijemu.

2.16. Koji su najpoznatiji talasni kompresori?

G.711. Mada bi se govorni signal mogao kodovati većim protokom tako da bude još verniji originalu, postupak G.711 se češće naziva koderom nego kompresorom. Pripada klasi talasnih koderara. Odsečak govornog signala kodovan po G.711, koji se prenosi paketima, obično traje 10ms, 20ms ili 30ms.

G.726. Ovim postupkom se označava tzv. adaptivna diferencijalna impulsna kodna modulacija (ADPCM). Postupak je zasnovan na utvrđivanju (i kodovanju) razlike uzastopnih odmeraka a ne na njihovoj apsolutnoj vrednosti kao kod postupka G.711. Rezultat ovog postupka je digitalno kodovani govorni signal protoka 40, 32, 24, ili 16kb/s.

2.17. Koji su najpoznatiji parametarski kompresori?

G.728. Koder-kompresor govornog signala parametarskog tipa koji u osnovnoj verziji daje kodirani govorni signal protoka 16kb/s. U nekim izvođenjima se protok može smanjiti na 12,8kb/s i 9,6kb/s.

G.729. Parametarski kompresor (*Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction*, CS ACELP) koji u osnovnom izvođenju daje protok komprimovanog signala 8kb/s.

G.723. Savremeni koder tj. kompresor predviđen za multimedijske konferencijske veze. Pripada ACELP klasi koda i može dati dva protoka komprimovanog govornog signala 5,3kb/s i 6,3kb/s. Odsečak govora koji se komprimuje traje 30ms.

Grupa koda za mrežu mobilnih korisnika, GSM 06.10; GSM 06.20; GSM 06.60 su sa protocima 13kb/s; 5,6kb/s; 12,2kb/s, respektivno.

2.18. Kakva je iskorišćenost paketa u kome je odsečak govornog signala?

Vrlo mala. Naime, zahtev za malim kašnjenjem govornih paketa se poštuje tako što se u jedan paket ugrađuje odsečak govornog signala od nekoliko desetica milisekundi. Čak i kod nekomprimovanog govornog signala (G.711) odsečak od 20ms sadrži 160 okteta (bajta). Osnovno zaglavlje Internet paketa se sastoji od 40 okteta i ono, dakle, čini 20% od celog paketa. Ovaj paket može da bude smešten u neko zaglavlje (Ethernet, PPP) a odsečak govornog signala može da bude komprimovan pa se odnos «nekorisnog» i «korisnog» dela paketa još povećava. Tabela 2.18. prikazuje iskorišćenost paketa kod pojedinih koda i kompresora.

Tabela 2.18.

Koder	protok govora (kb/s)	odsečak govora ms	bitski protok zaglavlja kb/s	ukupni bitski protok kb/s	deo protoka koji otpada na zaglavlje %
G.711	64	20	16	80	20
G.726	32	20	16	48	33
G.728	16	20	16	32	50
G.729	8	20	16	24	67
G.723.1	6.3	20	16	22,3	72
G.723.1	5.3	20	16	21,3	75
G.723.1	6.3	30	10,66	16,96	63
G.723.1	5.3	30	10,66	16,27	65

2.19. Šta su to kompresori zaglavlja i čemu služe?

Kompresori zaglavlja su postupci koji zaglavlja paketa u jednoj IP telefonskoj vezi svode na neophodan broj bita ili okteta i time doprinose većoj iskorišćenosti paketa i protoka za korisnu govornu informaciju. Za razliku od kompresora govornog signala, kompresori zaglavlja imaju osobinu reverzibilnosti tj. zaglavlja se mogu obnoviti u izvornom obliku.

2.20. Na čemu su zasnovani kompresori zaglavlja?

Zasnovani su na sledeće dve osobine paketske telefonske veze. Prva: paketska telefonska veza je protok vrlo velikog broja paketa (na primer: 50 u sekundi) koji nose govorne uzorke a između dve tačke u mreži. Druga: zaglavlja svih paketa jedne telefonske veze se sastoje od velikog broja istih polja (adrese, na primer) a sadržaj promenljivih polja se menja postupno i u malim količinama. Kompresija zaglavlja se, dakle, sastoji od zamene svih nepromenljivih veličina (polja) jednim brojem tj. identifikatorom veze i od zamene veličina koje se menjaju veličinom ovih promena. Na taj način se zaglavlje paketa (koji nosi odsečak govora) sa 40 okteta može smanjiti na 2 ili 4 okteta.

2.21. Šta su to pauze u govoru i kakav je njihov značaj?

Smatra se da pauze čine značajan deo (više od 50%) govora telefonskog govornika. Pauze u govoru mogu da se prenose ili ne prenose. Ukoliko se prenose očigledno da je potreban veći bitski protok. Ukoliko se ne prenose, moguće je smanjiti bitski protok, što može imati uticaja i na smanjenje potrebnih bafera u čvorovima mreže.

2.22. Šta je to prenos govora bez pauza?

To je prenos u kome se koriste “potiskivači tišine” ili detektori aktivnog izvora govora (*Voice Activity Detector, VAD*). Naime, po otkrivanju pauze u govoru prestaje njegovo slanje i na taj način se potrebni bitski protok znatno smanjuje.

2.23. Šta je to generator veštačkog šuma?

Generator veštačkog šuma (*Comfort Noise Generator, CNG*) je postupak na prijemnoj strani paketske veze, koji vrši umetanje veštačkog šuma u one vremenske intervale u kojima je bila pauza u govoru. Naime, obnavljanje odsečka govora bez pauza čini da govor zvuči sintetički. Tek umetanje šuma u segmente, gde bi se on čuo kao da dolazi sa predajne strane, čini govor na prijemu *prirodnijim*.

2.24. Kakva je struktura paketa koji nosi odsečak govornog signala?

Paket se sastoji od zaglavlja (koje identifikuje tačke koje komuniciraju, vrstu protokola, dužinu sadržaja, itd.), odsečak govornog signala i pokazivače uključenja – isključenja generatora veštačkog šuma.

2.25. Šta je vremenski odsečak govora?

To je onaj vremenski deo govornog signala koji se, uvek digitalizovan a nekada i komprimovan, smešta u jedan paket radi prenosa. Odsečak govora se sastoji od više digitalizovanih uzoraka (*semplova*) govornog signala.

2.26. Šta je algoritamsko kašnjenje?

To je kašnjenje izazvano postupkom kodovanja i kompresije na polaznoj strani paketske veze. Ono se sastoji od vremena obrade odsečka govornog signala koji se šalje i vremena koje se naziva *look ahead delay*. Ovo vreme se kod kompresora govora utroši na upoznavanje svojstava sledećeg govornog odsečka da bi komprimovani signal bio što verniji.

Tabela 2.26.

koder kompresor	vreme obrade To, ms	look ahead, Tla, ms	algoritamsko kašnjenje, ms
G.711	0,125		0,125
G.729	10	5	15
G.723.1	30	7,5	37,5

Iz tabele 2.26. se vidi da se kod kodera G.711 ne koristi “uvid” u sledeći vremenski odsečak jer postupak G.711 nije kompresorski već koderski.

2.27. Šta je polazno kašnjenje paketizovanog govornog signala?

To je kašnjenje koje se sastoji od vremena prikupljanja uzoraka govora iz vremenskog odsečka (*accumulation delay*) uvećano za algoritamsko kašnjenje. Naime, pokazalo se da je korisno da vreme obrade u kompresoru bude jednako vremenskom odsečku govora (T_o). Tada je polazno kašnjenje jednako $2T_o + T_{la}$. U nekim slučajevima je za formiranje paketa potreban

još jedan interval T_o pa je polazno vreme $3T_o + T_{la}$. U tabeli 2.27. su prikazane najmanje i najveće vrednosti polaznih vremena kašnjenja za neke kodere i kompresore.

Tabela 2.27.

Koder	Protok, kb/s	T_o ms	T_{la} ms	Polazno kašnjenje, ms	
				od	do
G.711	64	0,125	0	0,25	0,375
G.726,G.727	40	0,125	0	0,25	0,375
G.721,G.726,G.727	32	0,125	0	0,25	0,375
G.726,G.727	24	0,125	0	0,25	0,375
G.726,G.727	16	0,125	0	0,25	0,375
G.728	16	0,625	0	1,25	1,875
G.728	12,8	0,625	0	1,25	1,825
G.729	8	10	5	25	35
GSM 06.10	13	20	0	40	60
GSM 06.20	5,6	20	0	40	60
GSM 06.60	12,2	20	0	40	60
G.723.1	6,3	30	7,5	67,5	97,5
G.723.1	5,3	30	7,5	67,5	97,5

Sa GSM 06.x0 su označeni kompresori često korišćeni u telefonskoj mreži mobilnih korisnika.

Vežbe uz poglavlje 2.

1. Po čemu se govorni i telefonski signal više razlikuju: po opsegu učestanosti ili po snazi?
2. Da li se telefonski signal sme oslabiti prenosom kroz mrežu od prve do poslednje centrale u vezi?
3. Da li standardizovani (G.711) digitalni telefonski signal sadrži i pauze u govoru?
4. Da li se paketizovani telefonski signal može obnoviti u istom obliku kao pre paketizacije?
5. Može li se paketizovani nekomprimovani telefonski signal (G.711) preneti po kanalu čiji je bitski protok 64kb/s?
6. Šta je osnovna mera povećanja iskorišćenosti bitskog protoka u slučaju komprimovanog telefonskog govornog signala?
7. Koji se engleski termini pojavljuju u tehnici izbacivanja govornih pauza u prenosu?
8. Koji postupak ide u paru sa izbacivanjem govornih pauza?
9. Pored sadržaja odsečka nekomprimovanog telefonskog govornog signala šta još utiče na sadržaj komprimovanog paketa?
10. Koja je opšta zavisnost kašnjenja paketa i stepena kompresije?
11. Koja su dva osnovna svojstva vernosti prenosa govora?
12. Da li je dozvoljen gubitak podataka kod kompresora govornog signala i kod kompresora zaglavlja?
13. Koliko je algoritamsko kašnjenje paketa koji nosi dva odsečka govora komprimovana kompresorom po G.723.1?
14. Koliko semplova (uzoraka) govora sadrži odsečak govora komprimovan po G.723.1?
15. Koliko se govornih paketa pošalje (ili primi) u jednoj sekundi ako se kompresija govora vrši kompresorom po G.723.1?
16. Koji se delovi Eternet paketa ne mogu komprimovati?

3. Pitanja o Internetu

3.1. Šta je Internet?

Internet je paketska mreža koja povezuje lokalne računarske mreže (*Local Area Network, LAN*) u jednu vrstu svetske mreže. Osnova za mogućnost ovoga povezivanja su jednaka pravila rada za sve delove Interneta. Bez obzira na proizvođača opreme i operativne sisteme korišćene u elementima Interneta, svaki deo Interneta *vidi* ostatatak mreže kao jedinstvenu mrežu.

3.2. Šta je LAN?

Lokalnu mrežu čini grupa međusobno povezanih računara, radnih stanica (RS) nekog kolektiva, korporacije, škole, itd., koje su sve povezane bar jednim r(a)uterom (*router*) za javnu internetsku mrežu. Radne stanice i ruter su najčešće povezani Eternetom (*Ethernet*), optičkim prstenom (*Fiber Distributed Data Interface, FDDI*) ili prstenom sa propusnicama (*Token Ring*), postupcima koji omogućavaju komuniciranje paketima u pravom smislu reči.

3.3. Šta je VLAN (*Virtual LAN*)?

Organizacija računarske mreže u kojoj grupa radnih stanica funkcioniše kao da je udružena u LAN bez obzira na udaljenost radnih stanica. Koristi se u organizacijama koje su distribuirane na teritoriji države.

3.4. Šta je WAN (*Wide Area Network*)?

To je računarska mreža koja se prostire na velikom prostranstvu. Primer su računarske mreže korporacija čiji se delovi nalaze na području jedne ili više država. WAN se skoro redovno sastoji od više lokalnih mreža. Često se kaže da je Internet najveća WAN.

3.5. Šta su elementi Interneta kao mreže?

To su radne stanice kao korisnički uređaji, ruteri kao mrežni čvorovi, serveri i softverske celine (protokoli) koje omogućavaju rad.

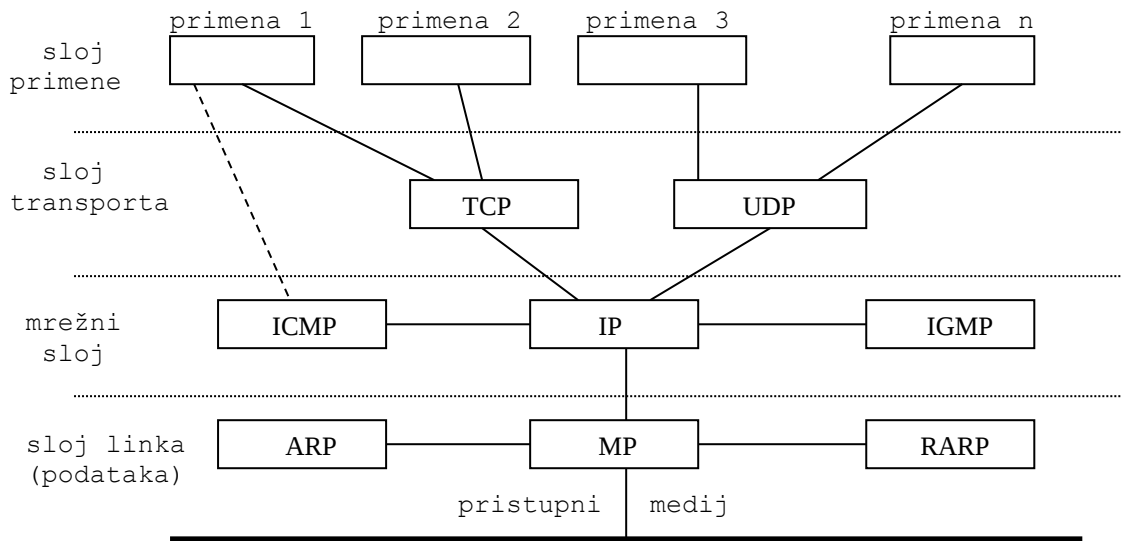
3.6. Kakva je slojevita predstava Interneta?

Kao što se često čini u telekomunikacionim modelima i Internet ima svoju slojevitú predstavu, slika 3.6. Internet se može predstaviti slojevima linka, mreže, transporta i primene. Zadaci pojedinih slojeva su sledeći.

Sloj linka ima zadatak da prijem i predaju podataka u korisničkoj ili mrežnoj tački prilagodi mediju za prenos (simetričnom, koaksijalnom, optičkom kablú ili radio prenosu). Zbog toga se sloj linka naziva još i mrežnim interfejsom (MP). Njega čine tzv. mrežna kartica i pripadajući softver tzv. drajver.

Mrežni (ili IP) sloj omogućava upućivanje po Internetu kao mreži. Ovaj sloj se sastoji od tri protokola: IP (*Internet Protocol*), ICMP (*Internet Control Message Protocol*) i IGMP (*Internet Group Management Protocol*). Nažalost, skraćenica IP ima višestruku upotrebu tako da ovde može da se kaže da je skraćenica upotrebljena u izvornom i najužem obliku.

Transportni protokol određuje vrstu prenosa kroz mrežu. Prenos može biti preko ostvarene veze (*connection oriented transfer*) ili u jednom paketu (*connectionless transfer*). U izvornom Internetu, u prvom slučaju se koristi TCP (*Transmission Control Protocol*) a u drugom UDP (*User Datagram Protocol*).



Slika 3.6.

Sloj primene je zadužen za konkretnu uslugu koja se koristi. Rad ovog sloja je zasnovan na korisničkim podacima koji se, uz pomoć tri niža sloja, razmenjuju između tačaka u mreži. Ovaj sloj ostvaruje svoju namenu raznim protokolima kojih ima znatno više nego u nižim slojevima.

3.7. Kakav je odnos dva sloja primene u Internet komunikaciji?

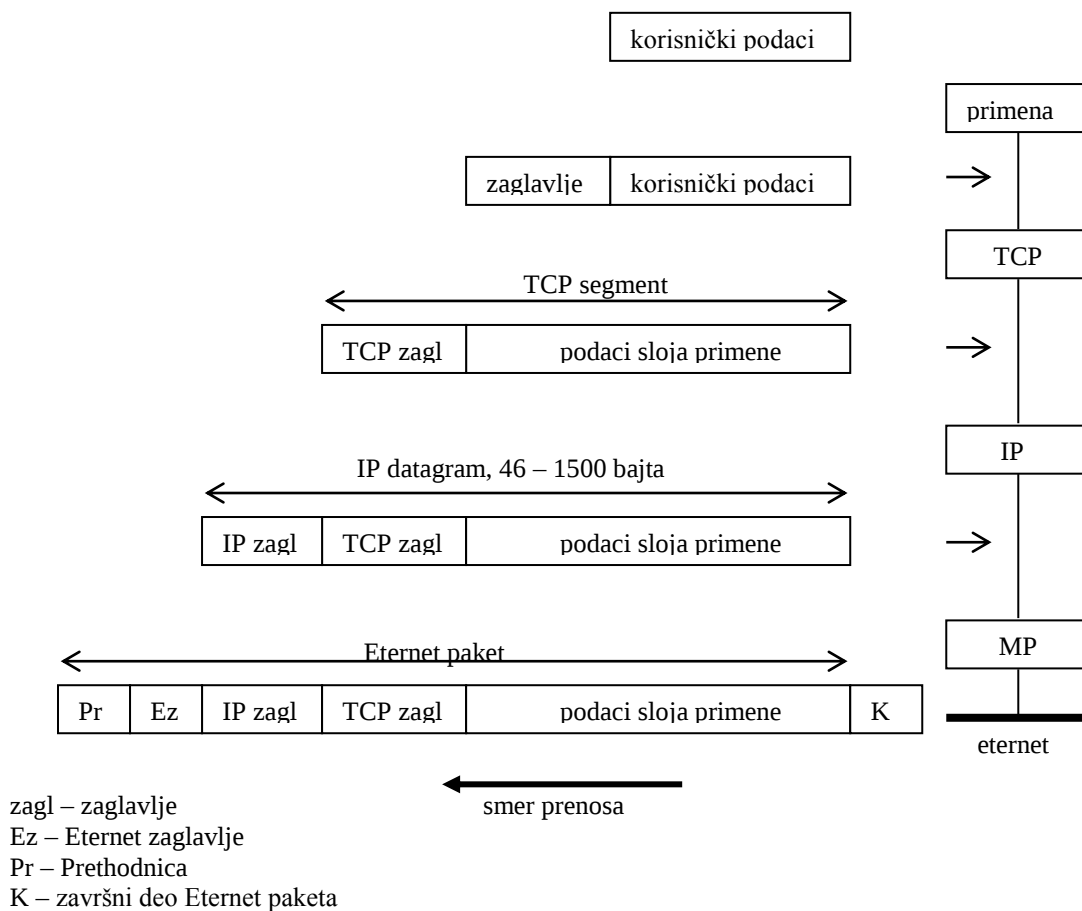
To je najčešće tzv. odnos klijent – server (*client - server*) tj. tražilac usluge – davalac usluge. Naime, jedna od tačaka, klijent, šalje zahtev za neku uslugu drugoj tački. Deo softvera koji vrši traženu uslugu naziva se server. Jasno je da se u nekoj drugoj komunikaciji te dve tačke mogu javiti u obrnutim ulogama. Pored ovoga, u Internetu postoje celine koje se nazivaju serveri i kojima se ostale tačke obraćaju za uslugu (DNS, *Domain Name System*, server).

3.8. Šta je protokol?

Protokol je, u telekomunikacijama, skup pravila koje poštuju učesnici u uspešnoj komunikaciji. (grčki, *protocollon* - prvi list u papirusnom zapisu, koji opisuje sadržinu). U Internetu protokoli postoje u svim slojevima. Za protokole su karakteristična tzv. zaglavlja protokola koja određuju kome je upućen protokolski paket i način njegovog korišćenja. Danas se često protokolima nazivaju i signalizacije u klasičnoj telefonskoj mreži.

3.9. Kako se menja izgled paketa prilikom prolaska kroz slojeve?

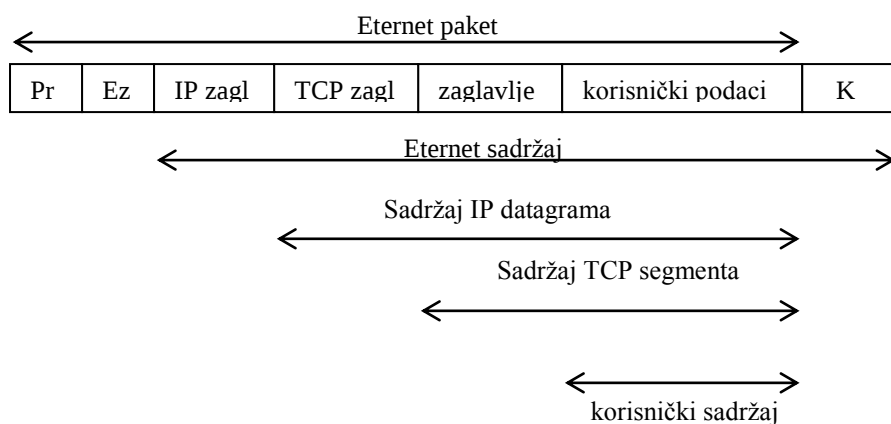
Načelo obrade paketa kroz slojeve je sledeće: paket koji dolazi u mrežnu tačku ima zaglavlje najnižeg sloja, Ethernet zaglavlje (Ez). Ovo zaglavlje se koristi da se odredi sledeća tačka u mreži koja prihvata paket. Ako je paket namenjen posmatranoj tački onda se on upućuje sledećem (mrežnom) sloju ali bez zaglavlja najnižeg sloja. Obrada u mrežnom sloju koristi IP zaglavlje i prosleđuje paket ka transportnom sloju bez IP zaglavlja. U transportnom sloju koristi se zaglavlje TCP (kao na slici) ili UDP da bi se paket uputio odgovarajućoj jedinici primene. U ovom sloju se dobijaju korisnički podaci posle oslobađanja od zaglavlja sloja primene.



Slika 3.9.

3.10. Šta je sadržaj paketa u pojedinim slojevima?

U svakom sloju paket čine zaglavlje i sadržaj (*payload*). Zaglavlje sledećeg, višeg sloja pripada sadržaju prethodnog, nižeg sloja. Sadržaj Ethernet paketa, na primer, čine korisnički podaci i zaglavlja tri viša sloja.



Slika 3.10.

3.11. Šta je prethodnica Ethernet paketa?

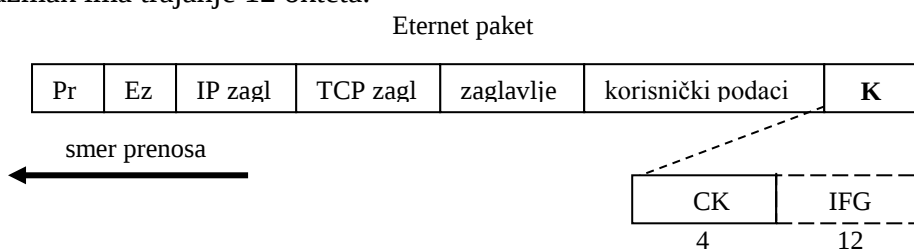
Prethodnica (*Preamble, Pr*) su 56 bitova koji počinju jedinicom a menjaju vrednost. Iza njih sledi početni graničnik paketa (*Start Frame Delimiter*) tj. osam bitova sa vrednošću 10101011. Prethodnica se šalje da se prijemnicima najavi paket tj. da se prijemnici sinhronišu sa predajnikom.

3.12. Kakva je uloga načina kodovanja Ethernet paketa?

Način kodovanja ima veliku ulogu u sinhronizaciji prijemnika na predajnik tj. na obnavljanje bitskog takta u prijemniku. Naime vrlo je važno da se na prijemu lako može iz prijemne povorke bita prepoznati bitski ritam čak i onda kada postoje dugi nizovi bitova iste vrednosti (dugi nizovi nula ili jedinica). To se postiže pojedinim vrstama kodovanja. Jedan od primera je tzv. Mančester kod u kome je svaki bit predstavljen promenom naponskog nivoa a ne samo vrednošću napona ("1" promenom od $-U$ na $+U$ a "0" promenom od $+U$ na $-U$).

3.13. Šta čini završetak Ethernet paketa (K)?

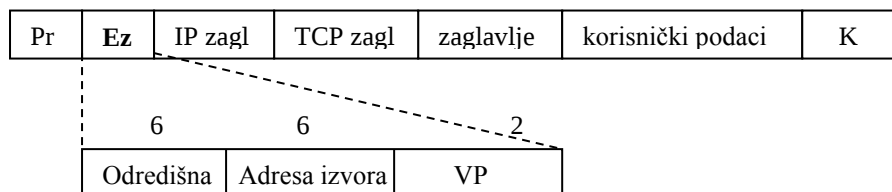
Čine ga polje za proveru ispravnosti prenosa Ethernetom izneđu dve tačke (*Frame Check Sequence*), 4 okteta, i tzv. međupaketski razmak, slika 3.13. Naime, Ethernet paketi se ne mogu slati jedan za drugim, već između njih mora postojati vremenski «razmak», (*InterFrame Gap, IFG*, ili *InterPacket Gap, IPG*), potreban prijemnicima za pripremu prijema novog paketa. Ovaj razmak ima trajanje 12 okteta.



Slika 3.13.

3.14. Kako izgleda Ethernet zaglavlje?

Postoji nekoliko standardnih Ethernet zaglavlja. Jedno od najpoznatijih je zaglavlje prema RFC (*Request For Comments*) 894. Prema ovom standardu Ethernet zaglavlje se sastoji od tri polja, slika 3.14. Prva dva polja od po 6 okteta su odredišna i izvorišna hardverska ili Ethernet ili fizička ili MAC (*Media Access Control*) adresa.



Slika 3.14.

Treći deo je polje u kome se nalazi informacija o vrsti poruke, VP. Vrsta poruke je, ustvari, adresa celine kojoj se šalje paket. Na osnovu sadržaja ovog polja paket se, posle oslobađanja od Ethernet zaglavlja i polja za proveru, može poslati sledećim celinama: ARP-u, VP=0806, RARP-u, VP=8035 ili IP-u, VP=0800.

3.15. Šta je to oznaka virtuelne lokalne mreže (VLAN tag)?

To je (četvorooktetsko) polje koje se ponekad smešta između polja adrese izvora i polja vrste poruke i služi za identifikaciju paketa koji su namenjeni pripadnicima virtuelne lokalne mreže, određivanje prioriteta, itd.

3.16. Šta su to hardverske (Ethernet, MAC, fizičke) adrese?

Hardverska adresa se sastoji od 48 bita tj. 12 heksadecimalnih cifara (na primer: 000AC45D7801). Prvih 6 cifara predstavljaju kod proizvođača a drugih 6 predstavljaju serijski broj proizvoda jednog proizvođača.

Svaki uređaj priključen na računarsku mrežu ima hardversku adresu. Ova adresa je nepromenljiva za jedan uređaj. Od svih paketa koji se šalju medijem prenosa, mrežni interfejs (MP) jednog uređaja uzima samo one koji imaju njegovu Ethernet adresu. Hardverska adresa je, dakle, nepromenljivo svojstvo uređaja. Pored paketa sa MAC adresom, svaka radna stanica prima i pakete sa tzv. *broadcast* adresom tj. sa hardverskom adresom koju predstavljaju 48 "jedinica".

3.17. Šta je to dopuna sadržaja?

Sadržaj paketa ne može biti suviše mali. Naime, IP datagram ne može sadržavati manje od 48 okteta. Ako je izvorni sadržaj ipak kraći, on se dopunjava beskorisnim oktetima do 48 okteta i ovi okteti se zovu dopuna (*Padding*). Dopuna broja okteta do neke vrednosti ili dopuna broja bita do celobrojnog umnoška okteta je uobičajena tehnika u paketskim telekomunikacijama.

3.18. Koji su bitski protoci mogući u Ethernet tehnologiji?

Uglavnom 10Mb/s, 100Mb/s (brzi Ethernet, FE) i 1000Mb/s (Gigabitski Ethernet, GE).

3.19. Po kojim medijima je moguća Ethernet komunikacija?

Po simetričnim, koaksijalnim, optičkim kablovima i radio putem.

3.20. Kako se sve označavaju pojedini Ethernet postupci?

Tehnika Eterneta se često (ali ne uvek) označava brojem koji pokazuje bitski protok u Mb/s i slovom oznake medija, između kojih je reč *Base*, na primer 10BaseT je oznaka Eterneta sa bitskim protokom 10Mb/s po simetričnim (*Twisted*) provodnicima. 100BaseF je postupak koji koristi protok 100Mb/s i optički (*Fiber*) vod.

3.21. Šta je to kompatibilnost protoka (*backward compatibility*)?

Prilagodljivost starijoj opremi a ovde označava svojstvo opreme u Ethernet tehnici koje omogućava da se nova oprema sa većim bitskim protokom (na primer: 100 Mb/s) koristi i sa starom opremom koja koristi manji bitski protok (na primer: 10Mb/s).

3.22. Koji standard opisuje Ethernet tehniku?

To je standard IEEE 802.3. On ima veći broj varijanti, na primer IEEE 802.3a je standard za Ethernet protoka 10Mb/s po tankom koaksijalnom kablju, IEEE 802.3i standard za Ethernet protoka 10Mb/s po simetričnom kablju a IEEE 802.3z je standard za gigabitski Ethernet, itd.

3.23. Šta je načelo rada Ethernet prenosa?

Načelo rada je višestruki pristup mediju sa otkrivanjem nosioca i razrešavanjem sudara tj. istovremenog pokušaja slanja dva ili više paketa. U literaturi na engleskom jeziku ovaj postupak se naziva *Carrier Sensing MultiAccess with Collision Detection, CSMA/CD*. Višestruki pristup znači da mediju može da pristupi više korisničkih uređaja od kojih svaki ima delove i za predaju i za prijem. U stanju komunikacije Ethernet tehnikom jedan korisnik

vrši predaju a svi ostali su u stanju prijema. Zauzimanje Ethernet voda se smatra slučajnom tehnikom zauzimanja medija.

3.24. Koji koraci postoje u postupku Ethernet prenosa?

Prvi korak je otkrivanje slobodnog medija. To se ostvaruje tako što svi uređaji koji imaju pakete za prenos *osluškuju* da li na vodu postoji prenos tj. nosilac (*Carrier Sensing*). Vreme trajanja nezauzetog medija mora biti duže od razmaka među uzastopnim paketima (IFG). Drugi korak je slanje paketa po Ethernet vodu. Zbog konačne brzine prostiranja paketa po vodu može se desiti da je u trenutku slanja paketa po slobodnom Ethernet vodu kod pošiljaoca, vod već zauzet od strane nekog drugog pošiljaoca ali paket još nije *došao* do svih tačaka Ethernet voda. Treći korak je otkrivanje sudara u toku slanja. Svi predajnici koji su učestvovali u sudaru šalju signal sudara (*jam sequence*) što je znak svim prijemnicima da će se slanje ponoviti. Sledeći korak je ponovno slanje paketa ali na takav način da se smanji verovatnoća njihovog ponovnog sudara. Smanjivanje verovatnoće ponovnog sudara se postiže tako što svaki predajnik, učesnik u sudaru, počinje ponovno slanje sa kašnjenjem čije je trajanje proizvod generatora slučajnih brojeva. Ako se sudar ponovi vremena kašnjenja se udvostručavaju.

3.25. Šta je osnovni interval (*slot time*)?

To je vremenski interval jednak trajanju 512 bitskih intervala kod Eterneta sa protokom 10Mb/s i 100Mb/s ili trajanju 4096 bitskih intervala kod Eterneta sa protokom 1000Mb/s. Važe sledeća dva pravila. Trajanje paketa ne može biti kraće od osnovnog intervala a vreme prostiranja signala (sudara) s kraja na kraj mreže mora biti kraće od polovine osnovnog intervala. To znači da predajnik ne može završiti predaju paketa pre nego što do njega stigne signal sudara. S druge strane, očigledno je da je veličina mreže ograničena ovim intervalom.

3.26. Šta je poludupleksni Ethernet?

Ethernet koji koristi CSMA/CD postupak naziva se poludupleksnim. Kod njega se, u jednom trenutku, vrši predaja samo iz jednog predajnika sem u slučaju sudara koji se ne može smatrati uspešnim prenosom.

3.27. Koji su dometi poludupleksnog Eterneta?

Zbog zahteva da se signal sudara mora preneti između najudaljenijih korisnika za vreme kraće od polovine osnovnog intervala, dometi poludupleksnog Eterneta su nekoliko stotina do nekoliko hiljada metara.

3.28. Šta je potpuno dupleksni Ethernet?

To je prenos Ethernet paketa između dve tačke po dva odvojena prenosna puta (za svaki smer prenosa). Svojstva ovog Eterneta su sledeća: može se istovremeno vršiti prenos u oba smera tj. mogu istovremeno biti aktivna oba predajnika. Pošto se prenos vrši odvojenim putevima postupak CSMA/CD se ne koristi pa, dakle, nema ni sudara.

3.29. Koji su dometi potpuno dupleksnog Eterneta?

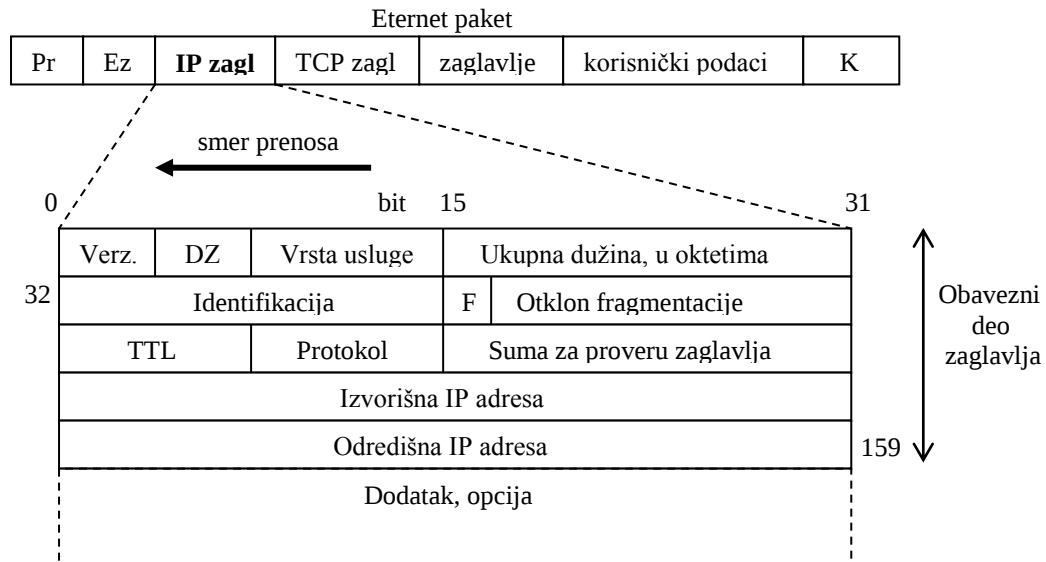
Domet je određen snagom predajnika i svojstvima medija prenosa i može biti i stotinu kilometara.

3.30. Šta je Internet zaglavlje?

To je početni deo paketa kada se ukloni Ethernet zaglavlje i on ima ključnu ulogu za upućivanje paketa u Internetu.

3.31. Kakva je struktura Internet zaglavlja?

Obavezni deo Internet zaglavlja se sastoji od 20 okteta. Na slici 3.31. su predstavljena pojedina polja Internet zaglavlja. Ispravno tumačenje slike podrazumeva da se leva polja šalju i primaju pre desnih a viša polja se šalju i primaju pre nižih. Bitovi većeg značaja se šalju pre onih manjeg značaja (*big endian*). Na slici su bitovi većeg značaja označeni nižim rednim brojevima.



Slika 3.31.

3.32. Šta se prenosi pojedinim poljima Internet zaglavlja?

- Prvo polje, 4 bita, nosi informaciju o verziji Internet protokola.
- Drugo polje (DZ) nosi vrednost dužine zaglavlja. Jedinica mere u ovom polju su 32 bita. Ukoliko zaglavlje ima samo obavezni deo, vrednost ovog polja je 5. Najveća vrednost u ovom polju može biti 60.
- Polje *vrsta usluge* (*Type of Service, ToS*) ima tri dela. Prvi deo je trobitsko polje koje se odnosi na prednost (*precedence*) u usluživanju. Drugi deo je četvorobitsko polje kojim se ističe (samo) jedno od sledećih svojstava komunikacije: malo kašnjenje, velika vrednost protoka, visoka pouzdanost i niska cena. Isticanje nekog svojstva zavisi od primene. Na primer: kod prenosa datoteka (*File Transfer Protocol, FTP, RFC 959*) je potrebna visoka propusnost a kod nadgledanja (*Simple Network Management Protocol, SNMP, RFC 1157*) mreže visoka pouzdanost.
- Treći i četvrti oktet označavaju ukupnu dužinu (*total length*) IP datagrama. Vrednost ovog polja i vrednost dužine zaglavlja određuje početak i kraj podataka koje nosi IP datagram. Uobičajena dužina IP datagrama je od 46 do 1500 bajta a duži sadržaji se podvrgavaju procesu segmentacije na predaji a objedinjavanja (reasembliranja) na prijemu. (U slučaju fragmentacije datagrama polje ukupna dužina pokazuje broj bajta u fragmentu a ne u datagramu.)
- Peti i šesti oktet čine polje raspoznavanja (*identification*). Ono nosi redni broj datagrama ili fragmenta. Vrednost ovog polja nije dovoljna za obnavljanje podataka podeljenih u fragmente pošto se između fragmenata može poslati i neki drugi datagram što je uobičajeno kod IP paketa koji nose odsečke govornog signala.
- Trobitsko polje *F* (*flag*) počinje bitom 48. Polje služi da se njime označi segmentacija datagrama i označi poslednji fragment.

- Polje otklona fragmentacije (*fragmentation offset*, 13 bita) pokazuje redni broj fragmenta neke celine smeštenog u posmatranom datagramu.
- Polje preostalog vremena (života) (*Time To Live, TTL*) je ustvari granična vrednost broja mrežnih rutera kroz koje ovaj paket može da prođe. Ova vrednost se postavlja na 32 ili 64. Prolaskom kroz ruter ova vrednost se smanjuje za 1 a paket se odbacuje kada vrednost dostigne vrednost 0 a izvor se obaveštava o ovome porukom ICMP (*Internet Control Message Protocol*, RFC 792).
- Osnovni Internet datagram se može poslati sledećim entitetima: TCP, UDP, ICMP, IGMP. Saglasno cilju slanja, osmobijsko polje *protokol* nosi vrednost 6, 17, 1 i 2, respektivno.
- Dvooktetsko polje za proveru ispravno prenetog IP zaglavlja. Treba napomenuti da ovo polje ne služi za proveru ispravnosti sadržaja IP datagrama što se radi na višim slojevima.
- Poslednja dva četvoroktetska polja u obaveznom delu zaglavlja su veoma važna u IP komunikaciji. To su polje izvorišne IP adrese (*source IP address*) i polje odredišne IP adrese (*destination IP address*). IP adrese (tzv. logičke adrese) su svojstvo mrežnog prilagođenja jedne radne stanice. Od 4 okteta 1 do 3 određuju mrežu a 3 do 1 određuju radnu stanicu ili ruter. Za razliku od jedinstvene hardverske adrese, jedna radna stanica može imati više IP adresa ukoliko je priključena na više lokalnih mreža. Selidbom radne stanice i njenim priključenjem na novu mrežu radna stanica dobija novu IP adresu (dok i dalje zadržava staru hardversku).

3.33. Šta je IPv4 i IPv6?

Danas je u upotrebi uglavnom Internet protokol verzije 4, IPv4. Ovaj protokol ima polja za IP adrese koja se sastoje od 4 okteta. Celo IP zaglavlje se sastoji od 20 okteta. Vremenom se ova verzija protokola pokazala nedovoljnom da pokrije nagli rast broja adresa u Internetu. Novija verzija IPv6 ima četiri puta veće polje za IP adrese, a celo zaglavlje je dvostruko veće od zaglavlja u IPv4. Smatra se da će zaglavlje IPv6 biti dovoljno za duži period vremena.

3.34. Šta je TCP?

TCP (*Transmission Control Protocol*, RFC 793) je najkorišćeniji transportni protokol u Internetu. Njegovo osnovno svojstvo je uspostavljanje virtuelne veze između dve tačke u Internetu tj. on je *connection oriented* protokol. Postupak, unekoliko, podseća na ostvarivanje telefonske veze jer se sastoji od faza uspostave veze, trajanja veze tj. prenosa podataka i raskidanja veze. Osnovna svojstva ovog protokola su da se njime vrši pouzdani prenos (dakle, sa kontrolama, potvrdama i retransmisijama).

3.35. Šta je to broj porta?

Paket se iz IP sloja šalje TCP-u tako što je u IP zaglavlju u polju *protokol* upisana vrednost 6. Polje protokol je, dakle, adresa TCP entiteta na koju se šalje sadržaj IP paketa. Na sličan način se sadržaj TCP segmenta šalje korisničkom entitetu višeg sloja tako što TCP u svom zaglavlju nosi adresu višeg sloja koja se zove *broj porta* kome je namenjen ovaj sadržaj. Za servere se uvode stalni brojevi portova iz opsega od 1 do 1024 tako da su već dobro poznati brojevi portova sledećih servera: FTP (*File Transfer Protocol*) server – 20 i 21, DNS (*Domain Name System*) – 53, SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) server – 25, itd. U ovoj komunikaciji strana klijenta dobija privremeni broj porta (*ephemeral port*, koji važi samo za tu vezu) iz opsega 1024 – 5000. Sve ovo važi i za druge transportne protokole.

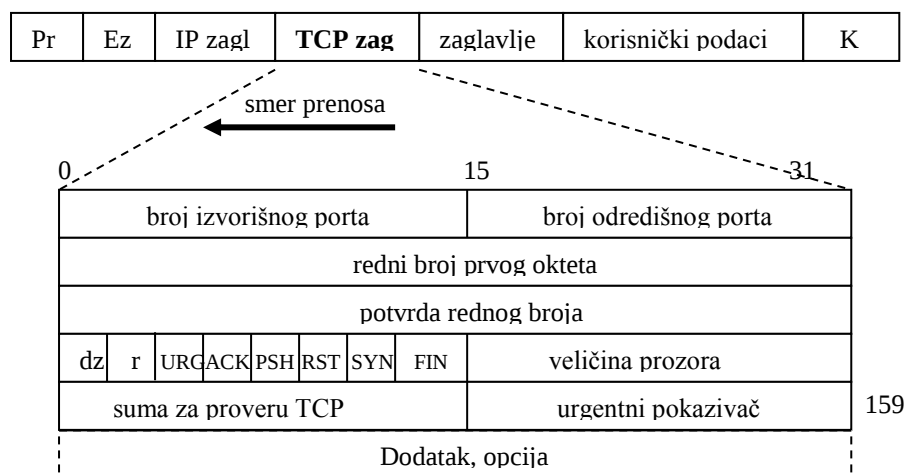
3.36. Šta određuje u potpunosti jednu TCP vezu?

Broj izvorišnog i odredišnog porta i izvorišna i odredišna IP adresa u potpunosti određuju TCP vezu. Ovde se može postaviti gruba analogija sa telefonskom vezom ostvarenom između

dva lokalna priključka kućnih centrala. Veza je u potpunosti određena ako se znaju telefonski brojevi pozivajuće i pozvane kućne centrale i brojevi lokalnih priključaka ovih centrala.

3.37. Kako izgleda TCP zaglavlje?

Obavezni deo TCP zaglavlja se sastoji od 20 okteta i prikazan je na slici 3.37. Napomene o redosledu bita i njihovoj važnosti iznete za IP zaglavlje važe i za TCP zaglavlje.



Slika 3.37.

3.38. Koje informacije nose polja u TCP zaglavlju?

Dvooktetni broj izvorišnog porta (*source port number*) pokazuje u kojem se protokolu primene stvorio sadržaj ovog TCP segmenta.

Broj odredišnog porta, takođe dva okteta, (*destination port number*) pokazuje kojem je protokolu primene namenjen sadržaj TCP segmenta.

Za redni broj prvog okteta (bajta) koji se prenosi (*reference number*) predviđena su četiri okteta i on određuje koje mesto u nizu okteta TCP veze zauzima prvi oktet sadržaja TCP segmenta.

Potvrda rednog broja (*acknowledgement number*, četiri okteta) je redni broj prvog bajta sadržaja sledećeg TCP segmenta koji se očekuje na strani koja šalje ovu potvrdu. Ovo polje se, međutim, uzima u razmatranje samo ako je bit ACK=1. Sam dvosmerni mehanizam numerisanja segmenata i potvrđivanja prijema je, u načelu, isti kao i mehanizam korišćen pri razmeni signalnih jedinica signalizacije CCS7 (FSN, BSN, FIB, BIB). Takođe se može videti sličnost ovih brojeva sa rednim brojevima poslatih i primljenih poruka korisničke signalizacije ISDN.

Dužina zaglavlja se mora naznačiti zbog mogućnosti postojanja dodatnog polja zaglavlja. Uobičajena dužina je 20 bajta a može biti i do 60. Šest neiskorišćenih, rezervnih bitova, *r*, slede polje dužine zaglavlja.

Šest vrlo značajnih, jednobitskih, polja čije su vrednosti potpuno nezavisne jedna od druge, imaju sledeća značenja.

URG - polje koje ukazuje na urgentne podatke;

ACK - potvrda rednog broja je važeća;

PSH - polje zahteva brze isporuku ovog segmenta sloju primene;

RST - reset TCP veze;

SYN - početak TCP veze;

FIN - kraj TCP veze.

Za razliku od polja *ToS* u IP zaglavlju, kod ove grupe bitova mogu više njih da imaju vrednost 1 u istom zaglavlju.

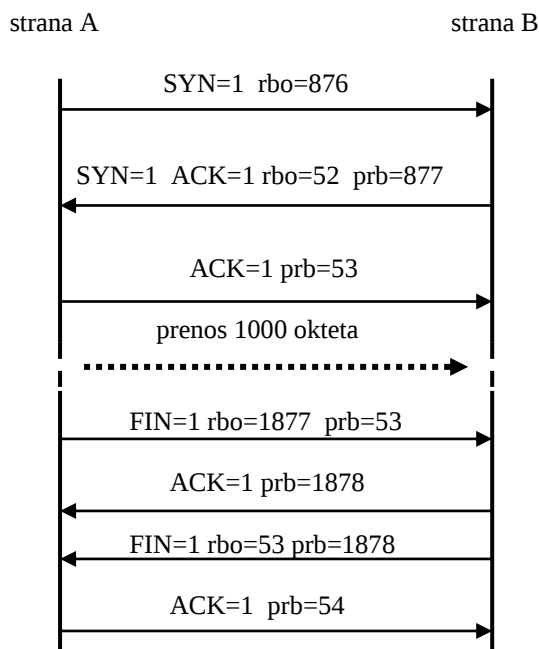
Veličina prozora (*Window Size*, dva okteta) određuje koliko se najviše segmenata može poslati bez primljene potvrde. Naime, ako broj poslatih a nepotvrđenih poruka u toku TCP veze u jednom smeru dostigne vrednost koju nosi polje *veličina prozora*, slanje se prekida dok se ne dobije neka potvrda tj. smanji broj poslatih a nepotvrđenih poruka.

Polje za proveru TCP segmenta (*TCP checksum*, dva okteta) se odnosi na proveru ispravnosti celog segmenta duž cele TCP veze, za razliku od sličnog polja na nižem sloju kojim se proverava samo ispravnost prenosa zaglavlja. TCP je protokol za pouzdani prenos informacija. Pouzdani prenos uključuje rad sa potvrdama i retransmisijom. Retransmisija se vrši za svaku TCP poruku za koju nije stigla potvrda po isteku vremenskog intervala čekanja potvrde.

Urgentni pokazivač (*Urgent Pointer*) određuje koliko okteta (bajta) u TCP vezi je urgentno (počinjući od prvog bajta). Naime, u toku TCP veze pojavljuje se deo podataka za koje je potrebno obezbediti posebnu uslugu. To se prijemnoj strani označava bitom *URG=1* i vrednošću urgentnog pokazivača koji određuje broj posebnih okteta, računajući da je broj prvog smešten u polju *redni broj prvog okteta*.

3.39. Kako se uspostavlja TCP veza?

Postupak uspostavljanja veze se naziva "trostrukim rukovanjem" (*three-way handshake*) tj. sastoji se od tri poruke. Inicijator veze (strana A) šalje strani B poruku koja u TCP zaglavlju sadrži bit *SYN=1*. Ta poruka zahteva od strane B da uskladi (sinhroniše) potvrdu rednog broja, *prb*, sa primljenim rednim brojem (prvog) okteta, *rbo*, poruke koju je prethodno primio. Kao što je poznato, algoritam potvrđivanja je sledeći: $prb(B \rightarrow A) = rbo(A \rightarrow B) + (\text{dužina sadržaja}) + 1$. Poruka koju strana B šalje klijentu takođe sadrži *SYN=1* ali sada i *ACK=1*. Preostaje još da strana A potvrdi prijem potvrde sa *ACK=1*.



Slika 3.39.

Raskidanje TCP veze se sastoji od dva poluraskidanja. Naime, TCP veza je dvosmerna i obavlja se po dva nezavisna (virtuelna) kanala pa se ovde oni raskidaju potpuno nezavisno. Postoji mogućnost, koja se ponekad koristi, da se u jednom smeru veza raskine a u drugom

produži slanje podataka. Ovakav način raskidanja veze samo u jednom smeru nije poznat u drugim komunikacijama.

Na slici 3.39. je prikazan primer kada strana A uspostavlja TCP vezu, šalje 1000 okteta i zatim raskida vezu. Treba naglasiti da se po pravilu smatra da se redni broj povećava za 1 ako se šalju poruke SYN i FIN.

3.40. Kako se koristi TCP u Internet telefoniji?

Transportni protokol TCP je pogodan način za ostvarenje signalne veze između dva korisnika Internetske telefonske mreže. Ovaj protokol takođe može da prenosi signalizaciju između dve tačke klasične telefonske mreže između kojih postoji Internet (tzv. IP trunk, *trunk*). Naime, poznato je da se signalizacija, kao svojevrsni prenos podataka, u telefonskoj mreži mora obavljati bez grešaka. TCP zadovoljava ovaj uslov jer se prenos vrši sa proverom ispravnosti sadržaja, vremenskim kontrolama i retransmisijama. Druga pogodnost za primenu TCP-a kao transportnog protokola za prenos signalizacije je postojanje virtuelne veze. Ova virtuelna TCP veza se može shvatiti kao (virtuelni) signalni kanal slično signalnom CCS7 kanalu u klasičnoj telefonskoj mreži.

3.41. Koje su mane TCP-a kao signalnog kanala u Internet telefoniji?

Virtuelna signalna veza ostvarena TCP-om je manjkava u odnosu na signalne CCS7 veze zato što ne postoji alternativni signalni put. Naime, signalna CCS7 tačka uvek ima veze sa bar dve druge signalne tačke. Sa TCP-om to nije slučaj tako da se zagušenje ili loš rad TCP veze pogubno odražava na raspoloživost signalizacije.

Drugi nedostatak je sporost postupka. Kao što je poznato, rad protokola i signalizacija sa potvrdom se zasniva na sledećim načelima. Poruka se šalje, uključuje se merač vremena a moguća su tri ishoda:

1. stiže potvrda o ispravnom prijemu poruke pre isteka vremena predviđenog za čekanje potvrde (*retransmission time out, RTO*),
2. ne stiže potvrda do isteka predviđenog vremena i
3. stiže potvrda o prijemu neispravne poruke (negativna potvrda, NACK) pre isteka predviđenog vremena za čekanje potvrde.

Nedostaci protokola TCP su što ne postoji negativna potvrda i što je vreme predviđeno za čekanje potvrde predugo za rad u telefonskoj mreži. Naime, svaka poruka koja se šalje ponovo ima još duže vreme čekanja potvrde što signalni proces produžava. Kao rezultat, vreme između poslednje izabrane cifre i odziva tražene strane (*post dialing delay, post selection delay*) je višestruko duže od onog u klasičnoj telefonskoj mreži.

Treći nedostatak TCP-a je što nema ugrađene mehanizme zaštite od zlonamernih upada u komunikaciju.

Kod osnovnog TCP-a ne postoji mogućnost selektivnog potvrđivanja poruka.

3.42. Šta je to SCTP?

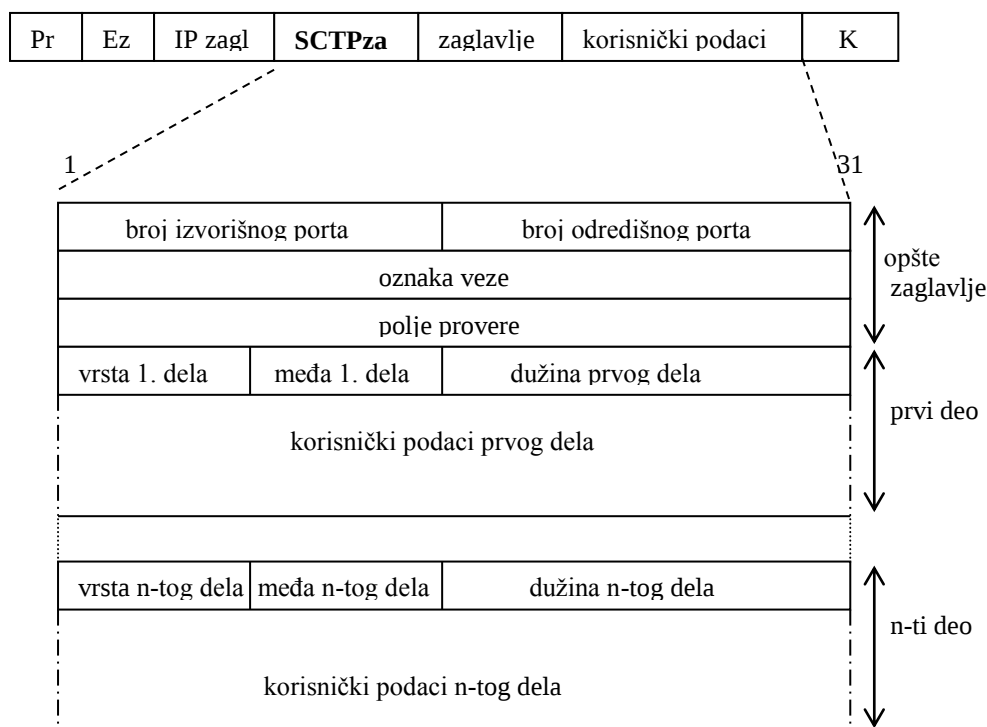
SCTP (*Stream Control Transmission Protocol, RFC 2960*) je transportni protokol koji može da zameni TCP (UDP) u primenama telefonske tehnike. To je protokol koji služi za prenos telefonskih signalnih poruka i otklanja neka loša svojstva protokola TCP. Ukoliko se kao transportni protokol koristi SCTP tada u IP zaglavlju polje *protokol* ima vrednost 132. Prva razlika u odnosu na TCP je ta što SCTP radi kao niz virtuelnih veza a ne samo kao jedna veza. Ako se TCP može uporediti sa jednom CCS7 linkom, tada se SCTP može uporediti sa skupom nezavisnih linkova. Veza preko SCTP protokola se naziva asocijacijom.

3.43. Kako izgleda SCTP paket?

Paket se deli na opšte zaglavlje i delove, slika 3.43. Delovi (*chunk*) paketa predstavljaju nezavisne tokove. Opšte zaglavlje (*common header*) nosi adrese izvorišnog i odredišnog porta, identifikaciju veze i polje za proveru. Delovi tj. tokovi imaju polja vrste poruke, međe, dužine poruke (ova polja bi se zajedno, uslovno, mogla zvati zaglavljem dela paketa) i podatke. U podacima najznačajnija polja su identifikator toka (*stream identifier*) i redni broj poruke jednog toka (*stream sequence number*). Jedan tok predstavljaju svi oni delovi SCTP paketa koji imaju isti identifikator toka. Redni broj poruke jednog toka služi za uspostavljanje originalnog redosleda poruka na prijemu. Vrsta poruke je značajno polje zato što označava smisao poruke. Ovde se, opet, može ukazati na analogiju sa poljem (kodom) vrste poruke kod signalizacije ISDN (polje VP) ili CCS7 (polja H0 i H1). Poruka može biti jedna od 16 vrsta. Popis vrsta poruka sa kodom vrste je sledeći:

kod vrste poruke	Vrsta poruke	kod vrste poruke	Vrsta poruke
0	- korisnički podaci (DATA)	9	- greška (ERROR)
1	- početak veze (INIT)	10	- kod stanja (COOKIE ECHO)
2	- potvrda početka (INIT ACK)	11	- potvrda koda stanja (COOKIE ACK)
3	- selektivna potvrda (SACK)	12	- rezervisano za signal zagušenja (ECNE)
4	- zahtev za periodično javljanje (HEARTBEAT)	13	- rezervisano za komandu smanjenja najvećeg broja nepotvrđenih poruka (CWR)
5	- potvrda poruke 4 (HEARTBEAT ACK)	14	- raskid završen (SHUTDOWN COMPLETE)
6	- prisilni raskid (ABORT)	15 - 255	- rezervisano.
7	- raskid (SHUTDOWN)		
8	- potvrda raskida (SHUTDOWN ACK)		

Vidi se sličnost sa nekim porukama u protokolu TCP (SYN i INIT, FIN i SHUTDOWN) ali i neke koje ne postoje.



Slika 3.43.

3.44. Koje su prednosti SCTP-a nad TCP-om za primenu u Internet telefoniji?

Polje za proveru ispravnosti je dvostruko veće (4 okteta) nego kod TCP-a tako da je verovatnoća neotkrivene greške u prenosu zanemarljiva.

Vreme čekanja potvrde je kraće i po vrednostima je uporedivo sa odgovarajućim vremenima u CCS7 signalizaciji.

Ukoliko odredišna tačka ima nekoliko IP adresa, moguće je upućivanje poruka po različitim putevima (*multihoming*) što znatno povećava raspoloživost signalizacije.

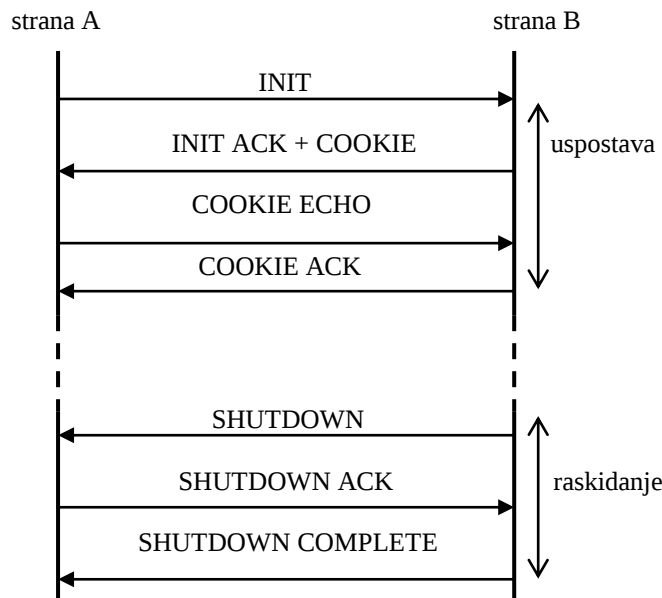
Postoji mogućnost selektivnog potvrđivanja poruka. Ova osobina omogućava da se ponovo šalje samo neispravno primljena poruka a ne i sve poslate posle nje, što je slučaj kod mnogih postupaka retransmisije, pa čak i kod CCS7. Na ovaj način se smanjuje broj retransmisija i ubrzava signalni postupak. Postoji ugrađen i postupak brze retransmisije.

Protokol SCTP ima ugrađen postupak zaštite od neovlašćenih upada u vezu.

3.45. Kako se uspostavlja veza SCTP-om?

Uspostava i raskidanje veze jednog toka prikazana je na slici 3.45. U ovom primeru vezu započinje strana A a raskidanje započinje strana B.

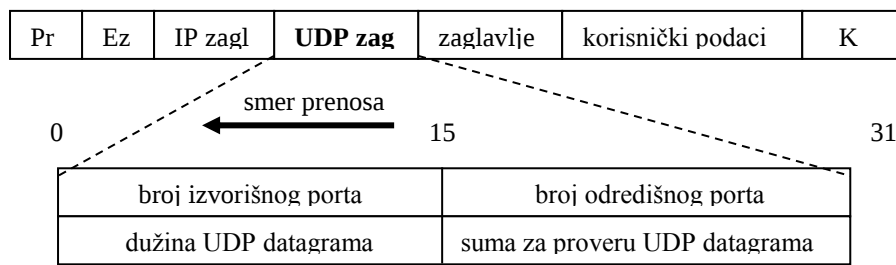
Poruke COOKIE ECHO i COOKIE ACK sadrže podatke (COOKIE) koji su poznati samo tačkama koje komuniciraju tako da se ovim porukama sprečavaju neželjeni upadi. Istovremeno sa održavanjem jedne asocijacije, SCTP tačka, putem povremenih poruka HEARTBEAT i HEARTBEAT ACK, ima uvid u ispravnost pojedinih SCTP pravaca među kojima se određuju ispravni tj. aktivni a među njima pravac prvoga izbora. Jasno je da se u svim porukama o uspostavi i raskidanju asocijacije u polju za podatke šalju svi potrebni parametri koji opisuju vezu ili uzroke prekida veze.



Slika 3.45.

3.46. Šta je UDP?

UDP (*User Datagram Protocol, RFC 768*) je transportni protokol koji je u Internetu nešto manje korišćen od TCP-a ali je u paketskoj telefonskoj tehnici (i šire, u tehnici multimedija) jednako značajan. Zaglavlje UDP je prikazano na slici 3.46.



Slika 3.46.

Polja u UDP zaglavlju imaju sledeća značenja.

Broj izvorišnog porta (*source port number*) određuje izvorišni protokol primene u kome je nastao sadržaj UDP datagrama.

Broj odredišnog porta (*destination port number*) određuje odredišni protokol primene kome se šalje sadržaj UDP datagrama.

Ukoliko se nekom serveru može pristupiti i TCP-om i UDP-om tada broj odredišnog porta ima istu vrednost i u TCP i u UDP zaglavlju.

Dužina UDP datagrama (*UDP lenght*) pokazuje ukupnu dužinu datagrama (zaglavlje + podaci) u bajtima. Najmanja vrednost ovog polja je 8.

Suma za proveru (ispravnosti primljenog) UDP datagrama (*UDP checksum*) nije obavezna, za razliku od transportnog protokola TCP. Ovo je vrlo važno svojstvo koje se koristi u prenosu paketizovanog govornog signala. Naime, izostavljanjem provere ispravnosti ubrzava se prenos govornih paketa što je mnogo važnije.

3.47. Koja su osnovna svojstva UDP-a?

Transport se vrši samo jednokratnim datagramima i zato se može se reći da je UDP primer čistog paketskog protokola. Nema uspostavljanja virtuelne veze. Postoji sličnost između UDP-a i signalizacionog postupka SCCP (CCS7) u jednokratnim prenosom (*connectionless transfer*) uz napomenu da namena ova dva postupka u potpunosti različita.

UDP se smatra jednostavnijim, nepouzdanijim i bržim protokolom od TCP-a.

UDP datagram nikada ne sadrži podatke od dva različita korisnika niti deli poruku od jednog korisnika na više datagrama. Kada je o telefonskoj tehnici reč, u jednom UDP datagramu ne mogu biti delovi dva ili više govornih signala. Paketizovani odsečak telefonskog govornog signala se ne može deliti na više datagrama.

Primeri korisničkih protokola koji koriste UDP transportni protokol su SNMP (*Simple Network Management Protocol*) i NFS (*Network File System*).

3.48. Šta su RTP i RTCP?

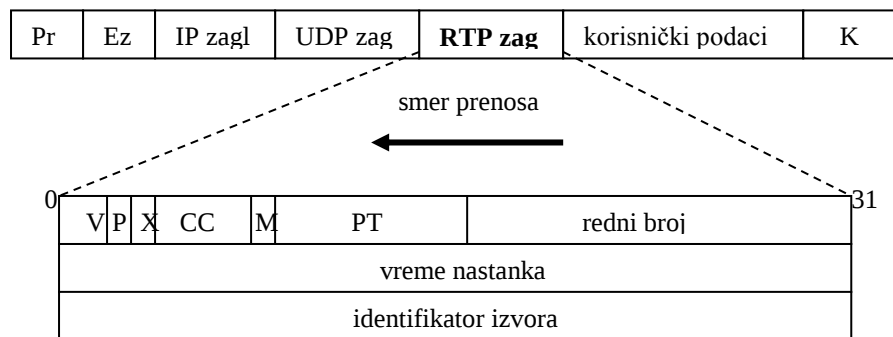
RTP (*Real-time Transport Protocol*, RFC 1889, 3550) se koristi za multimedijски prenos korisničkih podataka (glasa i slike) u realnom vremenu. Ovaj protokol se može smatrati korisničkim tj. pripada sloju primene. Osnovna svojstva ovog protokola su sledeća.

- RTP za transport koristi UDP datagrame.
- Sam RTP prenosi korisničke podatke u realnom vremenu ali ima i svoj kontrolni protokol RTCP (*RTP Control Protocol*) koji vrši nadgledanje svih parametara prenosa koji čine da prenos ima svojstva prenosa u realnom vremenu (kašnjenje datagrama, razlika u kašnjenju datagrama i gubitak datagrama).

- Veza po kojoj se vrši prenos RTP paketa je, kao što je to uvek slučaj u Internetu, određena četvorkom (izvorišna IP adresa, izvorišni port, odredišna IP adresa, odredišni port). Ukoliko se vrši multimedijiski prenos (na primer: prenosi se i slika i glas), ostvaruje se između izvora i odredišta više veza koje se razlikuju po različitim brojevima portova.
- Zbog potreba prenosa u realnom vremenu RTP ne omogućava potpuno pouzdanu isporuku poruka i ne garantuje da je redosled isporučenih poruka jednak redosledu slanja. Međutim, RTP u svojem zaglavlju nosi podatke koji omogućavaju da se utvrdi koje su i koliko poruka izgubljene u prenosu i da se redosled slanja obnovi na prijemnoj strani.
- RTP u zaglavlju nosi i oznaku vremena (*timestamp*) nastanka poruke koja omogućava da se utvrdi kašnjenje poruke kao i obnavljanje izvorišnog vremenskog odnosa nastanka poruka na prijemnoj strani. To se u IP telefonskoj tehnici radi u izgladivačkom baferu.

3.49. Kako izgleda RTP zaglavlje i koje je značenje njegovih delova?

Obavezni delovi RTP zaglavlja su prikazani na slici 3.49.



Slika 3.49.

Polja imaju sledeća značenja.

- Verzija protokola (V, 2 bita) određuje verziju po RFC 1889 ili RFC 3550.
- Bit dopune (*padding*, P). Ako je vrednost P=1 tada u korisničkoj informaciji postoji dopuna do celobrojnog umnoška 32 - bitskog sadržaja.
- Proširenje (X) zaglavlja ako je X=1.
- Broj identifikatora ostalih izvora (CC) u multimedijalnom prenosu, (4 bita).
- Oznaka (*marker*) poruke sa posebnim sadržajem.
- Vrsta korisničkog sadržaja (*Payload Type*, 7 bita) uvek sadrži jednu vrednost tj. u jednoj poruci se nalazi sadržaj samo jedne vrste (govorni signal, slika).
- Redni broj (*sequence number*, 16 bita) RTP poruke, počinje od slučajne vrednosti i povećava se za 1 za svaki sledeći paket.
- Vreme nastanka (*timestamp*, 32 bita) pokazuje vreme nastanka prvog bajta korisničkog sadržaja. Uzastopne RTP poruke mogu imati istu vrednost vremena nastanka ukoliko je sadržaj koji nose nastao u istom postupku (na primer: delovi iste slike tj. video rama). Vrednosti vremena nastanka u uzastopnim RTP porukama ne moraju činiti monotoni niz na predaji a redni brojevi moraju.
- Identifikator izvora (*synchronization source identifier*, 32 bita) omogućava da se u jednoj multimedijskoj vezi (*session*) prepoznaju svi izvori.

RTP zaglavlje je dosta jednostavno: ne postoji polje za proveru ispravnosti, ne postoji oznaka dužine poruke. Uobičajeno je da se jedna RTP poruka (koja sadrži podatke izvora stvorene za

nekoliko desetica ms, na primer 20-30ms) smešta u jedan UDP datagram radi bržeg slanja. Dakle, sve je učinjeno da bi ovaj protokol radio u stvarno realnom vremenu.

RTCP je protokol za nadgledanje i ima drugorazrednu ulogu pa su njegove poruke tzv. izveštaji (*report*) znatno duže i nisu vezane za prenos u realnom vremenu.

3.50. Kakve adrese postoje u Internetu?

U Internetu postoji nekoliko adresa. Najpoznatije tri adrese su: IP adresa, hardverska adresa i domensko ime.

IP adresa je ona na osnovu koje se upućuje paket kroz Internet. Ona se sastoji od četiri okteta ili četiri broja čija je vrednost između 0 i 255 a koji se razdvajaju tačkama.

Hardverska adresa se sastoji od 48 bita ili 12 heksadecimalnih cifara. Mrežni interfejs prepoznaje paket samo preko ove adrese.

Korisnici Interneta najlakše pamte i najviše koriste domensko ime kao adresu. Domensko ime se sastoji od nekoliko (ne manje od dva) alfanumeričkih zapisa razdvojenih tačkama (na primer *iritel.com* ili *iritel.bg.ac.rs*).

Može se dakle reći da se korisnici obraćaju Internetu domenskim imenima, paketi se prosleđuju kroz Internet na bazi IP adresa a korisnička radna stanica prihvata pakete na osnovu hardverske adrese.

Iz ovoga je očigledno da u Internetskoj komunikaciji moraju da postoje bar dva adresna pretvaranja.

Jedno je pretvaranje domenskog imena u IP adresu koje vrši celina zvana DNS (*Domain Name System*) a drugo je pretvaranje IP adrese u hardversku koju obavlja protokol ARP (*Address Resolution Protocol*).

3.51. Kakve klase IP adresa postoje?

Od četiri okteta u IP adresi neki se koriste za identifikaciju (adresiranje) mreže a neki za identifikaciju radne stanice. U zavisnosti od broja okteta koji se koriste za mrežnu ili korisničku identifikaciju razlikujemo sledeće klase IP adresa.

Klasa A koristi 8 bita (prvi je 0) za identifikaciju mreže a 24 bita za identifikaciju radnih stanica. Ova klasa adresa sadrži adrese od 0.0.0.0 do 127.255.255.255 i omogućava da se adresira 126 mreža i u svakoj po 16777214 radnih stanica.

Klasa B obuhvata adrese kod kojih se prvih 16 bitova (prva dva imaju vrednost 10) koriste za adresiranje mreže a 16 preostalih bitova se koriste za identifikaciju radnih stanica. Opseg adresa klase B je od 128.0.0.0 do 191.255.255.255. Ova klasa omogućava adresiranje 16384 mreža sa po najviše 65534 radne stanice.

Klasa C IP adresa obuhvata adrese u opsegu od 192.0.0.0 do 223.255.255.255. U ovoj klasi se prva 24 bita (prva tri imaju vrednost 110) koriste za identifikaciju mreže a osam preostalih bitova se koriste za adresiranje radnih stanica. Ova klasa omogućava adresiranje 2097152 mreža a u svakoj od njih do 254 radne stanice.

3.52. Šta je podmreža?

Često se u klasi A i klasi B IP adresa ne koriste svih 16 poslednjih bitova za adresiranje radnih stanica. Naime, lokalna računarska mreža nikad nije tako velika da je potrebno iskoristiti dva ili tri okteta za adresiranje radnih stanica. Jedan deo bitova se koristi za adresiranje podmreže u okviru mreže koja je određena sa, na primer, prvih 16 bitova. Da bi se odredio broj bita koji se koristi za adresiranje podmreže a koji za adresiranje radnih stanica koristi se tzv. maska podmreže. Maska podmreže se sastoji od niza od 32 binarne cifre koje uzimaju vrednosti prema sledećem pravilu. Binarna cifra ima vrednost 1 ako se bit na tom mestu koristi za adresiranje mreže ili podmreže a uzima vrednost 0 ako se bit na mestu koristi za adresiranje radne stanice. Na primer:

11111111 11111111 00000000 00000000 = ffff0000 = 255.255.0.0 mreža klase B koja nema podmreža,

11111111 11111111 11111111 00000000 = ffffff00 = 255.255.255.0 mreža klase B koja može imati podmreže adresirane sa 8 bita,

11111111 11111111 11111111 11000000 = ffffffc0 = 255.255.255.192 mreža klase B koja ima podmreže koje se mogu adresirati sa 10 bita a radne stanice se mogu adresirati sa 6 bita.

3.53. Šta je NAT?

Pretvarač adresa NAT (*Network Address Translator*) je funkcija rutera lokalne računarske mreže koja omogućava da veći broj radnih stanica lokalne mreže koristi manji broj IP adresa za komuniciranje van sopstvene mreže. Pretvarač je posledica nedostatka javnih IP adresa i primenjuje se u mrežama gde je pretežni deo komunikacija interni tj. između radnih stanica iste lokalne mreže. Unutar lokalne računarske mreže radne stanice koriste adrese iz klase A za međusobnu komunikaciju. Prilikom komunikacije sa spoljnim Internetom NAT ruter pozivajućoj radnoj stanici dodeljuje jednu adresu klase B, koja je dodeljena toj lokalnoj mreži a u tom trenutku je slobodna. Prevođenje adresa se vrši i u suprotnom smeru. Ova situacija je slična situaciji korisničke tj. kućne telefonske centrale koja ima određeni broj linija sa javnim telefonskim brojevima ali se poziv u kućnoj centrali može uputiti telefonu sa sasvim različitim lokalnim brojem.

3.54. Šta je DNS?

DNS (*Domain Name System* ili *Domain Name Service*) je skup programskih celina, protokola i baza podataka koji omogućavaju da se na osnovu domenskog imena nalaze IP adrese tačaka Interneta i obrnuto. I domenska imena tačaka u Internetu i IP adrese predstavljaju adrese. Ljudi, korisnici Interneta, radije koriste imena a Internet vrši upućivanja na osnovu IP adresa pa je neophodno u svakoj vezi preko Interneta povezati ove dve adrese.

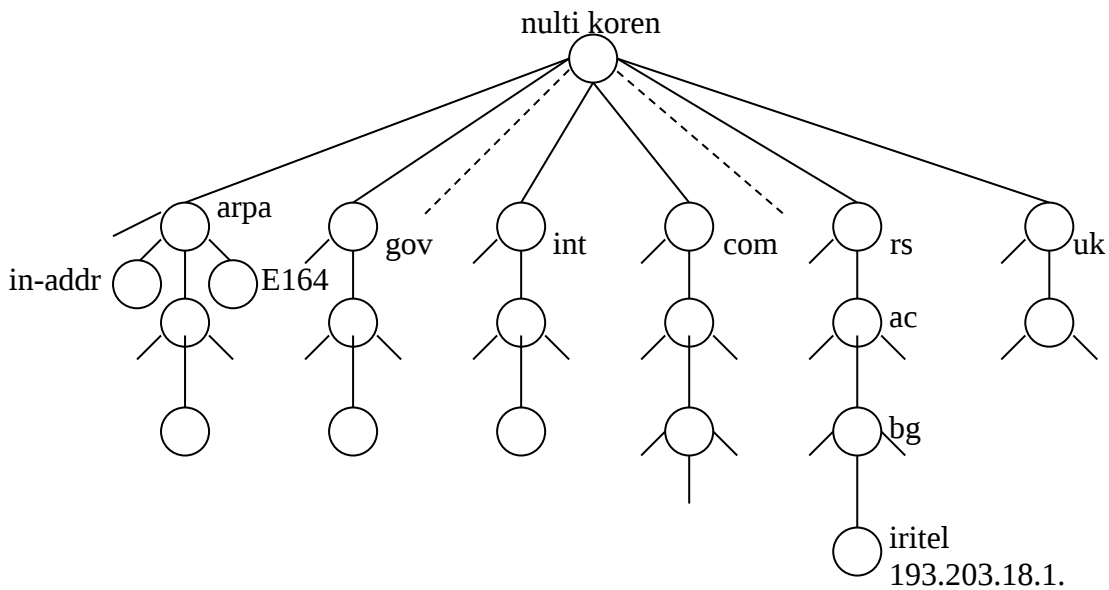
3.55. Šta su to DNS serveri i kakvi DNS serveri postoje?

Pošto je broj tačaka Interneta veliki jasno je da se adrese ne mogu držati u svakoj tački već u tzv. serverima imena (*name servers*). Serveri imena sadrže tabele u kojima su povezana imena i IP adrese. Pošto ni jedan od ovih servera ne može sadržati sve veze IP adresa i imena, u svakom serveru imena postoje IP adrese nekih drugih servera koji mogu pomoći u traženom prevođenju. Još je važno reći da je organizacija tj. povezivanje servera imena takvo da uvek postoji zamena za server koji je neispravan tj. kvar jednog servera ne može da utiče na rad DNS-a. Na vrhu hijerarhije DNS servera nalazi se primarni korenski server preko kojega se vrše sve promene u DNS podacima. Ovaj server je povezan sa 12 (2005.) sekundarnih korenskih servera koji svaka tri sata prihvataju nove podatke od primarnog servera.

3.56. Kakva je struktura imena tačaka u Internetu i IP adrese?

Struktura IP adrese je dobro poznata. To su četiri bajta tj. osmorke bita, pa se IP adresa predstavlja sa četiri broja od kojih svaki može uzimati vrednost od 0 do 255. Ovi brojevi se razdvajaju tačkama, na primer: 193.203.18.1.

Hijerarhijski prostor DNS imena se sastoji od nultog korena i nekoliko grana tj. domena kao na slici 3.56. Nulti koren je povezan sa tačkama prvog sloja, ove sa tačkama drugog sloja, itd. Grane se sastoje od tačaka od kojih svaka ima ime koje je kraće od 64 karaktera. Grane tj. domeni se dele na tri grupe.



Slika 3.56.

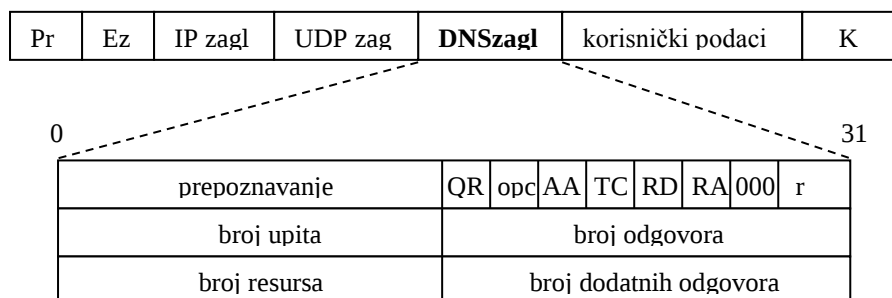
Prva grupa je grana *arpa* koja, pored ostalog, sadrži bazu u kojoj su povezane IP adrese sa imenima tačaka u Internetu (*in-addr*) i bazu (*E164*) koja na osnovu telefonskog broja daje adrese svih resursa koje imalac telefonskog broja koristi (*ENUM*). Drugu grupu domena čine tzv. organizacioni domeni čije su tačke prvog nivoa označene sa tri karaktera i predstavljaju vrh grane koja pokriva jednu oblast, na primer: *com* se odnosi na granu koja pokriva adrese komercijalnih organizacija. Treću grupu domena predstavljaju tzv. geografski domeni i to su, ustvari, kodovi zemalja (*country code*), <http://www.infostation.org/country-ip-list.html>. Ime neke tačke u Internetu se sastoji od nekoliko nizova karaktera (oznaka) koji su međusobno razdvojeni tačkama. Ovih slojeva može biti do 127 ali ih retko ima više od 4. Ovaj niz oznaka predstavlja put od tačke najnižeg nivoa do nultog korena u prostoru DNS imena, na primer: *iritel.bg.ac.rs*.

3.57. Kako se obavlja komunikacija DNS pretvaranja?

Ova komunikacija se obavlja DNS upitima (*query*) i odgovorima (*resource record*). Upit i odgovor mogu da se odnose na pretvaranje domenskog imena u IP adresu ili na pretvaranje IP adrese u domensko ime. Komunikacija se obavlja transportnim protokolom UDP.

3.58. Kako izgleda zaglavlje DNS upita i odgovora?

DNS zaglavlje ima sastav kao na slici 3.58a. Polja zaglavlja imaju sledeća značenja.



Slika 3.58a.

Polje prepoznavanja (*identification*) popunjava klijent u upitu a DNS server vraća istu vrednost u odgovoru kako bi korisnik prepoznao odgovor.

QR (1 bit) je polje kojim se razlikuju upiti (QR=0) od odgovora (QR=1).

Četvorobitsko polje *opcode* služi da se označi vrsta upita.

Jednobitsko AA polje označava da je server odgovoran za domen za koji se šalje upit.

Polje TC=1 (jedan bit) označava da je izvršeno skraćivanje (*truncated*) poruke na prvih 512 bajta.

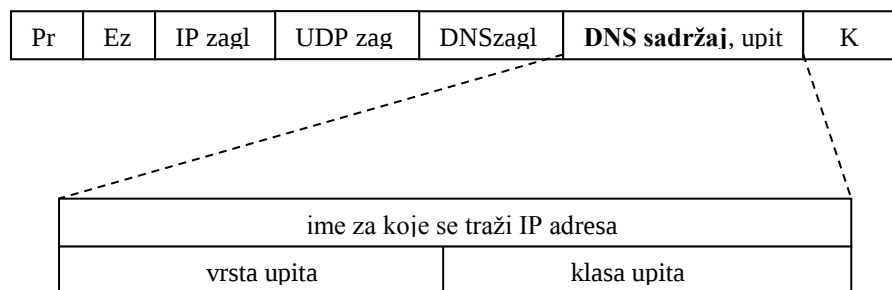
Polje RD (*Recursion Desired*) označava zahtev klijenta da server imena sam preduzme mere pronalaženja IP adrese kod drugih servera.

Bit RA (*Recursion Available*) u odgovoru potvrđuje mogućnost traženu preko bita RD.

Poljem *rcode* (r, 4 bita) se korisnik obaveštava da je ime iz upita pogrešno.

Polja: broj upita (*number of questions*) i broj odgovora (*number of answers*) obično imaju vrednost 1.

Kada se šalje DNS upit, iza zaglavlja sledi polje upita. Ova polja imaju izgled kao na slici 3.58b.



Slika 3.58b.

Ime za koje se traži IP adresa se unosi u upit sa brojevima umesto tačkama, na primer: iritel.bg.ac.rs se unosi kao

6iritel2bg2ac2rs0

gde svaka cifra (koja se unosi umesto tačke) označava broj bajtova dela imena iza tačke a što omogućava proveru brojeva bajtova u delovima imena. Ovaj unos se obavezno završava "nulom" koja označava kraj polja sa imenom.

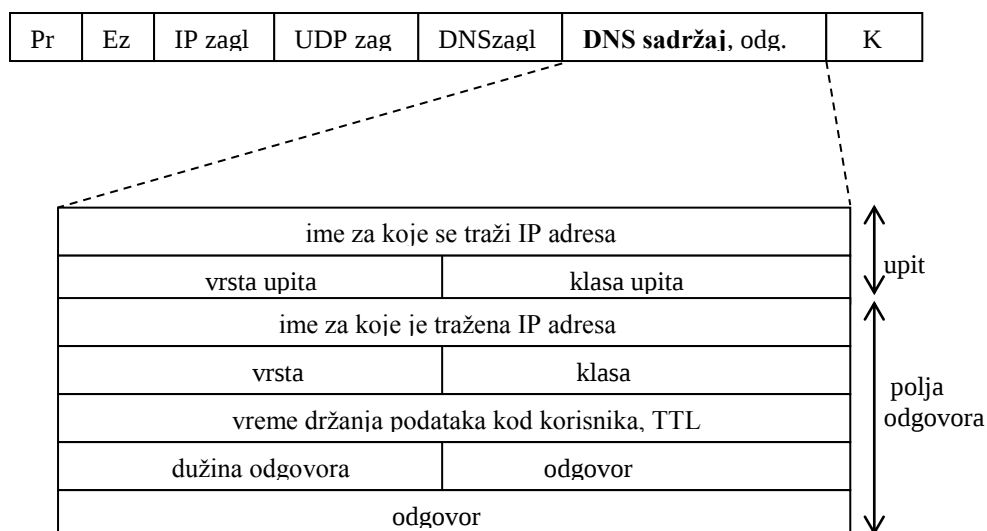
Vrsta upita (*query type*) je broj koji pokazuje šta se upitom traži. Na primer, broj 1 označava traženje IP adrese, broj 2 ime servera, itd.

Klasa upita (*query class*) takođe karakteriše objekat upita.

U slučaju odgovora posle DNS zaglavlja ponavlja se sadržaj upita ali se dodaju i polja odgovora.

Polja odgovora (*resource data*) imaju sledeća značenja.

- Ime domena (*domain name*) kazuje na koji domen se odnosi odgovor.
- Vrsta (*type*) i klasa (*class*) odgovora odgovaraju vrsti i klasi upita.
- Vreme održavanja podataka odgovora kod korisnika (*Time To Live*) pokazuje koliko se vremena u sekundama odgovor čuva kod korisnika. To vreme je obično 172800s ili dva dana.
- Polje dužine odgovora (*resource data lenght*) u bajtima ima vrednost 4 ako je vrsta odgovora A a klasa 1 tj. IP adresa.
- I najзад, polje odgovora (zbog čega se sve ovo i radi) se popunjava vrednošću IP adrese ili drugog traženog sadržaja.



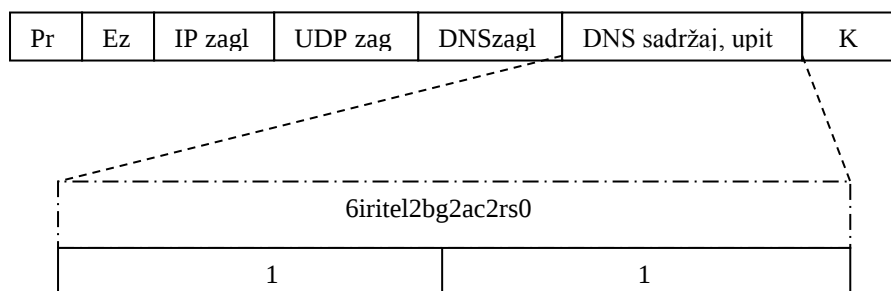
Slika 3.58c.

Neka važnija svojstva DNS-a su sledeća:

- DNS pripada sloju primene;
- DNS upiti i odgovori se između korisnika i servera imena najčešće razmenjuju UDP datagramima;
- transportni sloj (UDP) razlikuje DNS datagrame po broju porta 53;
- DNS odgovor uvek sadrži i upit;
- ako se traži pretvaranje imena u IP adresu, DNS odgovor može sadržati nekoliko IP adresa jer je broj IP adresa jednak broju mreža na koje je stanica povezana.

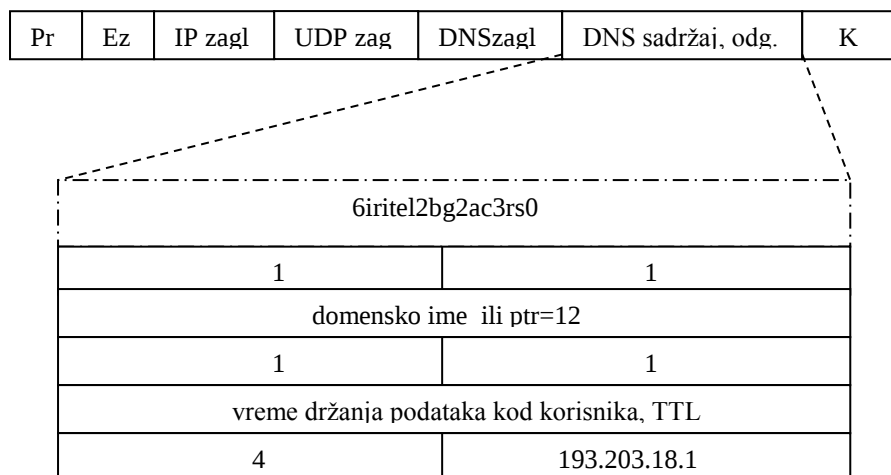
3.59. Kako izgleda razmena DNS upita i DNS odgovora?

Jedna poruka sa DNS upitom je prikazana na sledećoj slici 3.59a.



Slika 3.59a.

Na ovaj upit dobija se odgovor prikazan na slici 3.59b. Kao što se može videti, u odgovoru se sadrži i upit. U delu odgovora koji se odnosi na traženo domensko ime može se staviti vrednost *ptr(pointer)* = 12 tj. posle koliko okteta od početka DNS zaglavlja se može naći domensko ime na koje se odgovor odnosi. Treba naglasiti da u DNS upitima i odgovorima polja za domensko ime nemaju fiksiranu dužinu već se dužina polja određuje prema dužini imena i odgovora.



Slika 3.59b.

3.60. Kako izgleda jedno (najčešće) DNS pretvaranje?

Pretpostavimo da se želi naći IP adresa za domensko ime *iritel.bg.ac.rs* i to po prvi put. Programska celina radne stanice preko koje se vrši ovo pretvaranje se naziva resolver. Ona se obraća svome lokalnom DNS serveru koji nema u svom *kešu* (*cache*) ovo domensko ime. Zbog toga se lokalni server obraća korenskom DNS serveru u kome su podaci za domen *.rs*. Ovaj server, naravno, nema sve IP adrese čiji je vršni nivo *.rs* ali lokalnom serveru vraća adresu DNS servera drugog nivoa koji sadrži podatke *.ac.rs*. Lokalni DNS server upućuje ponovo zahtev, ali od servera *.ac.rs* dobija adresu DNS servera zaduženog za *.bg.ac.rs*. Posle još jednog obraćanja lokalni DNS server će dobiti IP adresu 193.203.18.1 koja odgovara domenskom imenu *iritel.bg.ac.rs*. Napomenimo da lokalni DNS server pamti ovo pretvaranje (tj. stavlja ga u keš) tako da se na sledeći upit odgovor dobija u jednom koraku.

3.61. Kakva je razlika između upućivanja u Internetu i telefonskoj mreži?

Postojanje traženog se u Internetu proverava na početku traženja a u telefonskoj mreži na kraju. Posledica toga je da je u telefonskoj mreži moguće upućivanje poziva ka nepostojećem broju a u Internetu nije. Naime, u telefonskoj mreži izvorišna tačka upućuje poziv na osnovu prvih cifara biranog broja (kod zemlje, oblasti ili centrale) bez obzira da li je broj pretplatnika postojeći. U Internetu je moguće tražiti nepostojeće domensko ime ali upućivanje neće početi jer neće postojati ispravna IP adresa u DNS odgovoru.

3.62. Šta je ARP?

Ostvarivanje Internetske veze se sastoji od tri glavna koraka. Prvi je nalaženje IP adrese odredišta od strane izvorišta i obavlja se DNS-om. Drugi korak je upućivanje paketa kroz mrežu. Treći korak se dešava u odredišnoj lokalnoj mreži. To je nalaženje hardverske adrese odredišta na osnovu IP adrese odredišta jer paket može biti prihvaćen od odredišne radne stanice samo na osnovu hardverske adrese. Treći korak tj. nalaženje hardverske adrese odredišta se naziva ARP (*Address Resolution Protocol*, RFC 826). Mnogo manje je korišćen obrnuti postupak RARP (*Reverse ARP*, RFC 903).

3.63. Gde se i kako se obavlja ARP?

Otkrivanje odredišne hardverske (fizičke, Ethernet, MAC) adrese se obavlja u odredišnoj lokalnoj mreži a u tzv. fizičkom, prvom sloju. Otkrivanje ima nekoliko koraka.

Prvi je utvrđivanje da je paket upućen nekoj radnoj stanici koja pripada toj lokalnoj mreži. Paket može biti stvoren od neke radne stanice koja pripada posmatranoj lokalnoj mreži ili može da dođe iz mreže. Ovom paketu nedostaje samo (ciljna) MAC adresa.

Radna stanica ili ruter koji ima paket za neku radnu stanicu posmatrane lokalne mreže šalje svim ostalim radnim stanicama ARP upit (*ARP request*). Jedno od polja ARP upita se popunjava IP adresom za koju se traži MAC adresa. Smisao upita bi se mogao iskazati sledećim rečima: *radna stanica koja ima IP adresu sadržanu u ovom upitu neka u odgovoru vrati svoju MAC adresu*. Da bi sve radne stanice prihvatile ovaj ARP upit u polje odredišne hardverske adrese se postavlja *broadcast* hardverska adresa (48 jedinica).

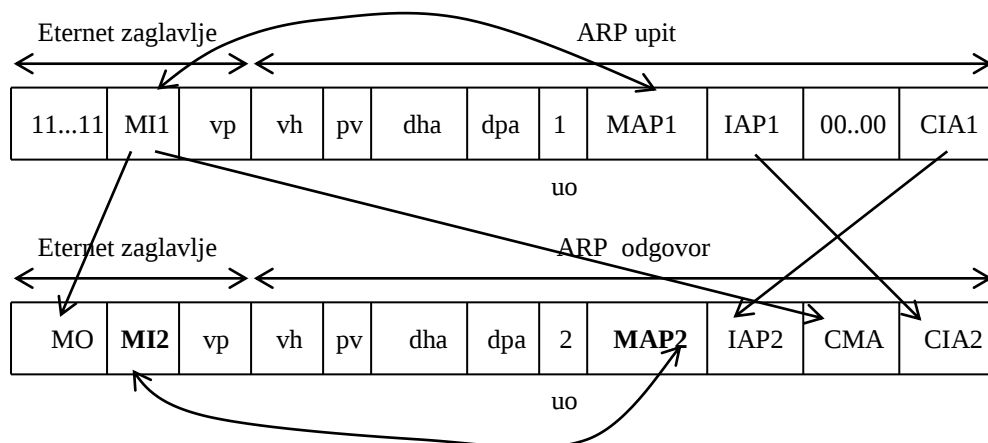
Sve radne stanice prihvataju ARP upit ali samo u jednoj se utvrđuje usklađenost sopstvene IP adrese i odredišne IP adrese iz ARP upita. Radna stanica u kojoj je utvrđena ova usklađenost šalje ARP odgovor (*ARP reply*) u kome se nalazi tražena odredišna MAC adresa.

Izvorišna radna stanica ili ruter primaju ARP odgovor i iz njega koriste odredišnu MAC adresu da upotpune paket.

Paket se šalje u lokalnu mrežu i biva prihvaćen od odredišne radne stanice.

3.64. Kako izgledaju ARP upit i ARP odgovor?

Sastav ARP upita i odgovora je prikazan na slici 3.64.



MO, MI – MAC adresa odredišta i izvora, MAP, IAP – MAC i IP adresa pošiljaoca paketa, CMA, CIA – ciljna MAC i IP adresa

Slika 3.64.

- Prvo polje u ARP upitu (6 okteta): MAC adresa odredišta se popunjava samo jedinicama što znači da je ARP upit upućen svim mrežnim interfejsima lokalne mreže.

- Drugo polje (6 okteta, MI1) upita se popunjava MAC adresom izvora ARP upita. Ovaj sadržaj će u ARP odgovoru postati MAC adresa odredišta (MO).

- Treće polje (2 okteta), vrsta poruke (vp) ima vrednost 0806 i u slučaju ARP upita i u slučaju ARP odgovora.

Sledeća polja pripadaju ARP zahtevu/odgovoru.

- Polje: vrsta hardverske adrese (vh, 2 okteta) određuje vrstu adrese koja je određena vrstom mreže. Za Ethernet mrežu ova vrednost je 1.

- Polje vrste protokola (pv, 2 okteta) se odnosi na vrstu logičke adrese, za IP adresu ova vrednost je 0800. Ova vrednost je ista kao i vrednost polja vrste Ethernet poruke koja sadrži IP poruku.

- Polja dužine hardverske adrese (dha, 1 oktet) i dužine logičke adrese (dpa, 1 oktet) predstavljaju broj bajta ovih adresa, 6 i 4, respektivno.

- Polje uo (2 okteta) čini razliku ARP upita ($uo=1$) od ARP odgovora ($uo=2$).

Sledeća polja su MAC i IP adresa pošiljaoca paketa (MAP i IAP, 6 i 4 okteta) i ciljna MAC i IP adresa (CMA i CIP, 6 i 4 okteta). Polje ciljne MAC adrese u upitu je popunjeno nulama jer je ova adresa još nepoznata u trenutku slanja upita.

Jasno je da će MAC adresa pošiljaoca biti ista kao ona iz drugog polja Ethernet zaglavlja (izvorna MAC adresa). U ARP odgovoru se tražena MAC adresa nalazi na dva mesta, kao MAC adresa izvora (MI2) i kao MAC adresa pošiljaoca (MAP2). U ARP odgovoru vrednost uo će biti 2.

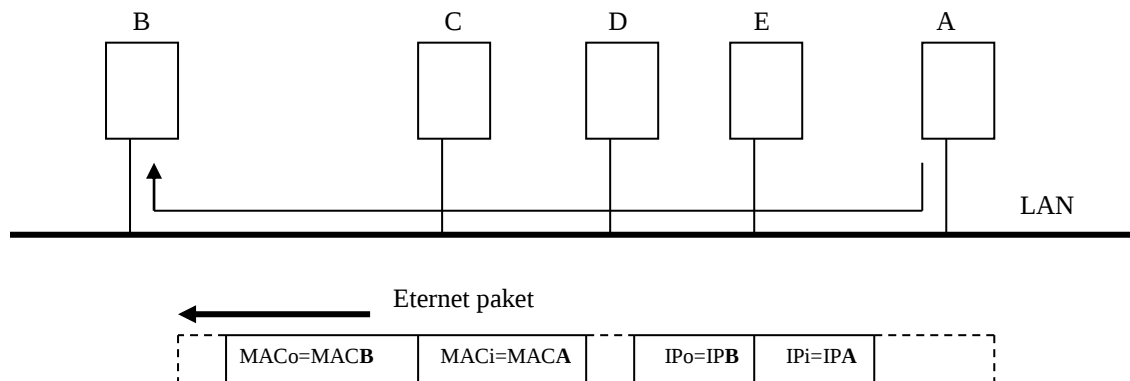
RARP je protokol koji vrši suprotno prevođenje od onoga koje vrši ARP: fizičkih adresa u IP adrese. Njegov rad je vrlo sličan uz razlike u polju vrste poruke (8035) i uo polju gde je $uo=3$ oznaka za RARP upit a $uo=4$ oznaka za RARP odgovor.

3.65. Kako se vrši upućivanje u Internetu?

Upućivanje (*routing*) je skup pravila i postupaka koji Internet paket vode od izvora do odredišta. Upućivanje paketa u Internetu se uvek vrši na osnovu odredišne IP adrese. Tačka u računarskoj mreži može biti radna stanica ili ruter. IP sloj je zadužen za upućivanje i u radnoj stanici i u ruteru. IP sloj može dobiti paket od višeg, transportnog sloja ili od nižeg fizičkog, tj. iz mreže. Sa gledišta upućivanja paketa razlika između radne stanice i rutera je sledeća: Radna stanica može da šalje svoje pakete ili prima pakete iz mreže a ruter da šalje svoje, da prima pakete iz mreže i šalje primljene (tzv. *forward-ovanje*); ukoliko radna stanica dobije paket iz mreže sa IP adresom koja nije njena, paket se odbacuje.

3.66. Šta je direktno upućivanje?

Pretpostavimo da je potrebno poslati paket od radne stanice A radnoj stanici B, slika 3.66. IP sloj u radnoj stanici A utvrđuje da IP adresa paketa odgovara nekoj radnoj stanici u istoj lokalnoj mreži. Paket se upućuje odredištu (B) uz prethodno korišćenje postupka ARP od strane radne stanice A. Upućivanje paketa između radnih stanica iste lokalne mreže naziva se direktnim upućivanjem. Osnovno svojstvo direktnog upućivanja je da paket, pored ostalih podataka, sadrži i IP i MAC adrese odredišne tačke (B) i izvorišne tačke (A).



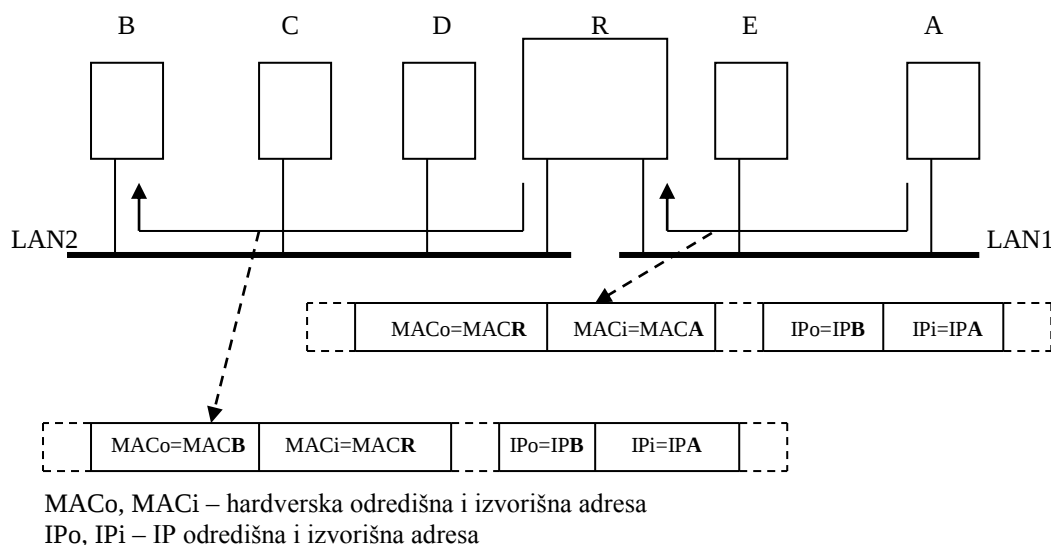
MACo, MACi – hardverska odredišna i izvorišna adresa

IPo, IPi – IP odredišna i izvorišna adresa

Slika 3.66.

3.67. Šta je indirektno upućivanje?

Indirektno upućivanje je upućivanje paketa između radnih stanica različitih lokalnih mreža. Ovo upućivanje koristi bar jedan ruter (R).



Slika 3.67.

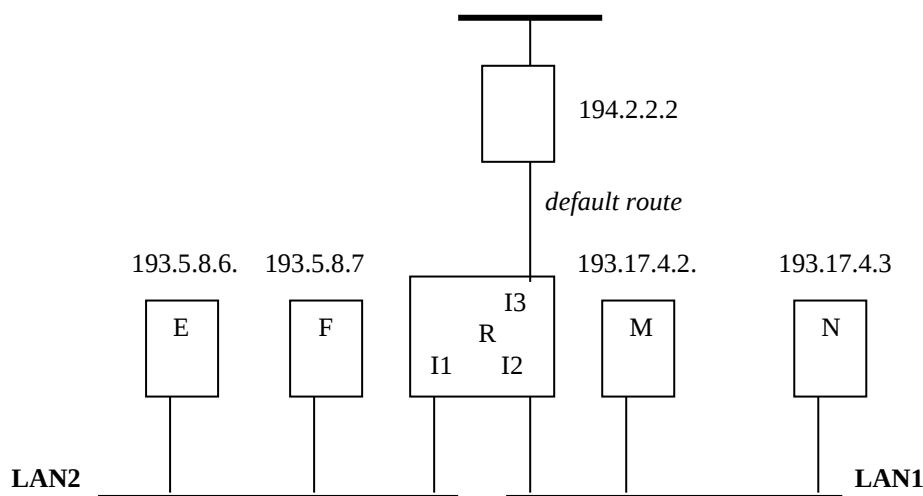
Treba uputiti paket od radne stanice A u lokalnoj mreži LAN1 radnoj stanici B u lokalnoj mreži LAN2, slika 3.67. Radna stanica u svom IP sloju pronalazi da odredišna IP adresa IPB nije u lokalnoj mreži LAN1. Zbog toga se paket šalje ruteru R tako što se u paketu kao odredišna MAC adresa stavlja MAC adresa rutera, MACR. Radna stanica A može dobiti MAC adresu rutera ARP postupkom jer u tabeli upućivanja ima IP adresu rutera.

Po prijemu paketa, ruter, na osnovu odredišne IP adrese IPB, određuje da je odredišna radna stanica na mreži LAN2. Njenu MAC adresu, MACB može dobiti ARP postupkom, na osnovu odredišne IP adrese, IPB.

Osnovno svojstvo indirektnog upućivanja je da se IP adrese izvora i odredišta ne menjaju u paketu dok se MAC adrese menjaju sa svakom deonicom slanja.

3.68. Šta je tabela upućivanja?

Tabela upućivanja je skup podataka koji se odnose na povezanost odredišnih IP adresa paketa i mrežnih interfejsa jedne radne stanice ili rutera.



Slika 3.68.

Tabela upućivanja stanice S, načelno, ima više vrsta zapisa od kojih su dve najvažnije. Jedna je zapis koji određuje odredišnu IP adresu paketa a druga je mrežni interfejs stanice S kojim se upućuje paket sa tom IP adresom. Ukoliko upoređenje odredišne IP adrese neke poruke nema uspešan ishod u tabeli upućivanja tada se poruka upućuje drugom ruteru (*next hop router*) koji može da je prosledi. Put kojim se upućuju sve poruke za čije odredišne IP adrese nije nađeno konkretno upućivanje u tabeli upućivanja se naziva *default route* ili put ka nadređenom ruteru.

Tabela upućivanja za stanicu R sa slike 3.68. izgleda kao što je prikazano u tabeli 3.68.

Tabela 3.68.

kolona 1	2	3	4
193.5.8.6	I1	H	193.5.8.6
193.5.8.7	I1	H	193.5.8.7
193.17.4.2	I2	H	193.17.4.2
193.17.4.3	I2	H	193.17.4.3
<i>default route</i>	I3	G	194.2.2.2

U koloni 1 su prikazane odredišne IP adrese neke poruke, u koloni 2 interfejs stanice R preko koga se poruka šalje, u koloni 3 je pokazivač direktnog (H, *host*) ili indirektnog (G, *gate*) upućivanja. Za prve 4 odredišne IP adrese je jasno će poruke koje ih sadrže biti poslate preko interfejsa I1 ili I2 direktnim upućivanjem. Ako se, međutim, u stanici R pojavi poruka sa odredišnom IP adresom koja nije obuhvaćena popisom prve 4 vrednosti kolone 1 (na primer: 200.2.3.4) tada se poruka šalje nadređenom ruteru 194.2.2.2. Sama poruka koja se šalje sadrži originalnu IP adresu (200.2.3.4) i Ethernet adresu nadređenog rutera (koja odgovara njegovoj odredišnoj IP adresi 194.2.2.2) a koju je odredio ARP.

Jasno je da i ruter čija je odredišna IP adresa 194.2.2.2., može da iskoristi svoj *default route* ka svom ruteru višeg nivoa i da se ovaj postupak može ponavljati u mreži. Na osnovu tog postupka dostupna je svaka stanica povezana na Internet. Međutim, broj rutera kroz koje prolazi jedna poruka se mora ograničiti. Zbog upućivanja koje, možda, nije usklađeno u svim tačkama u Internetu moglo bi se desiti da se poruka vrti po petlji. Zbog toga u IP zaglavlju postoji polje preostalog vremena (TTL) čiji se sadržaj smanjuje za 1 prolaskom kroz svaki ruter da bi se poruka odbacila u ruteru u kome bi se utvrdila vrednost TTL=0.

U većim mrežama ovakvo upućivanje, sa statičnim tabelama upućivanja, se mora dovesti na viši nivo koji omogućava dinamičku promenu tabela upućivanja. Pokazalo se veoma korisnim da jedan ruter, pored podataka o upućivanju do susednih rutera, sadrži i podatke o susednim ruterima svojih susednih rutera. To je, ustvari, proširenje tabele upućivanja podacima o upućivanju u delovima mreže. Ovo, dinamičko, obnavljanje sadržaja tabela upućivanja i omogućavanje analize puta kroz mrežu od strane polaznog rutera se vrši tzv. protokolima za upućivanje (*routing protocol*). Obnavljanje sadržaja tabela upućivanja je naročito važno za upućivanje paketizovanog govora jer on zahteva najkraće vreme prenosa tj. najkraći put prenosa.

Upućivanje paketa u IP telefonskoj tehnici predstavlja veliki problem jer unosi kašnjenje. Naime, svaki paket (a ima ih mnogo) koji nosi govorni signal se podvrgava postupku upućivanja. Zbog toga su razvijene tehnike koje ubrzavaju ovaj postupak.

3.69. Šta znači reč *upućivanje* u našem jeziku a šta *routing* u engleskom?

Mada ovu reč direktno prevodimo, u našem jeziku pod pojmom upućivanja podrazumevamo slanje korisničke informacije, u ovom slučaju govornih paketa. U engleskom jeziku reč *routing* pretežno podrazumeva izgradnju, održavanje i osvežavanje plana upućivanja, u ovom

slučaju tabela upućivanja. Slanje korisničke informacije se često naziva prosleđivanjem (*forwarding*). Najpoznatiji protokoli razmene planova upućivanja između mrežnih tačaka su: RIP (*Routing Information Protocol, RFC 1058*) koji razmenjuje cele tabele upućivanja, OSPF (*Open Shortest Path First, RFC 1247*) koji razmenjuje samo promene u tabelama upućivanja i BGP (*Border Gateway Protocol, RFC 1267*) koji razmenjuje pravila upućivanja između susednih oblasti (*inter-domain protocol*).

3.70. Postoji li sličnost upućivanja u Internetu i u telefonskoj mreži?

Da, postoji sličnost prosleđivanja paketa u Internetu i signalnih jedinica u CCS7 signalnoj mreži. Postupak obrade IP paketa u svakom ruteru kroz koji prolazi podseća na postupke signalizacije poznate pod nazivom *deonica po deonici* ili *link by link*.

Promena vrednosti polja OPC i DPC signalne jedinice u svakoj tački signalne mreže ima istu svrhu kao i promena MAC adresa u svakom ruteru prilikom IP prosleđivanja.

S druge strane, nepromenljivost broja pozvanog pretplatnika u jednoj CCS7 TUP ili ISUP poruci podseća na nepromenljivost ciljne IP adrese u Internetском paketu.

3.71. Šta je to prenos po serijskim linkovima?

Da bi korisnik pristupio udaljenoj računarskoj mreži preko linije relativno male propusnosti koriste se posebni načini ućaurenja paketa tj. IP datagrama. Ove linije se često nazivaju serijskim (linkovima), što ne podrazumeva način prenosa bitova ili okteta već označava prenos samo jedne veze tj. nepostojanje multipleksa. Ovi načini ućaurenja mogu se zvati i protokolima najnižeg tj. fizičkog sloja. Na ovaj način se povezuju samo dve tačke tj. u oba smera su poznati i izvor i odredište te nema potrebe za prenosom Ethernet adresa. Dva najpoznatija od ovih protokola su SLIP i PPP.

3.72. Šta je SLIP?

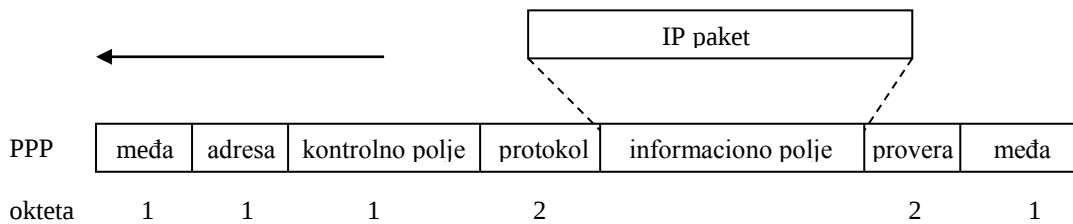
SLIP (*Serial Line IP, RFC 1055*) je vrlo jednostavan protokol koji “ućauruje” IP paket u jednobajtske međe. Ukoliko se u sadržaju IP paketa pojavi sadržaj identičan međi tada se dodatnim bajtom ovo označava i izbegava se pogrešno tumačenje. Ovaj protokol podrazumeva poznate IP adrese tačaka između kojih se koristi. Ne prenosi se Ethernet zaglavlje pa ne postoji polje *vrsta poruke* tj. može se prenositi samo IP datagram. Takođe se nedostatkom smatra i nepostojanje mogućnosti provere ispravnog prenosa. Provera ispravnosti prenosa se vrši na višim slojevima što se i u drugim savremenim tehnikama često radi. Za prenošenje IP paketa koji sadrži N bajtova potrebno je N+K bajtova gde je K mali broj veći od 1.

3.73. Šta je PPP?

PPP (*Point to Point Protocol, RFC 1661*) je savremeniji i, unekoliko, poboljšani protokol koji pomoću malog zaglavlja omogućava prenos poruka o uspostavljanju i raskidanju paketske veze između dve tačke a i prenos ućaurenih paketa, slika 3.73. Ovo je omogućeno poljem *protokol* koje ima sličnu namenu kao polje *vrsta poruke* u Ethernet zaglavlju.

Polje *protokol* govori šta je ućaureno u informaciono polje PPP paketa. To mogu biti poruke uspostave PPP veze (heksadecimalne vrednosti iz opsega cxxx), poruke mrežnih protokola (8xxx) ili poruke ućaurenja drugih protokola (0xxx). Sve vrednosti su neparne tj. bit najmanjeg značaja uvek ima vrednost 1. Dakle, ako treba prenositi IP pakete, najpre se razmenjuju paketi uspostave veze iz opsega cxxx, a zatim se prenose PPP paketi sa vrednošću polja protokol 0021 i ućaurenim IP paketima u informaciono polje. Potom se prenose poruke o prekidu PPP veze, opet iz opsega cxxx.

PPP sadrži i polje za kontrolu ispravnosti prenosa. Polje *adresa* se popunjava *jedinicama* a *kontrolno polje* vrednošću 00000011.



Slika 3.73.

Zbog uštede protoka, korišćenje PPP protokola se često izvodi uz komprimovanje zaglavlja. Ukoliko se zahteva pouzdaniji prenos adresno i kontrolno polje se povećavaju na po dva okteta (*RFC 1661*).

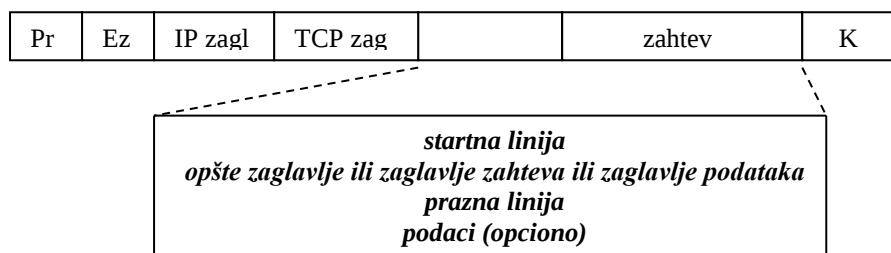
3.74. Šta je HTTP?

HTTP (*HyperText Transport Protocol 1.1, RFC 1945*) je protokol koji služi za prenos sadržaja tzv. “veb (web) stranica” u Internetu. (Sama reč *Hypertext* označava sadržaj koji pored teksta sadrži još neke podatke kao što su veze (linkovi) prema drugim podacima. Grupisanje podataka tj. izgradnja “veb stranica” se vrši posebnim programskim jezikom obično zvanim HTML (*HyperText Markup Language*) koji, naravno, omogućava izgradnju veb stranice ne samo od teksta već i od slika i ostalih podataka). Suprotno svome imenu, HTTP pripada sloju primene a ne transportnom sloju, a za transport se koristi TCP, port 80. Prva verzija HTTP-a nije podrazumevala virtuelnu vezu, koja je uobičajena kod TCP već jednostruku razmenu podataka. U protokolu HTTP je uobičajeno da se za grupe podataka kaže da su to *resursi*, za grupe signala ili signalnih poruka se kaže da su to *metodi* a virtuelna veza se naziva *perzistentnom vezom*.

Rad protokola u prvoj verziji (1.0) je relativno jednostavan. On se sastoji od jednostruke komunikacije između korisnika (pretraživača tj. tražioca usluge, *client*-a ili tzv. *web browser*-a) i *web server*-a tj. davaoca usluge tj. softvera koji kontroliše resurse. Komunikacija se sastoji od zahteva (*request*), koji otvara vezu, i odgovora (*response*), koji zatvara vezu. Posle ovoga veza ne postoji tj. može se reći da je ova verzija HTTP protokola bez stanja, *stateless*. Pokazalo se da ovakva jednostruka komunikacija nije delotvorna kod resursa većeg obima pa je u verziji HTTP 1.1. uveden rad preko jednom otvorene a nezatvorene, tj. perzistentne, veze koja se zatvara tek na kraju komunikacije. Jasno je da samo ovakav način komunikacije može da se usavršava za primenu u ostvarivanju telefonske veze preko Interneta.

3.75. Kako izgleda HTTP zahtev?

IP paket sa HTTP zahtevom je prikazan na slici 3.75.



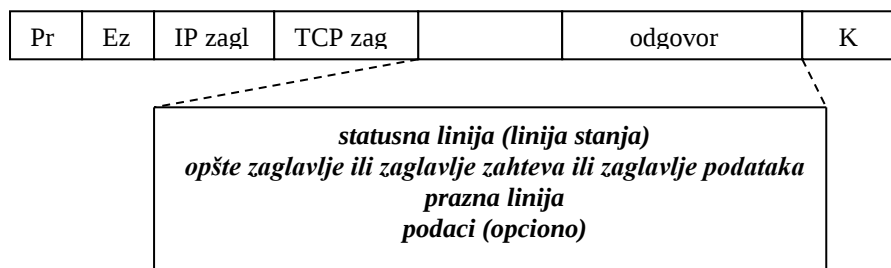
Slika 3.75.

HTTP zahtev se sastoji od sledećih tekstualnih linija koje se obavezno završavaju sa CRLF (*Carriage Return, Line Feed*) karakterima koji predstavljaju graničnike pojedinih polja, budući da veličina polja nije utvrđena.

Startna linija sadrži tri dela: ime signalne poruke tj. metoda (najčešće GET), lokalnu adresu traženih resursa i verziju HTTP. Delovi startne linije se odvajaju karakterom SP (*SPace*). Zaglavlja su opisi zahteva ili tražioca usluge ili podataka.

3.76. Kako izgleda HTTP odgovor?

HTTP odgovor se sastoji od linije stanja, zaglavlja, prazne linije i linije podataka, slika 3.76.



Slika 3.76.

Linija stanja sadrži, takođe, tri dela: verziju HTTP (ovim podatkom se završava startna linija), kod (šifru) stanja i opis stanja (na engleskom). Razdvajanje delova linija (SP) i linija (CRLF) je isto kao i kod HTTP zahteva. Stanja se dele u pet grupa čiji kodovi počinju ciframa od 1 do 5 (1xx informacione poruke, 2xx poruke uspešnog ishoda, 3xx poruke preusmeravanja, 4xx poruke grešaka kod tražioca, 5xx poruke grešaka kod servera). Primeri najčešćih kodova i imena stanja su: *200 OK*, *404 Not Found*, *301 Moved Permanently*, *500 Server Error*. Značajno je naglasiti da je poruka o neuspešnoj perzistentnoj vezi *404 Not Found* siromašnija u informacijama od odgovarajućih signala i poruka u telefonskoj signalizaciji koje mogu biti: nedostupan kanal, nepostojeći korisnik, zauzet korisnik.

Za potrebe IP telefonske tehnike najvažnije je naglasiti da u verziji HTTP 1.1 server kao prvi odgovor šalje poruku *100 Continue* pa *200 OK* itd. Ovo znači da se trajanje perzistentne veze ostvaruje bez posebnog zahteva. Kada klijent želi da završi komunikaciju tj. prekine vezu, šalje sadržaj zaglavlja: *Connection: close*.

Mada je protokol HTTP razvijen za pretraživače veb stranica on je daljim razvojem postao osnova jednog od najvažnijih signalnih protokola (SIP, *Session Initiation Protocol*, RFC 3261) u IP telefonskoj tehnici.

3.77. Koja su dobra svojstva Interneta u pogledu korišćenja u telefonskoj tehnici?

Internet je jedan od ljudskih pokušaja da se napravi univerzalna telekomunikaciona mreža. Ovi pokušaji su činjeni već nekoliko decenija zbog osnovnog razloga: univerzalna mreža je uvek jeftinija od posebnih mreža za posebne usluge. Već nekoliko decenija je poznato korišćenje telefonske mreže za prenos podataka. Ozbiljniji pokušaj univerzalnog korišćenja (telefonske) mreže je uskopojasna ISDN mreža. Zamisao uskopojasne ISDN mreže, stara više od dve decenije, je predviđala korišćenje ove mreže za prenos glasa, podataka i slike. Da bi se ovo sprovedo uskopojasnom ISDN mrežom, koja se zasniva na komutaciji digitalnih kanala protoka 64kb/s, razvijene su vrlo delotvorne tehnike kompresije glasa i slike. U Internetu se čini obrnuti pokušaj od onoga u ISDN mreži. Naime, sada se od mreže, prvenstveno namenjene prenosu podataka, pravi univerzalna mreža. Osnovna dobra svojstva Interneta za telefoniju su njegova univerzalnost što znači jeftinoća, vrlo moćni resursi i globalna rasprostranjenost.

3.78. Koja su loša svojstva Interneta u pogledu korišćenja u telefonskoj tehnici?

Loša svojstva Interneta za primenu u telefonskoj tehnici potiču od onih osobina koje Internet čine dobrom univerzalnom mrežom. Naime, Internet je, kao univerzalna mreža, dostupan svima i koristi se za različite usluge. Prema svojoj prvobitnoj zamisli, u Internetu nema prednosti za korisnike i službe. To dovodi do nemogućnosti upravljanja opterećenjem u pojedinim čvorovima mreže, pa se može desiti da čvorovi mreže između dva učesnika telefonske veze budu opterećeni veoma različitim i nepredvidivim saobraćajem. To je, u počecima Internet telefonije, dovodilo do nemogućnosti garantovanja kvaliteta usluge koja je, često, bila neuporedivo lošija od usluge u klasičnoj telefoniji.

Jedno od svojstava Interneta, odsustvo hijerarhijske organizacije, se pokazalo lošim svojstvom za Internetsku telefonsku tehniku. Naime, odsustvo hijerarhijske organizacije zahteva obradu Internet paketa u mnogobrojnim mrežnim čvorovima pa tako dolazi do izražaja osnovni nedostatak Internetske telefonske tehnike: relativno veliko kašnjenje govornih paketa. Veliko kašnjenje govornih paketa samo po sebi ugrožava kvalitet primljenog govornog signala a utiče i na povećani loš uticaj odjeka. Kao loša svojstva Interneta u telefonskoj primeni pokazuju se još različito kašnjenje paketa, gubitak paketa, koderi – kompresori.

3.79. Šta je to MPLS?

Tehnika brzog prosleđivanja paketa kroz mrežne čvorove Interneta, rutere, zasnovana na prepoznavanju vrlo jednostavnog zaglavlja tj. oznake tj. labele, uz garantovani stepen usluge je MPLS (*MultiProtocol Label Switching*). Osnovni dokumenti u kojima je opisana ova tehnika su RFC 3031 i RFC 3032. MPLS tehnika je takođe i pokušaj da se Internet koristi kao mreža u kojoj se može garantovati kvalitet usluge. Prethodni pokušaji u ovom smeru su tehnika integrisane usluge (*IntServ*, RFC 1633) i tehnika diferencirane usluge, (*DiffServ*, RFC 2475).

3.80. Koje je osnovno opravdanje uvođenja tehnike MPLS?

Opravdanje je bilo povećanje brzine prosleđivanja paketa govora. Poznato je da je prenos telefonskog signala veoma osetljiv na kašnjenje i promenljivo kašnjenje (*delay sensitive*) koje je veće od nekoliko stotina milisekundi. S druge strane, neke druge usluge Interneta (prenos datoteka, na primer) se mogu pružati korisnicima vrlo kvalitetno bez obzira na ovakva kašnjenja. Tu se javila zamisao o prioritonom usluživanju koje je, u stvari, suština tehnike MPLS. Iz teorije modela usluživanja sa prioritetom je poznata činjenica da se prednosti usluge u jednom sistemu mogu trampiti bez posledica na ukupni kvalitet usluge. Pod trampom prednosti se podrazumeva da se nekim tražiocima usluge može dati prednost na račun drugih tražilaca.

3.81. Koja je osnovna činjenica iskorišćena za ostvarenje tehnike MPLS?

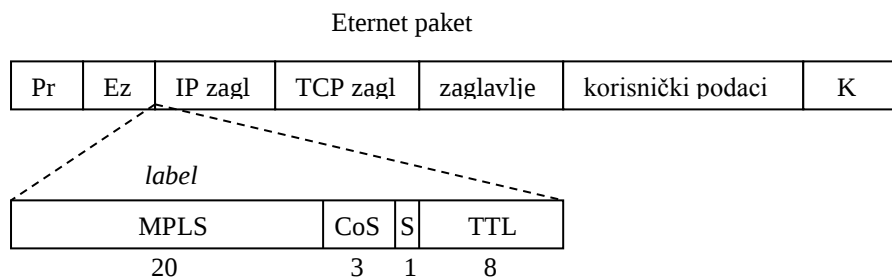
To je činjenica da u jednoj telefonskoj vezi preko Interneta *svaki* od vrlo velikog broja (govornih) paketa prolazi isti relativno složeni postupak upućivanja na osnovu IP adrese u *svakom* mrežnom čvoru od izvora do odredišta. Pošto se broj paketa i broj čvorova ne mogu smanjiti, zamisao MPLS tehnike je bila da se postupak upućivanja uprosti tako što se neće obavljati na način uobičajen u Internetu preko IP adrese, pregledom nekada veoma obimnih tabela upućivanja, već nekim jednostavnijim postupkom.

3.82. Kako se vrši upućivanje u tehnici MPLS?

Kao što je poznato, upućivanje u Internetu se vrši u mrežnom sloju svake mrežne tačke tako što se IP adresa primljenog paketa upoređuje sa adresama iz tabele upućivanja. Postupak upućivanja u MPLS tehnici se sastoji od nekoliko koraka.

U nekom delu mreže potrebno je ugraditi alate MPLS tehnike i ovaj deo mreže se naziva MPLS domen.

Tok paketa veze koja prolazi kroz MPLS domen se prepoznaje i svakom paketu se, na ulazu u domen, dodeljuje jednostavno zaglavlje (*label*) koje se ugrađuje ispred IP zaglavlja, slika 3.82. Pošto se ugrađuje između dva zaglavlja ovo zaglavlje se naziva *shim header* (*shim*, uložak).



Slika 3.82.

Svakom mrežnom čvoru, ruteru, kroz koji prolazi veza, prosleđuje se ovo jednostavno zaglavlje na osnovu koga će se paketi ove veze upućivati.

Dolaskom u ruter, paket sa MPLS zaglavljem se direktno prosleđuje sledećem ruteru bez analiziranja IP adrese. IP adresa će se iskoristiti samo u odredišnoj tački da se na osnovu nje odredi MAC adresa prijemnika.

3.83. Od čega se sastoji MPLS zaglavlje?

Jedan Internet paket u MPLS domenu može imati jedno ili više MPLS četvorooktetnih zaglavlja. Zaglavlje se sastoji od polja MPLS vrednosti (20 bita), polja klase usluge (3 bita), polja S koje ima vrednost 1 ako je ovo poslednje (ili jedino) MPLS zaglavlje paketa i polja TTL (*Time To Live*). Kao i u drugim primenama vrednost polja TTL pokazuje kroz koliko rutera ovaj paket može još da prođe pre nego što paket bude odbačen zbog "lutanja" po Internetu.

3.84. Šta još može da igra ulogu MPLS zaglavlja?

To mogu da budu identifikatori upućivanja neke druge tehnike prenosa. Naime, umesto MPLS zaglavlja u ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) ili FR (*Frame Relay*) tehnici se mogu koristiti uobičajeni identifikatori u zaglavlju, VPI/VCI(ATM) ili DLCI(FR). Ovi identifikatori omogućavaju znatno brže upućivanje u čvorovima mreže nego što je to slučaj sa IP upućivanjem.

3.85. Šta su osnovni elementi MPLS domena?

Osnovni delovi MPLS domena su ivični ruter, centralni (magistralni, *core*) ruter, informaciona baza MPLS zaglavlja i distribucionni protokol.

Ivični ili periferni ruter (*Label Edge Router, LER*) ima ulogu da prepozna tokove paketa iz ne-MPLS okruženja (ulazni, *ingress*, ivični ruter), da ovim paketima ugradi MPLS zaglavlje koje ih upućuje do prvog centralnog MPLS rutera i da na prijemu skine poslednje MPLS zaglavlje (izlazni, *egress*, ivični ruter).

Magistralni ruter (*Label Switching Router, LSR*) prihvata paket i na osnovu MPLS zaglavlja i svoje baze zaglavlja određuje upućivanje za paket ka sledećem (*upstream*) magistralnom ruteru ili izlaznom ivičnom ruteru. U slučaju upućivanja sledećem magistralnom ruteru menja se vrednost MPLS zaglavlja. U slučaju upućivanja izlaznom ivičnom ruteru paket se oslobađa MPLS zaglavlja. Odavde proizilazi da se MPLS zaglavlje menja od tačke do tačke MPLS domena tj. tekuća MPLS vrednost se odnosi samo na sledeću deonicu puta kroz MPLS domen. Uobičajeno je da se kaže da vrednosti MPLS zaglavlja imaju lokalnu vrednost, tj. ona se za jedan paket menja u svakoj tački mreže. Ovakav postupak menjanja identifikatora kroz mrežu je poznat i u drugim tehnikama (CCS7, ATM, FR).

Baza MPLS zaglavlja (*Label Information Base, LIB*) predstavlja vezu između MPLS vrednosti i sledeće deonice ili rutera kome se vrši upućivanje.

Ulazni ivični ruter, skup centralnih rutera i izlazni ivični ruter čine MPLS put (*Label Switch Path, LSP*). U primeni MPLS tehnike za IP telefonsku vezu obrazuju se dva nezavisna LSP.

Distribucionni protokol služi za komunikaciju između LSR-ova u MPLS domenu pomoću koga svaki prethodni (*downstream*) LSR obaveštava sledeće rutere o dodeljenim MPLS zaglavlja po pojedinim paketima.

3.86. Čemu danas služi MPLS tehnika?

Tehnika MPLS obezbeđuje Internetu brzinu rada FR ili ATM mreže i garantovanje svojstava u prenosu kao što su veličina protoka i kašnjenje paketa. Veličine: garantovani protok, dozvoljeno kašnjenje, dozvoljeni gubici paketa, dozvoljeni džiter paketa su činioći kvaliteta usluge (*QoS, Quality of Service*). Mada je prvenstvena namera uvođenja MPLS tehnike bila da se poveća brzina prenosa paketa kroz paketsku mrežu ova tehnika danas ima veoma važnu ulogu u davanju garantovanog kvaliteta usluge. Naime, MPLS zaglavlje koje se umeće u paket i na osnovu koje se vrši brza komutacija može da sadrži i podatke o zahtevanoj usluzi (polje *CoS*). Ulazni ivični ruter obrazuje klase paketa (*Forward(ing) Equivalent Class, FEC*) koji imaju isti izvor, isto odredište i zahtev za istom uslugom. Ovim paketima se menja MPLS zaglavlje u svakom ruteru na putu kroz mrežu ali ono ima istu vrednost za sve pakete jedne klase.

3.87. Koja je razlika između javnog i korporacijskog (privatnog) Interneta?

Korporacijska, privatna mreža koja koristi iste protokole kao Internet često se naziva intranetom. Razlike su sledeće.

- Vlasnik intraneta je korporacija koja pored delotvorne raspodele informacija ima i druge interese vezane za ovu mrežu. Zbog toga je pristup korporacijskom intranetu dozvoljen samo osobama koje su vezane za korporaciju.
- Ograničena veličina intraneta omogućava da se na njemu primene posebne tehnike (kao MPLS) ili posebna pravila IP telefonske tehnike (kao što je jednolika signalizacija, istovetna vrsta kompresora).
- Vlasnik intraneta, prema svojim potrebama, upravlja opterećenjem intraneta pa on može biti znatno delotvorniji za IP telefoniju od Interneta.
- Upućivanje paketa u intranetu je izgrađeno prema potrebama vlasnika tako da je ono sasvim poznato i može biti prilagođeno potrebama korporacijske IP telefonske tehnike.

3.88. Koji su protokoli najznačajniji za Internet telefoniju?

Internet telefonija koristi sve osnovne protokole Interneta i neke koji su razvijeni samo za IP telefoniju. Na primer: u sloju linka koristi se ARP za nalaženje MAC adrese odredišta pozvanog korisnika; IP sloj je, naravno, nezamenljiv u upućivanju; transportni protokoli se koriste i u uspostavi veze tj. za prenos signalizacije i u prenosu govornih paketa; protokoli

viših nivoa (RTP, HTTP i drugi) se koriste kao primena i u postupku signalizacije i u postupku prenosa govornih paketa.

Vežbe uz poglavlje 3.

1. Šta se dešava ako se na paketskoj mreži koja radi na načelu *Carrier Sensing MultiAccess with Collision Detection*, CSMA/CD povećava saobraćaj tj. broj ponuđenih paketa u jedinici vremena?
2. Kojem sloju pripada protokol RTP?
3. Kako se između slojeva adresiraju paketi?
4. Čemu služi Ethernet prethodnica?
5. Kako se sinhronišu prijemnici na predajnik u klasičnim telekomunikacijama?
6. Zašto je prenos predugačkih datoteka u jednom paketu nepovoljan u IP telefoniji?
7. Koje mere sprečavaju prenos velikih paketa?
8. Zašto se Ethernet vod ne može u potpunosti iskoristiti za prenos?
9. Koji razlog ne dozvoljava da Ethernet paket bude sasvim kratkog trajanja?
10. Zašto Ethernet mreža ne sme biti suviše duga?
11. Da li ograničenja navedena u 9 i 10 važe i za potpuno dupleksni Ethernet i zašto?
12. Koji je osnovni transportni protokol u Internetu?
13. Gde se i zbog čega koristi TCP u Internet telefoniji?
14. Kad se mogu pojaviti problemi u primeni TCP-a u IP telefoniji?
15. Koje su prednosti SCTP nad TCP?
16. U jednoj telefonskoj vezi se zahteva brzina ostvarenja veze i brzi prenos govornog signala. Zašto se za ove dve faze koriste različiti protokoli?
17. Kako se smanjenje verovatnoće greške kod korišćenja protokola koji tolerišu grešku?
18. Šta je osnova za mogućnost primene protokola koji dozvoljava greške u prenosu govora?
19. Ako su u Internetu poznata dva adresna pretvaranja (ARP, DNS) koje je pretvaranje potrebno u mešovitoj (klasičnoj i IP) telefonskoj mreži?
20. Da li se može govoriti o geografskom karakteru domenskih imena?
21. Ima li DNS grana *arpa* veze sa ARP pretvaranjem?
22. Koja su glavna DNS pretvaranja?

23. Koje je pretvaranje obrnuto od ARP-a?
24. Po čemu je raskidanje TCP veze jedinstveno u telekomunikacijama?
25. Kojih paketa ima najviše u jednoj IP telefonskoj vezi?
26. Kako se povećava pouzdanost prenosa DNS upita?
27. Koliko se DNS upita šalje za jedno pretvaranje domenskog imena u IP adresu?
28. Da li postoje jalova zauzimanja resursa na osnovu biranja nepostojeće adrese u telefonskoj i IP mreži?
29. Na priključak jedne stanice u lokalnoj mreži postavljen je sklop za posmatranje paketa. Koji se paketi sigurno mogu videti na svakom priključku, čak i zvezdaste mreže?
30. Koja telefonska signalizacija je brža od IP signalizacije?
31. Koja je suštinska razlika između HTTP i SIP?
32. Koji problem IP telefonije rešava uvođenje tehnike MPLS?
33. Kako se problem kašnjenja paketa rešava u korporacijskoj mreži?

4. Pitanja o ostalim paketskim tehnikama

4.1. Koja su osnovna svojstva paketskih telekomunikacija?

Univerzalnost, veliki broj kvalitetnih usluga i otvorenost za razvoj.

Univerzalnost omogućava davanje multimedijalnih usluga koje su vezane za glas, podatke i sliku. Svaka pojedinačna usluga, kao IP telefonija, može se posmatrati i kao poseban slučaj multimedijalne usluge. Univerzalnost ove tehnike omogućava da se broj usluga svakim danom povećava a da je kvalitet usluga svakim danom sve viši. Razvoj broja usluga nije ograničen a brzina usluge teži brzini rada u realnom vremenu i takvom stepenu kvaliteta da ljudska čula ne mogu da primete nedostatke.

4.2. Šta je zajedničko svim paketskim tehnikama?

Sve paketske tehnike (ISDN D kanal, CCS7, X.25, FR, ATM, IP, HDLC) imaju neka zajednička svojstva. U ovim tehnikama se paketi tj. osnovne jedinice obrade i prenosa zovu različitim imenima (poruka, ćelija, ram, *frejm*, datagram, segment) ali se u ovom opisu oni uvek zovu paketima. Zajednička svojstva su sledeća.

- Informacije koje se obrađuju i prenose su uvek u digitalnom obliku. To znači da se u paketskim mrežama mogu primeniti sve tehnike obrade digitalnog signala koje se sprovode zbog uštede bitskog protoka ili zaštite informacija.
- Komunikacija može biti jednosmerna (na primer: prenos snimljenog zvuka ili slike), dvosmerna (na primer: ISDN D kanal) ili se sastojati od dve jednosmerne komunikacije (na primer: TCP veza).
- Paketi se sastoje od korisnog ili korisničkog sadržaja (*payload*) i ostatka paketa koga čini zaglavlje, međe, polja za proveru ispravnosti, prethodnice, itd. Ime za ostatak paketa koje se često koristi je *overhead*.
- Korisna informacija ima ograničeni broj bita tj. sastavni je deo paketa kome je ograničena veličina. Korisna informacija se može prenositi u delovima, bilo zbog brzine prenosa, bilo zbog obima informacije.
- Prenos i obrada informacija tj. paketa su asinhroni tj. ne postoje posvećeni delovi vremena za pojedine korisnike.
- Komunikacija se uglavnom obavlja sa potvrdom.
- Nedostatak pozitivne potvrde ili negativna potvrda paketa ima za posledicu ponovno slanje (tj. retransmisiju), za koje postoje posebno razvijeni postupci.
- U nekim ređim slučajevima umesto retransmisije se koristi višestruko slanje paketa kao sredstvo za povećanje verovatnoće uspešnog prenosa.
- Mada u paketskoj tehnici ne postoje veze u klasičnom smislu, postoje tzv. virtuelne veze. Virtuelnu vezu čine svi paketi koji se razmenjuju između dve korisničke tačke.
- Paketi se mogu od izvora do odredišta kretati različitim putevima pošto svaki paket ima odredišnu adresu. Pored toga mrežne tačke u različitim trenucima pružaju različitu uslugu. To sve, neminovno, dovodi do razlike u vremenu prenosa (*delay variation, interarrival jitter*) pojedinih delova informacije. Ova pojava nije poznata u komutaciji kanalima (kolima). Zahvaljujući podacima u upravljačkom polju izvorišni redosled i međusobni vremenski odnos pojedinih paketa se može obnoviti na odredištu uz povećanje kašnjenja.
- Pokazatelji kvaliteta prenosa se u paketskim telekomunikacijama (na primer: kašnjenje paketa, verovatnoća gubitka paketa) razlikuju od onih u klasičnim telekomunikacijama (na primer: vreme prenosa, verovatnoća ostvarenja veze).

4.3. Šta je u strukturi paketa zajedničko svim paketskim tehnikama?

Strukture pojedinih vrsta paketa imaju neka zajednička svojstva.

- Zbog asinhronosti prenosa često se početak i kraj paketa označavaju međama ili ograničavačima ili *delimiterima*.
- Svaki paket ima neku vrstu odredišne adrese.
- Komunikacija je skoro po pravilu sa potvrdom pa paket mora da nosi i izvorišnu adresu.
- Prenošena informacija se na prijemu podvrgava proveru ispravnosti prenosa tj. deo paketa je polje za proveru.
- Pored već pomenutih delova paketa (međe, adrese, korisnička informacija, polje za proveru) deo paketa se odnosi na podatke za upravljanje prenosom paketa. To su delovi paketa koji se menjaju u toku svog prolaska kroz mrežu tako da se izvoru i odredištu toka paketa signalizira početak zagašenja.

4.4. Koje su paketske tehnike pogodne za primenu u telefonskoj tehnici?

To su FR, ATM i IP. Prve dve zbog svoje brzine a IP zbog svoje globalne rasprostranjenosti.

4.5. Šta je to ATM?

ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) je visokopropusna, delotvorna, digitalna telekomunikaciona tehnika koja obuhvata komutaciju i prenos paketa. Komunikacija u ATM mreži se ostvaruje virtuelnim vezama (*connection oriented* tehnika). Ovde treba napomenuti da, uprkos imenu "asinhroni način prenosa", ova tehnika nije ni asinhrona ni samo tehnika prenosa. Asinhrono je samo korišćenje protoka tj. ne postoje dodeljeni kanali i vremenski intervali nekom korisniku ili službi već se protok koristi asinhrono tj. prema potrebi. Da ovo nije tehnika prenosa jasno je iz činjenice da postoje ATM mreže koje moraju imati funkciju komutacije. Nekada se ova tehnika naziva i ćelijskim prenosom (*cell relay*).

4.6. Koje su osnovne prednosti ATM-a?

- Univerzalnost. Ova tehnika je namenjena mreži širokopojasnog sistema objedinjenih službi (*Broadband Integrated Services Digital Network, B-ISDN*). Kao što je poznato, mreža objedinjenih službi je univerzalna sa gledišta korišćenja svih telekomunikacionih službi.
- Visoki protok. Širokopojasna mreža objedinjenih službi podrazumeva visoke protoke jer među službama postoje i one koje zahtevaju protok i po nekoliko desetina Mb/s (prenos slike u realnom vremenu).
- Malo kašnjenje. Organizacija mreže i prenosa kao i kvalitetni prenosni putevi obezbeđuju da kašnjenje od izvora do korisnika informacija bude veoma male vrednosti što je veoma važno za usluge prenosa govora i *žive* slike. Malom kašnjenju naročito doprinosi brzo komutiranje paketa u posebnim komutacionim poljima gde se nekoliko paketa može komutirati istovremeno.
- Prenos informacija se vrši tzv. brzom paketskom tehnikom. Paketi su jednakog trajanja i zovu se ćelije (*cell*). Treba naglasiti da se ćelijama prenose kako korisničke informacije (I ćelije) tako i signalne (S ćelije) i ćelije za nadzor i upravljanje mrežom (M ćelije).
- Mogućnost korišćenja promenljivog protoka. Jedna veza može koristiti postojeći neiskorišćeni protok transportnog sistema. Ova osobina povećava delotvornost ATM tehnike jer se projektovanje vrši za prosečne a ne za vršne potrebe korisničkog protoka. Zbog ove osobine službe čije je svojstvo promenljivi protok (*Variable Bit Rate, VBR*) mogu delotvorno da se primene.
- Zauzimanje organa (resursa) prema potrebi. Naime, za svaku vezu se vrše "pregovori" između korisnika i mreže koji se odnose na potreban protok i potrebnu dobrotu usluge

(*Quality of Service, QoS*). Utvrđivanje potreba i postojanja resursa se može smatrati nekom vrstom ugovora.

4.7. Po čemu je ATM komutacija u prednosti nad ostalim postupcima paketskog komutiranja?

Po svim prethodno nabrojanim svojstvima. Neka od ovih svojstava se pojavljuju i kod drugih tehnika. Jedinstvenost ATM tehnike je u brznoj komutaciji koja se zasniva na jednostavnom i privremenom zaglavlju. Na ovom načelu je kasnije razvijena tehnika MPLS.

4.8. Šta je to ATM centrala?

Čvor ATM mreže koji je stecište dolaznih i odlaznih veza i ima sposobnost razdvajanja ćelija po vrstama i mogućnost komutacije ćelija. Uobičajena ocena protoka ATM centrale je nekoliko desetina miliona ćelija u sekundi.

4.9. Koji su delovi ATM centrale?

Ulazna jedinica (*input module*), komutaciono polje (*cell switch fabric*), izlazna jedinica (*output module*), upravljački organ (*connection admission control*), jedinica za nadzor (*system management*).

4.10. Koliko vrsta ATM ćelija se razlikuje prema interfejsima?

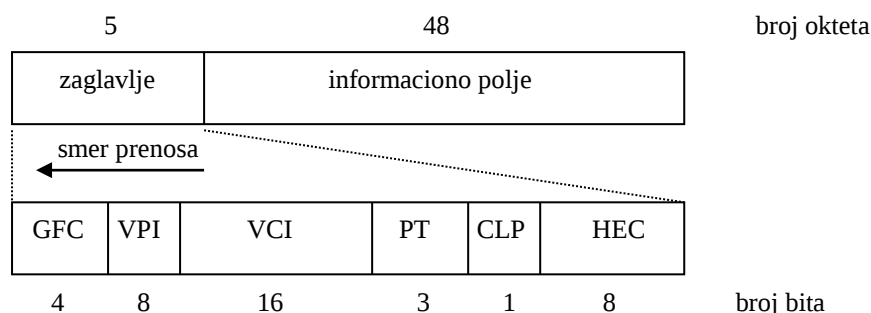
Postoje UNI (*User Network Interface*) ćelije koje se razmenjuju između korisnika i ATM centrale i NNI (*Network Network Interface*) ćelije koje se razmenjuju između dve centrale. Ove dve vrste ćelija se razlikuju po zaglavlju.

4.11. Kako izgleda ATM ćelija?

ATM ćelije imaju uvek isti broj osmorki bita (bajtova) - 53. Od ovih osmorki prvih 5 (po redosledu slanja) predstavljaju zaglavlje (*header*) a preostalih 48 predstavljaju tzv. korisnu informaciju (*payload*). ATM ćelija se šalje tako da se bitovi većeg značaja šalju pre bitova manjeg značaja (*big endian*). Okteti manjeg rednog broja se šalju pre okteta većeg rednog broja. Opis formata ATM ćelije je dat u ITU-T preporukama I.36x.

4.12. Kako izgleda UNI ATM ćelija?

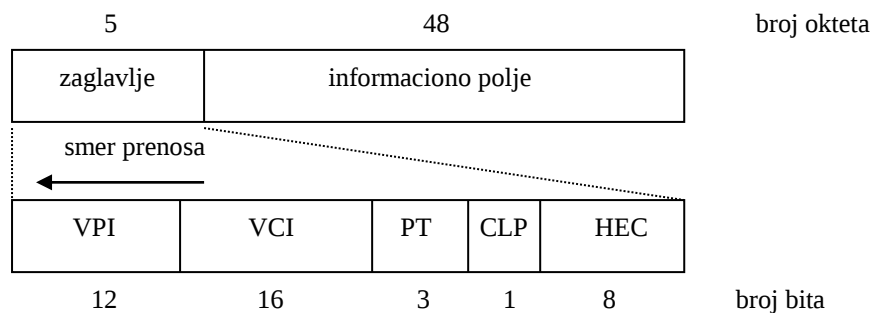
Sastav UNI ATM ćelije je prikazan na slici 4.12.



Slika 4.12.

4.13. Kako izgleda NNI ATM ćelija?

Sastav NNI ATM ćelije je prikazan na slici 4.13.



Slika 4.13.

4.14. Koja polja postoje u ATM zaglavlju?

Polje za kontrolu toka GFC (*Generic Flow Control*). Postoji samo u UNI zaglavlju i namenjeno je upravljanju protoka koji se odnosi na više terminala kod jednog korisnika. Podaci u ovom polju predstavljaju osnovu za mehanizam ravnomernog korišćenja toka kod istovremenog rada nekoliko terminala u smeru korisnik - mreža.

Polje VCI (*Virtual Circuit Identifier*) možemo nazvati pokazivačem virtuelnog kola i to je jedna od bitnih odrednica virtuelne veze u ATM mreži. Virtuelno kolo predstavljaju sve ćelije sa istim VCI koje stižu po istom virtuelnom putu i istom linku. Unutar virtuelnog kola ćelije poštuju redosled. Treba naglasiti da ćelije koje nose signalne informacije između korisnika i centrale imaju vrednost VCI=0.

Druga odrednica virtuelne veze je VPI (*Virtual Path Identifier*) pokazivač virtuelnog puta. Virtuelni put predstavlja skup virtuelnih kola između dve tačke u mreži. Vrednost pokazivača VPI za ćelije koje nose signalizaciju između dve tačke je VPI=5, za ćelije koje nose signalizaciju od jedne tačke ka više tačaka (*broadcast*) VPI=4. Ukoliko ćelija nosi signalnu informaciju koja se odnosi na jedan korisnički terminal unutar jednog UNI (*metasignaling*) tada je vrednost VPI=0.

Polje vrste informacije PT (*Payload Type*) u svojoj osnovnoj nameni služi da odredi razliku između korisničkih ćelija (0xx) i M ćelija koje nose informaciju za upravljanje mrežom (1xx). Polje CLP (*Cell Loss Priority*) se koristi da se označi prvenstvo u obradi ATM ćelija. Jasno je da sve ćelije koje pripadaju jednoj virtuelnoj vezi moraju imati isto prvenstvo usluge.

Polje provere ispravnosti zaglavlja (*Header Error Control, HEC*) služi da se izvrši provera ispravnosti zaglavlja i ispravka ukoliko je greška u samo jednom bitu. Ukoliko se pojavi više od jedne greške u zaglavlju njihovo prisustvo se otkriva ali se ćelija odbacuje. Provera ispravnosti informacionog sadržaja se vrši u višim slojevima.

4.15. Kako se koriste identifikatori VPI i VCI?

Vrednosti VPI i VCI korisničkih ćelija se menjaju u mrežnim čvorovima tj. u ATM centralama. To znači da se jedna veza između pozivajućeg i pozvanog karakteriše nizom parova (VPI, VCI) čije prevođenje izvršavaju tzv. tabele prevođenja u svakom mrežnom čvoru. Uobičajeno je reći da su vrednosti VPI i VCI lokalnog karaktera. Postupak promene VPI i VCI vrednosti ćelija jedne veze u mrežnom čvoru se naziva *VPI/VCI translation*. (Ovo istovremeno podrazumeva da se ćelije kroz mrežu šalju po načelu deonica po deonica, što je svojstvo svih paketskih mreža).

Treća odrednica virtuelne veze je link po kome dolaze (odlaze) ćelije. Znači, u ATM centrali je jedna virtuelna veza određena trojkom (link, VCI, VPI).

4.16. Koje vrste ATM ćelija postoje?

Informacione, signalne i ćelije za nadgledanje. Uočava se neka vrsta formalne analogije sa tri vrste signalnih CCS7 poruka ili tri vrste ISDN poruka drugog sloja.

4.17. Kako se daje prednost (prioritet) pojedinim ćelijama?

Poljem CLP tako što sa CLP=0 označava više a sa CLP=1 niže prvenstvo u obradi ATM ćelija. Ukoliko je neophodno pružiti lošiju uslugu u nekom čvoru to će se desiti ćelijama sa nižim prvenstvom. U načelu, polazna korisnička strana određuje vrednost CLP polja. Izuzetak čini slučaj kada korisnik naruši "ugovor" između korisnika i mreže koji se odnosi na protok. U tom slučaju sama mreža može da promeni vrednost polja sa CLP=0 na CLP=1 za one ćelije koje krše ugovor.

4.18. Kako se savlađuje preopterećenje u mrežnom ATM čvoru?

Tako što se izvorima tokova koji zagušuju neki čvor u ATM mreži šalje informacija o zagušenju. Ovu informaciju je potrebno poslati kad se pojavi nagoveštaj zagušenja i na takav način da stigne što pre do izvora.

4.19. Kako mrežni čvor obaveštava izvore da smanje intenzitet stvaranja ćelija?

Na dva načina. Prvi način je jednom vrstom M ćelija (RM, *resource management*) tako što jednobitsko polje CI (*congestion indication*) koje je u sastavu korisne informacije promeni vrednost. Drugi način je preko zaglavlja korisničkih poruka. Naime, u korisničkim ćelijama koje prolaze kroz čvor koji je pred zagušenjem a kreću se u smeru ka izvorima tokova koje treba smanjiti, u polju PT drugi bit menja vrednost sa 0 na 1. Ovo je ujedno i najbrži način dojave izvorima o potrebnom smanjenju intenziteta protoka.

4.20. Da li se sve usluge prenose istim korisničkim ćelijama?

Ne. U formiranju ATM ćelije proces prolazi kroz prilagodni sloj. Prilagodni sloj (*ATM adaptation layer*, AAL) prilagođava ćelije pojedinim uslugama: AAL1 uslugama sa konstantnim protokom, AAL2 uslugama sa promenljivim protokom, AAL3/4 uslugama sa prenosom podataka, AAL5 uslugama sa prenosom paketskih podataka. Na prijemu ćelije prolaze kroz isti AAL sloj. Funkcije pojedinih AAL slojeva se označavaju u dodatnom AAL zaglavlju koje sledi iza ATM zaglavlja tj. posle 5. okteta ćelije.

4.21. Koje vrste veza postoje u ATM mreži?

Kao i u ostalim mrežama, permanentne virtuelne (*Permanent Virtual Circuit*, PVC) i komutirane virtuelne veze (*Switched Virtual Circuits*, SVC). Permanentne veze su slične iznajmljenim kanalima, postoje uvek između dve tačke. Komutirane veze se ostvaruju između dve korisničke tačke u mreži samo prema potrebi.

4.22. Koje vrste signalizacija postoje u ATM tehnici?

Metasignalizacija (*Metasignaling*), korisnička i mrežna signalizacija. Sve se obavljaju preko posebnih, signalnih ATM ćelija koje se razlikuju po identifikatorima.

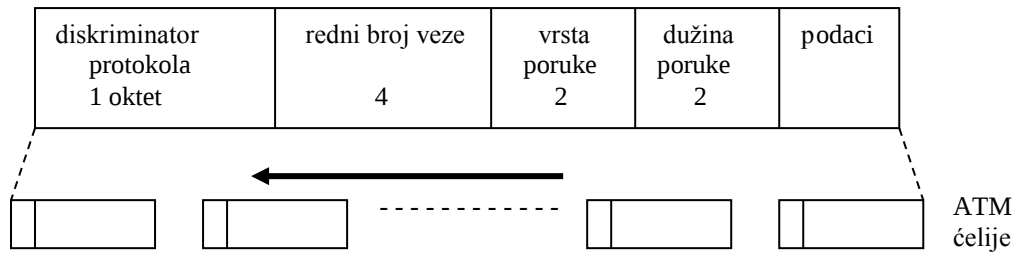
4.23. Šta je to metasignalizacija?

Metasignalizacija (*meta*, iza, skriveno) je vrsta korisničke signalizacije koja se ostvaruje između jednog od više korisnika (koji koriste isti UNI) i mreže. Naime, pojavljuje se potreba da svaki od korisničkih uređaja privremeno dobije svoj signalni kanal. Razmena signala tj. poruka između jednog od korisničkih uređaja i mreže u cilju obezbeđenja signalnih resursa naziva se metasignalizacija. Virtuelni kanal kojim se obavlja metasignalizacija je označen vrednošću VCI=1. Neke od poruka ove signalizacije su: zahtev za dodelu organa (*Assign Request*, šalje se od korisnika mreži), dodela izvršena (*Assigned*, šalje se od mreže korisniku), poništen zahtev (*Denied*), provera zahteva (*Check Request*), itd.

4.24. Kako se vrši korisnička ATM signalizacija?

Korisnička signalizacija se obavlja (preko UNI) ATM ćelijama koje čine virtuelni kanal sa VCI=0. Najviši sloj ove signalizacije je određen ITU-T preporukom Q.2931 pa je po ovoj preporuci dobio ime. Vidi se da je preporuka Q.2931 nastala prepravkom preporuke Q.931 koja određuje treći sloj korisničke signalizacije uskopojasnog ISDN-a. Zbog toga su i poruke vrlo slične.

4.25. Kako izgleda korisnička signalna ATM poruka?



Slika 4.25.

Korisnička poruka je slična odgovarajućoj poruci u uskopojasnom ISDN. Ovde treba imati u vidu da se svaka poruka prenosi ATM ćelijama a na prijemu se ponovo objedinjuje. Sloj koji prilagođava signalnu poruku prenosu ćelijama na predaji i objedinjava poruku iz ćelija na prijemu zove se signalni prilagodni sloj (*Signaling ATM Adaptation Layer, SAAL*)

4.26. Koje su najpoznatije signalne korisničke ATM poruke?

Najpoznatije poruke su identične po nazivu i po vrednosti polja *vrsta poruke* porukama trećeg sloja korisničke signalizacije uskopojasnog ISDN. To su: zahtev za uspostavu veze (*SETUP*), spremnost (*ALERTING*), uspostavljanje veze (*CALL PROCEEDING*), poziv prihvaćen (*CONNECT*), raskidanje (*DISCONNECT*), oslobađanje (*RELEASE*), itd.

4.27. Koje su osnovne razlike između signalnih ATM i signalnih N-ISDN poruka?

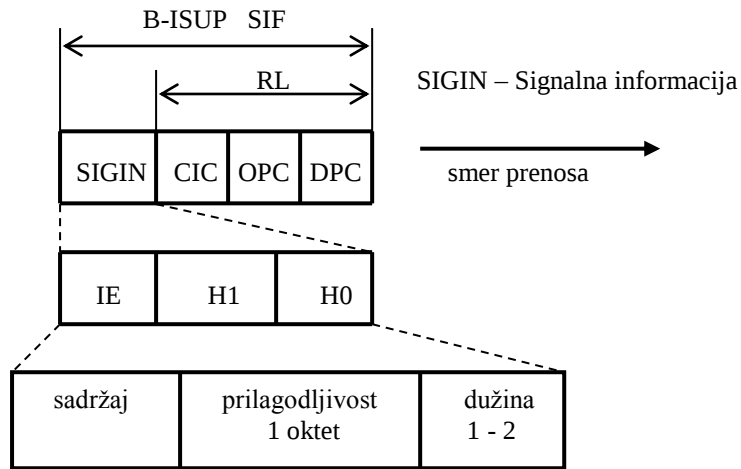
To su poruke koje se odnose na usluge koje se ne mogu pružiti uskopojasnim ISDN-om. Primeri ovih poruka su one koje se odnose na veze ka više tačaka (*point to multipoint connection*): *ADD PARTY*, *ADD PARTY REJECT*, *DROP PARTY* i odgovarajuće poruke potvrda. Pored ove razlike, u najvišem signalnom sloju postoji i razlika u formatima istoimenih poruka u N-ISDN-u i ATM-u (veličine skoro svih polja su različite).

4.28. Koja su osnovna svojstva mrežne ATM signalizacije?

U javnim ATM mrežama je usvojeno da mrežna signalizacija tj. signalizacija preko NNI bude CCS7 i to deo namenjen za širokopojasni ISDN tj. deo poznat pod imenom B-ISUP (*Broadband Integrated Services User Part*, SI=1001=9, Tabela 1.24.). Sam format B-ISUP poruka je opisan u ITU-T preporuci Q.2763.

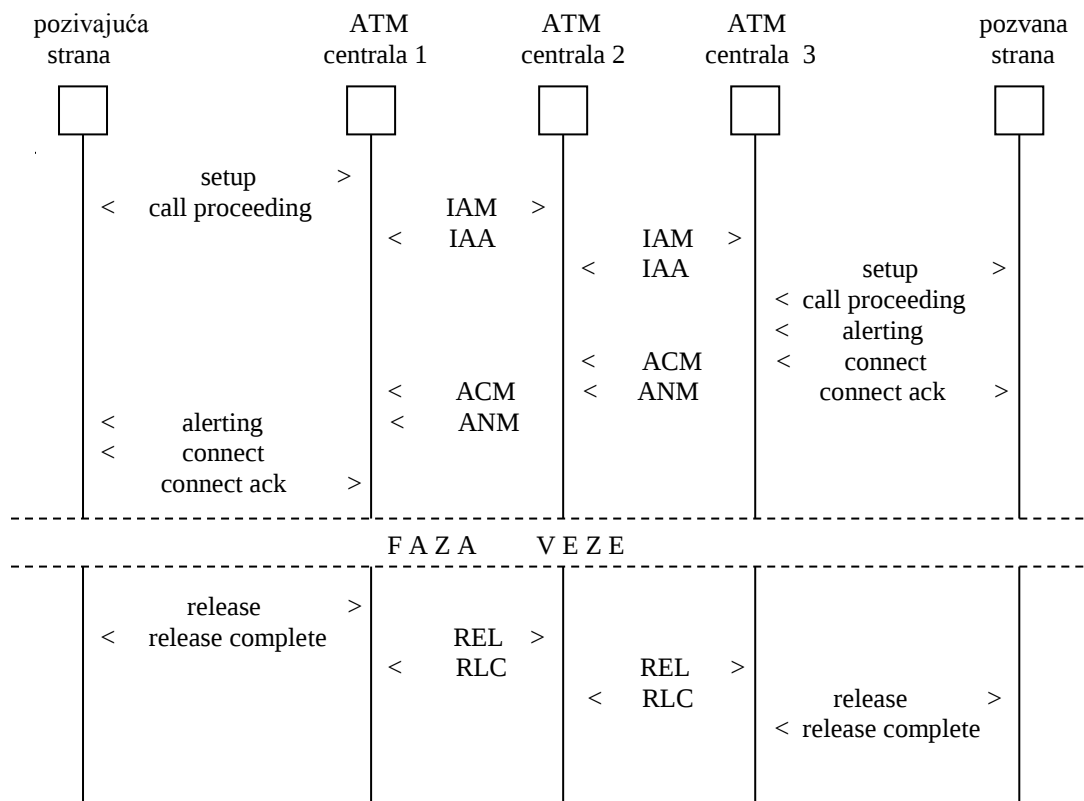
Postupak signalizacije i poruke su slični postupcima i porukama poznatim iz TUP-a i ISUP-a. Vrsta poruke se određuje poljima H0 i H1, slika 4.28, slično kao na slici 1.28. Neke od poruka su: IAM (*initial address*) - početna adresa, IAA (*IAM acknowledgement*) - potvrda prijema početne adrese, IAR (*IAM reject*) - odbačena početna adresa, SAM (*subsequent address*) - dodatni deo adrese ACM (*address complete*) - adresa je potpuna, CPG (*call progress*) - "u toku je uspostava", ANM (*answer*) - javljanje, REL (*release*) - prekid, RLC (*release complete*) - potvrda prekida, itd.

Pored ovih poruka postoji niz poruka koje se odnose na upravljanje mrežom ili se odnose na neregularna stanja, kao što su sledeća dva primera: BLO (*blocking*) poruka koja se šalje centrali na drugom kraju veze radi zauzimanja resursa za sledeću vezu, CFN (*confusion*) šalje se kao odgovor na neispravnu ili neprepoznatljivu poruku.



Slika 4.28.

4.29. Kako se ostvaruje ATM veza?



Slika 4.29.

Jedna potpuna ATM veza se sastoji od dve deonice koje prelaze preko korisničkog i bar jedne deonice koja prelazi preko mrežnih interfejsa. Na slici 4.29. je prikazano kako se obavlja postupak ostvarenja veze (tačka-tačka) u ATM mreži za jednu uspešnu ATM vezu od korisnika do korisnika koju prekida inicijator veze. Metasignalizacija nije prikazana.

4.30. Šta je to FRAME RELAY tehnika?

Frame relay (FR) je tehnika prenosa paketa čija su osnovna svojstva velika vrednost protoka i brzina. FR je tehnika nastala iz (sporije) tehnike prenosa podataka standardom X.25 (odakle je preuzeta zamisao o virtuelnoj vezi) i ISDN tehnike odakle je preuzeto načelo odvajanja korisničkih i upravljačkih tj. signalizacionih podataka po D kanalu. U ovoj tehnici se pojavljuju mogućnosti obezbeđenja potrebnog protoka i potrebnog kvaliteta veze pa se po ovom svojstvu FR tehnika smatra prethodnicom ATM tehnike.

4.31. Koja su osnovna svojstva FR tehnike?

Osnovna svojstva FR tehnike su da se podaci prenose ramovima sa malim zaglavljem a kontrola ispravnosti prenosa i retransmisija vrše se u višim slojevima tako da su mrežni čvorovi rasterećeni ove usporavajuće obaveze iz čega proizilazi veoma visoka propusnost FR mreža. Ovo je prva tehnika u kojoj postoji mogućnost upravljanja zagušenjima u mreži.

4.32. Kakve veze i interfejsi postoje u FR mreži?

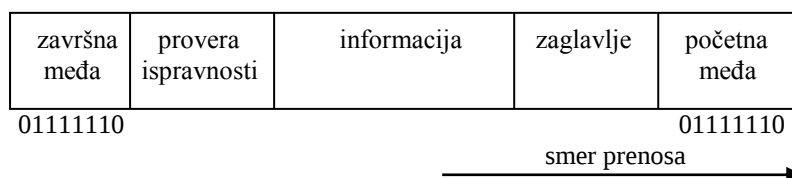
Kao i u ATM mreži postoje permanentne, nekomutirane (*Permanent Virtual Connection, PVC*) i komutirane (*Switched Virtual Connection, SVC*) veze koje se ostvaruju prema potrebi korišćenjem signalizacije. Slično je i sa interfejsima: postoje pristupna sučelja ili korisnički interfejs (*User Network Interface, UNI*) i mrežna sučelja (*Network-Network Interface, NNI*). Suprotno od ATM mreže u FR mreži su češće permanentne nego komutirane veze.

4.33. Kako je nastala FR tehnika?

Tehnika je nastala kao posledica pojavljivanja sistema prenosa sa malim stepenom greške i korisničkih uređaja visoke *inteligencije*. Te dve činjenice omogućile su da se otkrivanje (relativno retkih) grešaka i zahtevi za retransmisiju prepuste korisničkim uređajima. Pošto su, dakle, mrežni čvorovi oslobođeni ovih funkcija, prenos kroz mrežu je postao vrlo brz. Zbog ovih svojstava FR tehnika je dobila ime brza paketska tehnika.

4.34. Kako izgleda FR paket?

Na slici 4.34. je prikazan FR paket. Zbog različitosti dužine pojedinih paketa postoje međe koje označavaju početak i kraj paketa. Ukoliko nema paketa za prenos, prenose se samo međe, (*Inter-frame Time Fill*). Provera ispravnosti se vrši poljem od 2 okteta. Dužina polja informacije može biti najviše 1600 okteta. Postoje tri vrste zaglavlja.



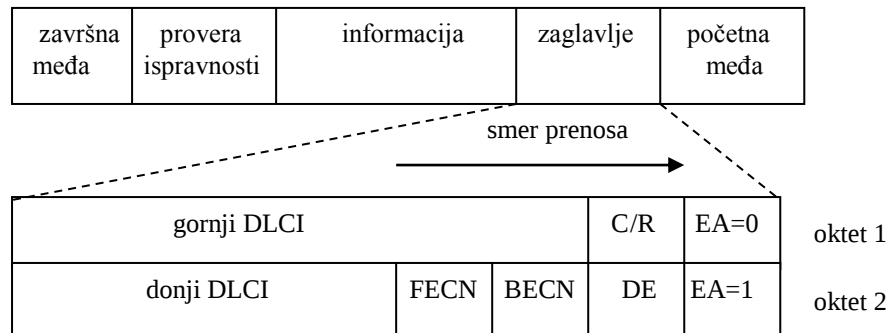
Slika 4.34.

4.35. Koji bitovi imaju manju (veću) težinu u predstavljanju FR zaglavlja?

Bitovi manjeg značaja se šalju pre bitova većeg značaja. Ovakav način se naziva *little endian*.

4.36. Kako izgleda zaglavlje FR paketa?

Zaglavlje može sadržati 2, 3 ili 4 okteta zavisno od najvećeg broja virtuelnih veza koje treba ostvariti. Naime, najveći broj virtuelnih veza određuje potreban broj bitova za njihovo adresiranje. Broj ili oznaka virtuelne veze je DLCI (*Data Link Connection Identifier*). Na slici 4.36. je prikazano najmanje, dvooktetno, zaglavlje kojim se mogu adresirati 1023 virtuelne veze.



Slika 4.36.

U zaglavlju sa 3 ili 4 okteta polje DLCI se povećava ali ostala polja služe istoj nameni kao i u zaglavlju sa dva okteta.

4.37. Koja polja još postoje u FR zaglavlju?

To su bit za proširenje adrese EA (*Extended Address*) koji ima vrednost 1 samo u poslednjem oktetu zaglavlja. C/R ima funkciju razlikovanja upita i odgovora.

Polje DE (*Discard Eligibility*), čija se vrednost postavlja kod korisnika koji šalje poruku, označava dozvolu (DE=1) ili zabranu (DE=0) odbacivanja ovog paketa u nekom čvoru mreže u kome je nastalo zagušenje.

Polja FECN i BECN (*Forward, Backward Explicit Congestion Notification*) služe da čvorovi mreže kroz koje "prolazi" virtuelna veza saopšte krajnjim korisnicima da se u tim čvorovima očekuje zagušenje. Pošto zagušenje može da izazove samo izvor vrlo je važna poruka koja sadrži BECN=1 jer ona saopštava izvoru zagušenja da treba smanjiti saobraćaj.

4.38. Kako se upravlja zagušenjima u čvoru FR mreže?

Preventivno (BECN) i odbacivanjem FR paketa (DE). Prilikom zagušenja odbacuju se paketi kod kojih je DE=1 a izvoru se signalizira bitom BECN=1 da smanji generisanje paketa.

4.39. Kako se izvodi signalizacija i nadgledanje u FR mreži?

Signalizacija se izvodi FR paketima kod kojih je DLCI=0 a nadgledanje FR paketima kod kojih DLCI uzima najveću vrednost, na primer kod paketa sa dvooktetnim zaglavljem paketi za nadgledanje imaju vrednost DLCI=1023.

4.40. Koja vrsta signalizacije se primenjuje u korisničkom (UNI) FR pristupu?

To je, u načelu, signalizacija korisničkog ISDN pristupa. U drugom sloju postoje tri vrste poruka (U, S i I) gde I poruke nose signalnu informaciju. Osnovne poruke imaju ista imena i smisao: *SETUP*, *CALL PROCEEDING*, *CONNECT*, *DISCONNECT*, *RELEASE*, *RELEASE COMPLETE*, *STATUS ENQUIRY*, *STATUS*.

4.41. Koja vrsta signalizacije se primenjuje između mrežnih čvorova (NNI) u FR mreži?

Mrežna signalizacija je vrlo slična korisničkoj tj. zasniva se na korisničkoj signalizaciji uskopojasnog ISDN-a. Poruke su sledeće: *SETUP*, *CALL PROCEEDING*, *CONNECT*, *RELEASE*, *RELEASE COMPLETE*, *STATUS ENQUIRY*, *STATUS*, *RESTART*, *RESTART ACKNOWLEDGE*.

4.42. Kako se ostvaruju komutirane FR veze?

Komutirane veze se ostvaruju uz tzv. pregovaranje. Naime, mada se koristi signalizacija slična onoj u ISDN, postoji razlika u ostvarivanju veza u ISDN i FR mreži. Suštinsku razliku u odnosu na ISDN predstavljaju podaci u polju informacija u signalnom FR paketu. Razmotrimo primer redosledno prve poruke u procesu ostvarivanja veze: *SETUP*. Dodatni elementi ove poruke nose informacije o zahtevanim svojstvima veze: potrebnom protoku, osobinama protoka u odnosu na grupisanje podataka (*burstiness*), potrebnoj propusnosti, najvećoj dužini rama, adresi virtuelne veze po kojoj će se obavljati dalja komunikacija, itd. Prolaskom poruke *SETUP* kroz mrežne čvorove oni (čvorovi) ispituju svoju mogućnost da zadovolje tražena svojstva. (Ovaj postupak tzv. pregovaranja (*negotiation*) korisnika i mreže o potrebnim uslugama je začetak sličnog postupka kod kasnije razvijene ATM tehnike). Ukoliko ovo ispitivanje proizvede negativan odgovor taj mrežni čvor će uzvratiti porukom *RELEASE*. Ova poruka će biti vraćena inicijatoru veze i u slučaju bilo kog problema u mreži ili na strani pozvanog. Sama mreža ne stvara pozitivan odgovor *CONNECT* već to čini samo pozvana strana (kao u telefonskoj mreži).

Vežbe uz poglavlje 4.

1. Koja tehnika se može smatrati hibridnom tj. mešavinom paketske i TDM tehnike?
2. Šta je osnovna prednost ATM tehnike?
3. Čime se obezbeđuje brzina ATM komutacije?
4. Šta je drugi razlog brzine ATM tehnike?
5. Po čemu se razlikuju ATM paketi od ostalih paketa?
6. Šta je posledica jednakog trajanja ATM ćelija?
7. Zašto paketske tehnike mogu da koriste iste resurse?
8. Koje ATM ćelije nose korisnički sadržaj?
9. Kada prioritetne (CLP=0) i neprioritetne (CLP=1) ATM ćelije imaju različitu uslugu?
10. Šta je neophodno uraditi pri pojavi (nagoveštaja) zagušenja ATM ćelijama?
11. Šta je analogija permanentne ATM veze?
12. Šta je analogija tzv. komutirane ATM veze?
13. Ako je prva signalna poruka označena imenom *SETUP*, može li se reći o kojoj se komunikacionoj tehnici radi?
14. Koje svojstvo poseduje FR tehnika u pogledu savlađivanja zagušenja u mreži?
15. Kako se razlikuju korisničke ATM ćelije od ostalih (signalnih, na primer)?
16. Kako se razlikuju korisnički FR paketi od ostalih (signalnih, na primer)?
17. Zašto FR paket nema prethodnicu a IP paket ima?

5. Pitanja o paketskoj telefonskoj signalizaciji

5.1. Šta sve može da znači izraz *telefonska signalizacija u paketskim mrežama*?

Pod ovim izrazom se podrazumeva:

- Trivijalan način prenosa signalizacije preko paketske mreže takozvanom TDMoIP tehnikom. Ova tehnika se sastoji u *paketizovanju* standardnih TDM signala (na primer: E1), prenosu preko paketske mreže i vraćanju signala u TDM oblik na prijemu. Pošto u sastavu TDM signala postoje i signalni kanali, i ova tehnika se može smatrati paketskim prenosom signalizacije.
- Prenos klasičnih signala (birački i tonski signali) od i ka klasičnom telefonskom aparatu korišćenjem paketskog prenosa (ATM, FR, IP). Ovaj postupak zahteva učeurenje telefonskih signala i njihov prenos, sa ili bez tumačenja njihovog značenja u paketskom delu mreže.
- Prenos mrežnih signala klasične telefonije (analognih, na primer: MFC R2 i digitalnih, na primer: ABCD bitova) korišćenjem paketskog prenosa. Ovakav prenos se često zove paketski ili IP trunk (*trunk*, vod ili kanal koji spaja centrale).
- Prenos telefonskih signala između delova klasične i paketske telefonske mreže. Ovaj postupak zahteva pretvarače signalizacije tj. tumačenje značenja pojedinih signala. Postupak takođe zahteva da skupovi signala klasične i paketske telefonske signalizacije imaju odgovarajuće (prevodive) signale.
- Prenos signala telefonskih veza u potpuno paketskoj mreži. U ovom postupku telefonski aparati i mrežni čvorovi ostvaruju veze na potpuno novim načelima signalizacije.

5.2. Koje zahteve mora da zadovolji telefonska signalizacija u paketskoj mreži?

Kao i u klasičnoj telefonskoj mreži, signalizacija mora da bude brza, bez grešaka u prenosu i jednoznačna u pogledu tumačenja signala.

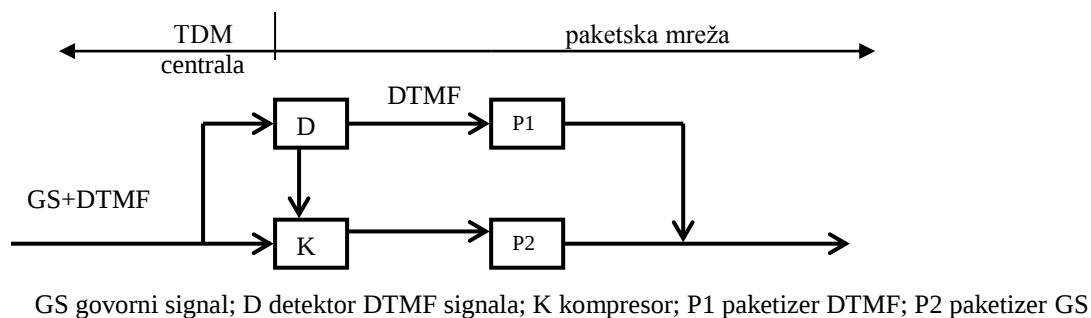
Brzina mora da omogućiti da korisnik ne oseća predugo vremensko kašnjenje od kraja biranja do signala odgovora (signal poziva ili neuspešnog poziva).

Signalizacija mora da se prenese bez grešaka pa se za njen prenos kroz mrežu koriste tehnike prenosa sa kontrolom ispravnosti, pozitivne i negativne potvrde i višestruko slanje. (Za prenos govornog signala se ne traži ova tačnost).

Jednoznačnost signala znači da svaki signal ima što detaljnije značenje. Na primer, poželjno je da signal neuspešnog poziva postoji za svaki razlog neuspeha: nepostojeći traženi, zagušenje u mreži, zauzet traženi.

5.3. Kako se prenosi signalizacija tehnikom TDMoIP?

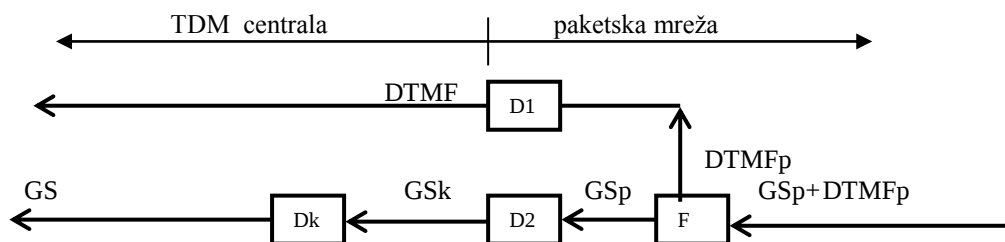
Tehnika TDMoIP se koristi da se dva dela klasične mreže, u kojima se vrši TDM prenos, povežu paketskom mrežom, slika 5.3a. Na slici 5.3b. je prikazan postupak *paketizacije* jednog TDM (E1) signala u paketskom prenosniku ili *gejtveju* GW (*gateway*). Delovi TDM signala se smeštaju u polje korisne informacije internetskih paketa. Radi jednostavnosti je prikazano da svaki paket nosi 8 okteta signala E1. Zaglavlja (Z) IP paketa su standardna i pored ostalog nose internetske adrese tačaka između kojih se razmenjuju. Kao što je prikazano na slici 5.3b., signalni kanal broj 16 (S) se prenosi kao deo paketa označenog sa SP a koji se ne razlikuje od ostalih paketa.



Slika 5.7.

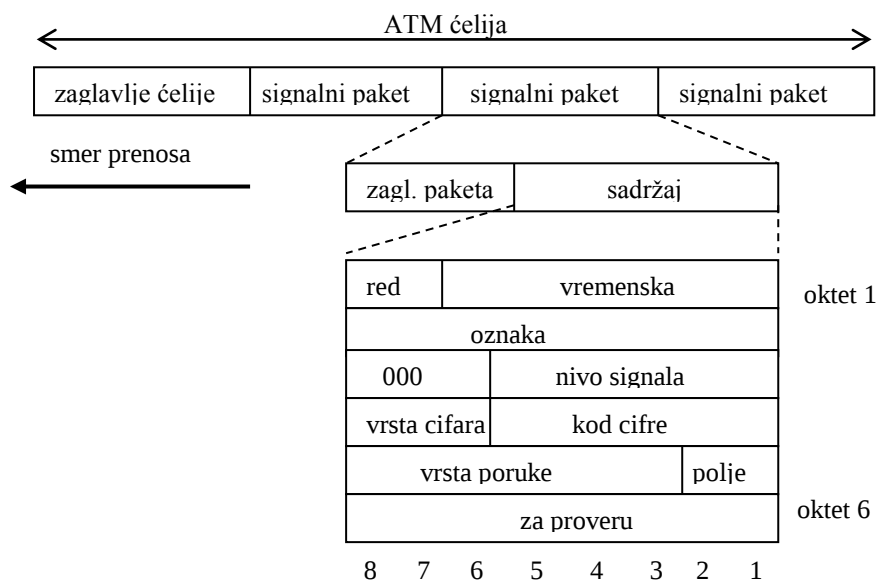
5.8. Šta se dešava na prijemu paketa koji nose govor i DTMF cifre?

Na sučelju paketske mreže i TDM mreže, na prijemnoj strani, kolom F se prema identifikatorima odvajaju govorne ćelije (GSp) i ćelije koje nose biračke cifre (DTMFp), slika 5.8. Govorni paketi (GSp) se vode na depaketizaciju (D2), dekompresiju (Dk) pa u TDM komutaciono polje. Paketi sa DTMF ciframa (DTMFp) se vode na depaketizaciju pa zatim u upravljački organ TDM centrale.



Slika 5.8.

5.9. Kako se prenose signali preko ATM mreže?



Slika 5.9.

Prenos se vrši ATM ćelijama obrađenim u prilagodnom sloju AAL2. Ove ćelije prenose signalne pakete, slika 5.9., koji mogu imati nekoliko formata a telefonski signali se prenose preko formata treće vrste koji ima proveru ispravnosti. Signalni paket se sastoji od zaglavlja paketa i sadržaja. Zaglavlje signalnog paketa nosi identifikaciju veze na koju se sadržaj paketa odnosi, oznaku dužine sadržaja, polje za proveru zaglavlja, itd. Svaki signalni paket se prenosi po tri puta.

5.10. Koja polja postoje u sadržaju signalnog paketa ATM ćelija treće vrste?

Polje redundanse (*red*) može nositi vrednost 0,1 ili 2 i ona pokazuje da se paket šalje prvi, drugi ili treći put.

Vremenska oznaka služi za uklapanje sadržaja signalnog paketa u celinu.

Vrsta cifara označava signalizaciju: 000 - DTMF; 001 – MFC R1; 010 – MFC R2 (unapred); 011 – MFC R2 (unazad).

Kod cifre je šifra cifre i značenja signala.

Vrsta poruke kazuje da li se radi o biračkim ciframa (000010) ili o signalnim ABCD bitovima (000011).

Polje za proveru se sastoji od 10 bita.

5.11. Kako se prenose korisnički signali preko ATM mreže?

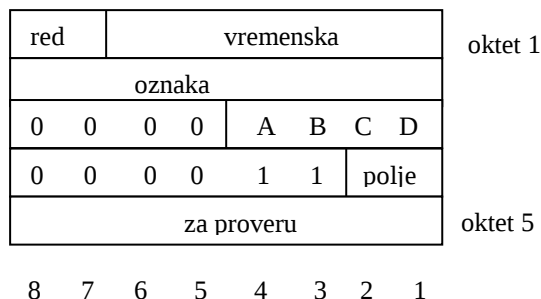
Tako što se postave odgovarajuće vrednosti u poljima *vrsta poruke* (000010) i *vrsta cifara* (000). Tada polje *kod cifre* nosi vrednost cifre.

5.12. Kako se prenose mrežni telefonski signali preko ATM mreže?

Tako što se postave odgovarajuće vrednosti u poljima *vrsta poruke* (000010) i *vrsta cifara* (001, 010 ili 011). Tada polje *kod cifre* nosi vrednost cifre ili značenje signala.

5.13. Kako se prenose ABCD bitovi preko ATM mreže?

Prenosi se paketom čiji se sadržaj sastoji od jednog okteta manje nego što je potrebno za prenos biračkih impulsa (polja *nivo signala* i *vrsta cifara* nisu potrebna), slika 5.13. U zaglavlju signalnog paketa se određuje dužina sadržaja.



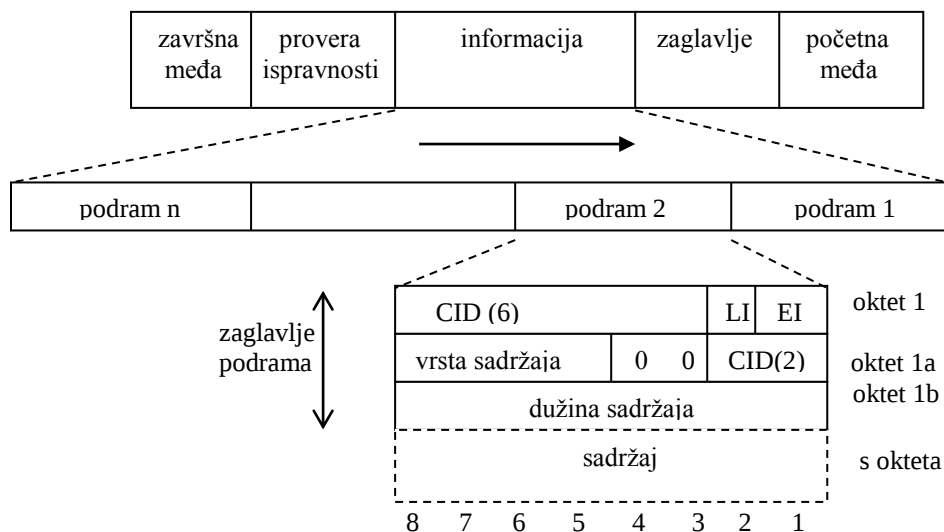
Slika 5.13.

5.14. Kako se prenose telefonski signali preko FR mreže?

Postoji postupak za prenos telefonskih signala i govora preko FR tehnike (*VoFR*). Ovim postupkom se prenosi i telefonski signali i paketizovani govor koji se u ovom postupku naziva primarni sadržaj (FR paketa ili ramova). Posmatra se FR veza između dve tačke koje pripadaju delovima TDM mreže. Da bi se pristupilo FR mreži iz TDM mreže koristi se tzv. VFRAD (*Voice Frame Relay Access Device*).

Ova veza se može koristiti za prenos više paketskih telefonskih veza, bilo da su u fazi biranja ili razgovora. Jedna FR veza tj. jedna DLCI adresa može sadržati nekoliko potkanala

(*subchannel*), slika 5.14. Delovi FR paketa tj. rama nazivaju se podramovi (*subframe*). Podramovi koji pripadaju jednoj vezi čine potkanal.



Slika 5.14.

Kao i svi paketi i podram se sastoji od zaglavlja podrama (promenljive dužine) i sadržaja podrama (s okteta).

5.15. Koja polja postoje u zaglavlju FR podrama i čemu služe?

Pojedina polja podrama imaju sledeće značenje.

EI - (*Extension Indication*) pokazivač postojanja okteta 1a (EI=1);

LI - (*Length Indication*) pokazivač postojanja okteta 1b (LI=1);

CID - (*subChannel IDentification*) adresa potkanala.

Vrsta sadržaja (*Payload Type, PT*) određuje šta se sve može prenositi FR podramom.

Dužina sadržaja pokazuje broj okteta sadržaja posle zaglavlja.

5.16. Kakav sadržaj se može prenositi FR podramom?

Svaki podram može nositi samo jednu od pet vrsta sadržaja: primarni sadržaj tj. uzorak govora (PT=0000), izabrane cifre (PT=0001), signalne ABCD bitove (PT=0010), podatke o fax prenosu (PT=0011), ili parametre o pauzama u govoru (PT=0100). Polje vrste sadržaja, dakle, nagoveštava koja vrsta podataka će biti preneti u polju sadržaja.

5.17. Koje dužine može uzimati zaglavlje FR podrama?

Sadržaj se prenosi pomoću s okteta saglasno vrsti sadržaja.

Dakle, zaglavlje podrama može da se sastoji

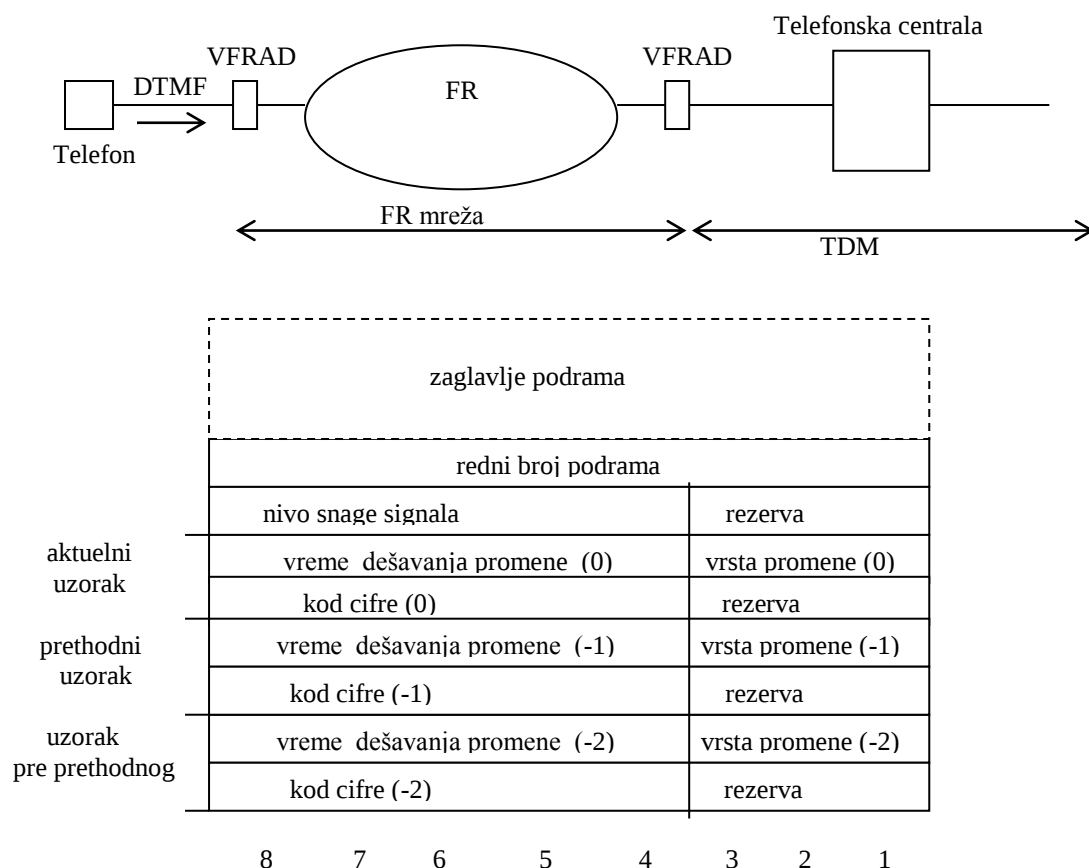
- samo od okteta broj 1 (EI=0, LI=0) u slučaju da je broj potkanala mali (do 63) a prenosi se samo govorni sadržaj;
- od okteta broj 1 i 1a (EI=1, LI=0) ako postoji samo jedan govorni uzorak a broj potkanala je između 63 i 255;
- od okteta broj 1 i 1b (EI=0, LI=1) ukoliko u jednom podramu ima više govornih uzoraka a broj potkanala je mali (do 63);
- od okteta 1, 1a i 1b u ostalim slučajevima sa velikim brojem potkanala i vrstom sadržaja koja se može razlikovati od govornog.

5.18. Koja su načela prenosa telefonskih signala preko FR mreže?

Svaki signal (dekadno biranje, DTMF i signalni ABCD bitovi) se deli na uzorke od 20ms i prenosi se po tri puta, kao sadržaj FR podrama. Trostruki prenos je mera za povećanje pouzdanosti prenosa. Drugim rečima, podram prenosi podatke o najsvežijem uzorku (0) i dva prethodna (-1 i -2). Početak i završetak signala se utvrđuju sa tačnošću od 1ms. Utvrđuje se snaga signala sa tačnošću od 1dB. Utvrđuje se cifra DTMF signala. Signalni ABCD bitovi se prenose u izvornom obliku.

5.19. Kako se prenose DTMF cifre?

Prenose se preko sadržaja podrama, slika 5.19. Osnovni podaci koji se prenose o signalu su sledeći.



Slika 5.19.

Redni broj (*reference number*) podrama služi da se utvrdi redosled podramova svakog potkanala i gubitak podramova.

Nivo signala predstavlja negativnu vrednost nivoa snage DTMF signala (u tekućem intervalu od 20ms) u decibelima počev od 00000 za signal čiji je nivo 0 dBm0 do 11111 za signal čiji je nivo -31dBm0. Za signale čiji je nivo viši od 0dBm0 prenosi se podatak 00000, tj. kao da je nivo 0dBm0.

Vrsta promene signala (*digit type*) ima dve vrednosti (001 uključeno-*on* i 000 isključeno-*off*).

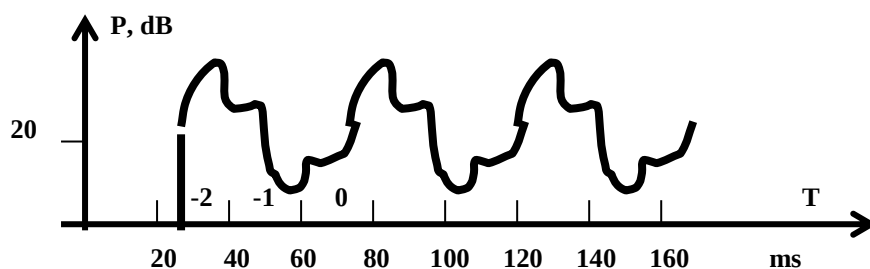
Vreme promene unutar intervala od 20ms (*edge location*) uzima vrednosti od 00000 tj. 0ms do 10011 tj. 19ms.

Sama cifra se određuje svojim kodom koji postoji kada vrsta promene uzima vrednost uključeno. Cifre se koduju binarnim kodom od 00000="0" do 01001="9" a ostale kombinacije koje se prenose su:

01010="*"; 01011="#"; 01100="A"; 01101="B"; 01110="C"; 01111="D". (Treba reći da su ove vrednosti A, B, C, D cifre sa DTMF brojanika i nemaju veze sa signalnim ABCD bitovima).

5.20. Kako izgleda primer DTMF signalnog podrama?

Pretpostavimo da se uzima uzorak u (četvrtom) intervalu od 60ms do 80ms, sa slike. Signal, koji se pojavljuje posle 6ms u drugom intervalu, se sastoji od komponenti čije su učestanosti 770Hz i 1336Hz ("5"), slika 5.20a.



Slika 5.20a.

Signalni podram izgleda kao na slici 5.20b.

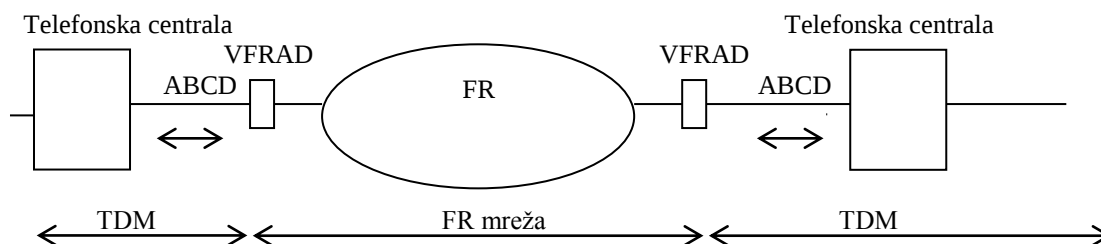
zaglavlje podrama									
		00000100							
četvrti uzorak		10100				000			
		nnnnn				nnn			
		nn1n1				nnn			
treći uzorak		nnnnn				nnn			
		nn1n1				nnn			
drugi uzorak		nn11n				nn1			
		nn1n1				nnn			
		8	7	6	5	4	3	2	1

Slika 5.20b.

5.21. Kako se prenose signalni ABCD bitovi preko FR mreže?

Na sličnim načelima kao i DTMF signali uz sledeće izmene. Nije potrebno prenositi podatak o veličini snage signala a vreme nastanka ili nestanka signala se prenosi na drugi način. Naime, u podramu se prenose vrednosti bitova svake 2ms. Na slici 5.21. su pokazane vrednosti bitova samo u poslednjem intervalu od 20ms. Podramom se na isti način prenose i vrednosti bitova još dva prethodna intervala od 20ms koji nisu prikazani na slici 5.21. Bitom AIS prenosi se signal alarma.

Oznaka bita X-y označava vrednost bita X (X = A, B, C, D) u trenutku koji, trenutku slanja podrama, prethodi za y (y=0, 2, 4,...18)ms. Važno je naglasiti da se podram obrazuje i šalje svakih 20ms.



zaglavlje podrama							
AIS	redni broj						
D-16	C-16	B-16	A-16	D-18	C-18	B-18	A-18
D-12	C-12	B-12	A-12	D-14	C-14	B-14	A-14
D-8	C-6	B-8	A-8	D-10	C-10	B-10	A-10
D-4	C-4	B-4	A-4	D-6	C-6	B-6	A-6
D-0	C-0	B-0	A-0	D-2	C-2	B-2	A-2
8	7	6	5	4	3	2	1

Slika 5.21.

5.22. Koji telefonski signali se mogu prenositi preko Interneta?

Praktično svi. Od svih paketskih tehnika Internet pruža najveće mogućnosti za prenos telefonskih signala. Moguće je prenositi korisničke (stanje slušalice, DTMF i tonske signale, TS), mrežne CAS i mrežne CCS signale. Ukoliko se preko Interneta prenose mrežni signali onda se ta veza naziva, popularno, IP trank.

5.23. Na koliko se načina prenose telefonski signali preko Interneta?

Na tri. Prvi je TDMoIP tj. prenošenje paketizovanog digitalnog multipleksnog TDM signala. Za prenošenje se često koristi protokol UDP ali sa korišćenjem provere prenosa. Pošto se u okviru ovog signala nalaze i mrežni signali može se reći da je, uslovno, i ovo prenos telefonske signalizacije Internetom.

Drugi način se sastoji u određivanju svojstava (parametara) signala na prelazu iz telefonskog dela mreže u Internet i prenošenju tih svojstava do drugog dela telefonske mreže gde se oni obnavljaju na osnovu prenetih svojstava.

Treći način podrazumeva prepoznavanje signala na ulazu u Internet i prenošenje koda tog signala do tačke u kojoj će biti vraćen u izvorni oblik.

5.24. Koja svojstva ima tehnika TDMoIP za prenošenje telefonskih signala?

Postoje dve tehnike TDMoIP. Prva, već pomenuta tehnika oponašanja kanala je veoma brza (uneto kašnjenje 3ms), pa je sa gledišta signalizacije veoma pogodna. Zbog jednostavnosti i brzine ova tehnika ne primenjuje tehnike kompresije govornog signala pa zbog toga troši nešto više od 70kb/s po govornom kanalu. Zbog toga je razvijena druga TDMoIP-CV tehnika sa komprimovanim govorom (*Compressed Voice*) za primenu u mrežama sa malim bitskim protocima. Pošto ova tehnika komprimuje sadržaj govornih kanala, a na signalne kanale se ne primenjuje kompresija, očigledno je da ova tehnika mora biti složenija. Ova složenost se ogleda u izdvajanju signalnih kanala i formiranju dve vrste paketa: govornih sa

komprimovanim govornim signalom i signalnih paketa sa nekomprimovanim sadržajem. Rezultat ovih postupaka je znatno veće uneto kašnjenje (45ms).

5.25. Koji transportni protokol je pogodan za prenos signala preko Interneta?

RTP zbog svoje brzine a i zbog toga što ima sve pokazatelje koji omogućavaju obnavljanje signala: oznaku vrste poruke, redni broj paketa, identifikator izvora i vremensku odrednicu.

5.26. Koji postupak se primenjuje u prenosu telefonskih signala preko Interneta?

Postupak se sastoji od deljenja telefonskog signala na odsečke trajanja 50ms pa se za svaki odsečak signala formira RTP paket.

5.27. Da li se svi signali prenose RTP paketima stvorenim svakih 50ms?

Ne. Signale koji prethode ostvarenju veze treba preneti brzo i precizno pa se za njih koriste RTP paketi koji se šalju svakih 50ms. Obrnuto, tonski signali koji označavaju neuspešnu vezu (nedostupnost) mogu se prenositi i mnogo ređe. Ova mera se primenjuje da bi se spečilo zagušenje paketskog linka.

5.28. Da li različito kašnjenje signalnih paketa utiče na ispravnu obnovu signala?

Ne. Paketi nose podatak o vremenu nastanka (*timestamp*) signala na kome se zasniva obnova signala na prijemu tako da različito kašnjenje ne utiče na ispravnost obnovljenog signala na prijemnoj strani.

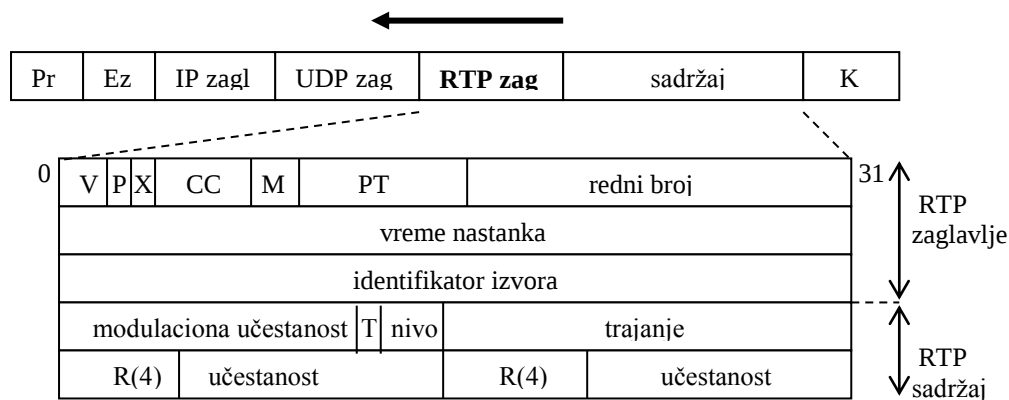
5.29. Kako izgubljeni signalni paketi utiču na obnovu signala na prijemu?

Dvojako. Izgubljeni paket u toku trajanja signala nema uticaja jer se na osnovu sledećih paketa i sadržaja polja koja označavaju redni broj, trajanje paketa i kraj paketa, lako zaključuje da signal i dalje traje.

Ako se izgubi paket koji nosi oznaku kraja signala tada može nastati greška jer se može poremetiti *kadenca* (odnos signala i pauze) koja je, ponekad, vrlo važna. Zbog toga se paketi koji nose podatak o kraju signala ponavljaju tri ili više puta.

5.30. Kako se preko Interneta prenose korisnički signali prenosom parametara?

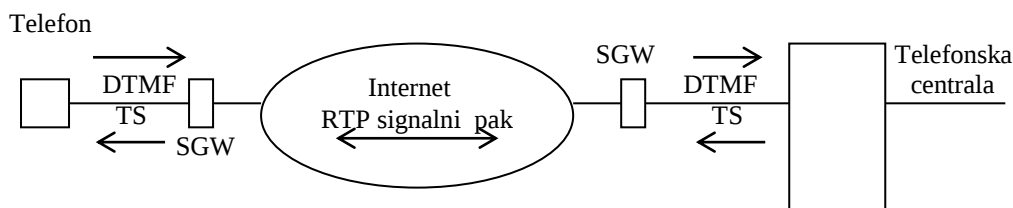
U sadržaju RTP paketa, slika 5.30., prenosi se vrednost učestanosti signala (12 bita), vrednost modulacione učestanosti (9 bita), vreme trajanja (16 bita), podatak (T, 1 bit) koji govori da vrednost učestanosti treba deliti sa 3 i vrednost snage signala (6 bitova). Oznaka za rezervisane bitove je R.



Slika 5.30.

5.31. Koja su dobra i loša svojstva prenosa korisničkih signala prenosom parametara?

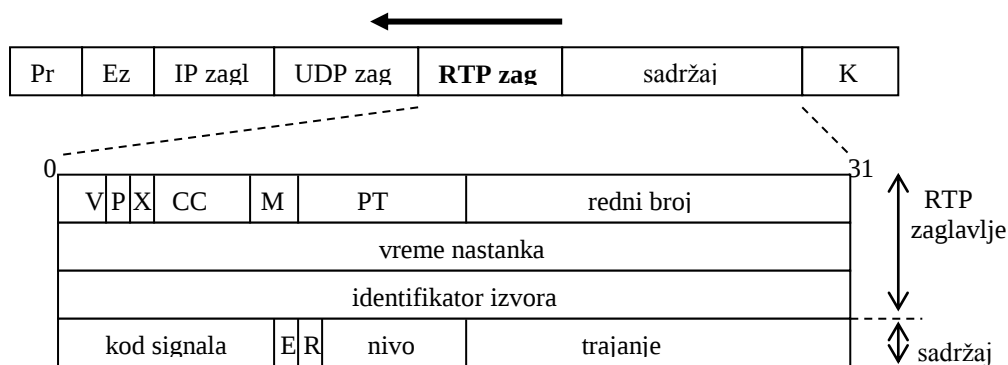
Dobro svojstvo je brzina. Naime signal koji je došao u tzv. signalni gejtvej (SGW) može odmah da se podvrgne postupku utvrđivanja parametara i paketizaciji, slika 5.31. Loše svojstvo je da će se oštećeni signal, koji je došao do SGW, preneti u oštećenom obliku.



Slika 5.31.

5.32. Kako se preko Interneta prenose korisnički signali prenosom koda signala?

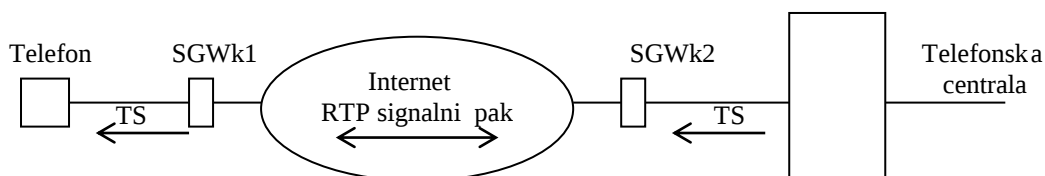
Tako što se prenosi vrednost koda signala (8 bita), bit oznaka prvog RTP paketa koji nosi posmatrani signal (M iz RTP zaglavlja), bit oznaka poslednjeg RTP paketa koji nosi posmatrani signal (E) i vrednost trajanja signala (16 bita), slika 5.32.



Slika 5.32.

5.33. Koja su dobra i loša svojstva prenosa korisničkih signala prenosom koda?

Dobro svojstvo je prenos koda koji omogućava obnavljanje signala na odredištu u ispravnom obliku čak i kad je u polaznom gejtveju signal delimično oštećen. Loše svojstvo je sporost. Pretpostavimo da se od centrale ka signalnom prenosniku SGWk2 šalje toni signal (TS), slika 5.33. Određivanje koda signala i slanje ka SGWk1 ne može da se desi dok se ne odrede učestanost i nivo snage ali i *kadenca* signala što može da potraje i nekoliko sekundi.



Slika 5.33.

5.34. Koje su vrednosti kodova najvažnijih korisničkih signala?

Od telefona ka centrali: 0 – 9 (cifre sa istim značenjem), 10 (*), 11(#), 12 – 15 (A – D), 16 (kratki prekid linijske struje poznat pod nazivom *fleš*), 64 (dizanje slušalice), 65 (spuštanje slušalice).

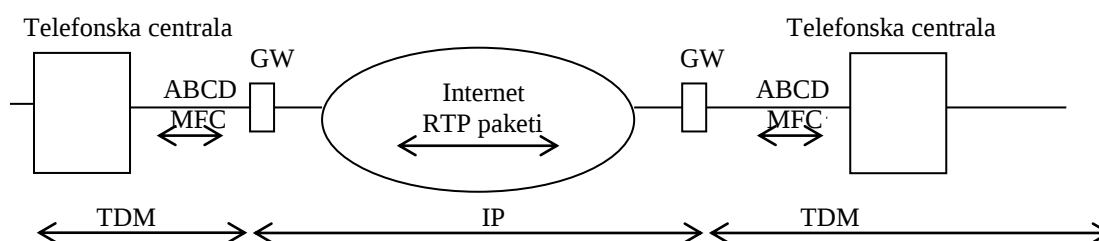
Od centrale ka telefonu: 66 (signal slobodnog biranja), 70 (signal kontrole poziva), 72 (signal zauzetosti traženog), 73 (signal zagušenja), 84 (signal ulaska u vezu), itd.

5.35. Koje se mere primenjuju za povećanje pouzdanosti prenosa korisničkih signala preko Interneta?

Mere su dvostruke. Prva je uobičajeno višestruko slanje istih paketa koje se primenjuje i u drugim tehnikama. Drugi način, svojstven samo Internetu, je slanje signalnih RTP paketa koji istovremeno sadrže oba načina opisa signala: i prenos parametara signala i prenos koda signala.

5.36. Kako se preko Interneta prenose mrežni telefonski signali?

Signali koje razmenjuju centrale nazivamo mrežnim. Oni mogu biti tonski (MFC) ili digitalni signali (ABCD bitovi koji se nalaze u sastavu multipleksnih signala E1 ili T1), slika 5.36.



Slika 5.36.

Ovi signali se prenose preko IP tranka slično prenosu korisničkih signala prenosom koda. Naime, signali se posmatraju u odsečcima od po 50ms, utvrđuju se njihova svojstva i njihovo značenje, daje se kod ovom značenju, i prenose preko RTP paketa do odredišta.

5.37. Koje su vrednosti kodova najvažnijih mrežnih signala?

Najinteresantniji su signali koji pripadaju signalizaciji MFC R2 i signalizaciji ADCD bitovima. U MFC R2 signalizaciji postoji 15 signala unapred i 15 signala unazad a broj kombinacija ABCD bitova je 16. Njihovi kodovi su sledeći: 144 – 159 (ABCD bitovi), MFC R2 unapred (176 - 190), MFC R2 unazad (191 - 205). Svojstveno slanju signalnih ABCD bitova je da se paketi šalju svakih 50ms kada se desi promena i neposredno posle toga. Ukoliko se neko vreme posle promene stanje ustali paketi se šalju svakih 5s. Ova mera je usmerena na smanjivanje opterećenja paketskog linka.

5.38. Šta je to IPfon?

To je Internetski telefonski aparat koji se može priključiti direktno na paketsku mrežu. Signalne i govorne informacije se u ovom telefonu šalju i primaju u paketskom obliku. Interfejs računarske mreže koji omogućava priključenje IPfona na mrežu često se popularno naziva PoE (*Power over Ethernet*) jer omogućava daljinsko napajanje IPfona preko Ethernet voda, čime se dostiže nezavisnost rada telefona od lokalnog napajanja kao u klasičnoj telefonskoj mreži.

5.39. Koje vrste signalizacija postoje u mrežama sa Internet telefonijom?

To su dve vrste signalizacija od kojih se svaka od njih može primeniti u delu IP telefonske mreže. Jedna je signalizacija zasnovana na skupu ITU - T preporuka H.323 a druga je signalizacija zasnovana na internetskom protokolu SIP (*Session Initiation Protocol*).

5.40. Šta je to H.323?

To je skup preporuka koji je u trenutku usvajanja bio namenjen vezama po kojima se ostvaruju video konferencije preko paketske IP mreže. Najrazvijeniji deo ove tehnike je onaj koji se odnosi na paketsku telefonsku vezu između dva učesnika, pa se danas često ova oznaka odnosi na tehniku Internet telefonije. Može se reći da je ona samo poseban, pojednostavljen, slučaj videokonferencijske tehnike.

5.41. Kojem skupu preporuka pripada preporuka H.323?

Ova preporuka pripada skupu preporuka H.32x kojima se opisuju postupci multimedijskog prenosa: H.324 preko mreže sa komutacijom kanala, H.320 preko ISDN mreže, H.321 (i H.310) preko širokopojasne mreže objedinjenih usluga, BISDN, H.322 preko lokalnih mreža sa garantovanim uslugom.

5.42. Šta obuhvata skup H.323 preporuka?

Obuhvata preporuke koje određuju kodovanje i komprimovanje govornog (G.71x i G.72x) i video (H.26x) signala i preporuke koje određuju signalizaciju tj. način upravljanje vezama (H.225 i H.245). Uobičajena slojevitost predstava skupa H.323 je data na slici 5.42.

sloj audio primene	sloj video primene	sloj upravljanja		
G.711 G.722 G.723.1 G.728 G.729	H.261 H.262	H.225.0 SIGGK RAS	H.225.0 upravlj vezom	H.245 upravlj kanalima
RTP				
UDP			TCP	
IP				
Eternet				

Slika 5.42.

5.43. Koji transportni protokol se koristi u okviru H.323 komunikacija?

Kao što se to često radi u Internetu, upravljačke informacije se prenose (pretežno) pouzdanim TCP-om a korisničke brzim UDP-om.

5.44. Šta je to H.323 terminal?

To je korisnički terminal koji kao osnovnu funkciju ima mogućnost ostvarivanja paketskih telefonskih veza a kao dodatne funkcije ostvarenje video veza i veza za podatke. Može se, dakle, reći da H.323 terminal obuhvata funkciju IPfona. Posebnost ovog terminala je da je on određen i telefonskim brojem i internetskom adresom (URI, *Uniform Resource Identifier*).

5.45. Šta je gejtkiper (*gatekeeper*, GK)?

To je uređaj ili softver koji upravlja procesima u mreži saglasno preporukama H.323. Vrlo jednostavne mreže mogu postojati bez njega. Prema funkcijama koje obavlja, može se uporediti sa upravljačkim organom telefonske centrale u klasičnoj telefonskoj mreži.

5.46. Šta je to H.323 oblast (zone)?

To je privatna paketska mreža ili deo paketske mreže koji obuhvata H.323 terminale i (najčešće) jedan GK a koja funkcioniše na H.323 načelima. Sa susednim, paketskim i nepaketskim, mrežama ova mreža je spojena gejtvejevima, GW. To su prenosnici ili pretvarači koji omogućavaju pretvaranje signalizacije i formata korisnog signala iz H.323 oblika u neki drugi i obrnuto.

5.47. Koja je najveća razlika rada H.323 oblasti sa i bez gejtkipera?

Mogućnost ostvarivanja veza između H.323 terminala koji pripadaju različitim oblastima. Naime, u jednoj oblasti bez GK-a moguće je ostvarivati samo veze unutar oblasti (*intra-zone connection*) jer svaki terminal može imati adrese (i brojeve odredišnih portova) svih ostalih terminala u oblasti. Veze između terminala koji pripadaju različitim oblastima (*inter-zone connection*) nisu moguće.

Ukoliko u oblasti postoji GK tada su moguće i ove veze u kojima se problem određivanja adrese (lociranja) traženog terminala rešava signalnom komunikacijom GK-a.

5.48. Kako se obavlja H.323 signalizacija?

Obavlja se u tri koraka.

Prvi korak je komunikacija H.323 terminala i gejtkipera. Ovaj deo se u literaturi na engleskom jeziku naziva *H.225.0 RAS* signalizacija. Terminal se na početku obraća gejtkiperu preko tzv. RAS (pseudo)kanala (*Registration, Admission and Status*).

Drugi je uspostava kanala kojim će se razmenjivati korisničke informacije tj. telefonski razgovor. Ovaj deo signalnog procesa se naziva *H.225.0 Call Signaling*. Signalne poruke iz ovog dela signalizacije su po nazivima i značenju iste kao i poruke uskopojasnog korisničkog ISDN pristupa, određene ITU-T preporukom Q.931.

Treći signalni korak je razmena poruka o mogućnostima terminala koji će učestvovati u vezi. Ovaj deo procesa se naziva *H.245 Conference Control Signaling*.

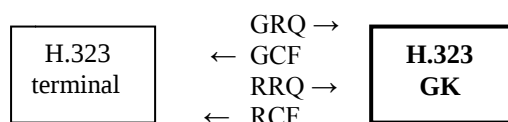
Ovde je važno naglasiti da se za transport signalnih poruka *H.225.0 RAS* koristi UDP dok se za transport poruka *H.225.0 Call Signaling* koriste TCP virtuelne veze.

5.49. Kako se obavlja H.225.0 RAS prepoznavanje GK-a?

Prvi korak je pronalaženje gejtkipera, GK. Terminal, inicijator poziva, šalje zahtev ka GK. Poziv se može slati dvojako: ili svim dostupnim gejtkiperima ili poznatom gejtkiperu, kao na slici 5.50. Zahtev se šalje UDP datagramom na port broj 1718. Zahtev se naziva GRQ (*Gatekeeper ReQuest*). Odgovor gejtkipera može biti pozitivan GCF (*Gatekeeper ConFirm*), kao na slici, ili negativan GRJ (*Gatekeeper ReJect*).

5.50. Kako se obavlja H.225.0 RAS registracija terminala?

U slučaju pozitivnog odgovora GCF, smatra se da je terminal pronašao GK. Sada se pristupa postupku registracije terminala u gejtkiperu, slika 5.50.



Slika 5.50.

U tom cilju šalje se poruka RRQ (*Registration ReQuest*) koja, pored ostalog, sadrži i podatke o adresi terminala koji se registruje i vreme za koje se zahteva trajanje registracije (TTL).

Poruka se šalje UDP datagramom na port 1719. Pozitivni odgovor gejtkipera je RCF (*Registration ConFirm*) a u ovom odgovoru gejtkiper može da promeni neke od podataka. Odgovor može biti i negativan. U slučaju potvrđene registracije terminala u GK-u adresa registrovanog terminala se vezuje za registracioni broj koji služi u daljim koracima.

5.51. Kakva može biti adresa registrovanog H.323 terminala?

Najčešće pozivni broj, a može biti i u obliku adrese elektronske pošte ili URI – a. U jednoj H.323 oblasti jedan broj odgovara samo jednom terminalu tako da konferencijski tj. pozivi upućeni nekolicini terminala zahtevaju uslugu GK-a.

5.52. Kako se može izvoditi preostali signalni postupak?

Posle postupka registracije terminala (H.225.0 RAS) signalni proces se može izvoditi na tri načina.

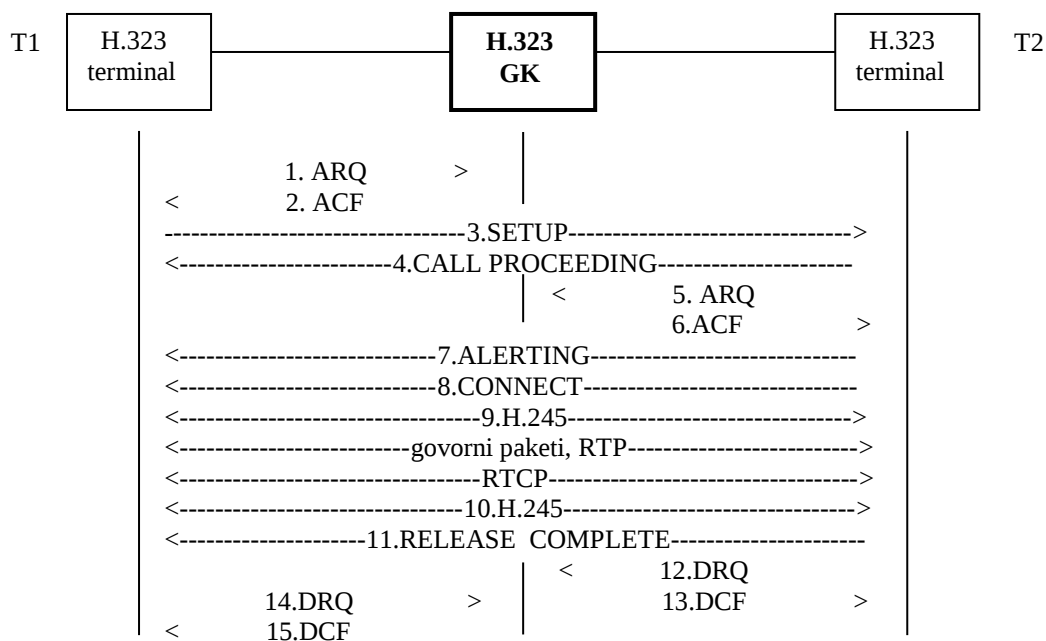
Prvi je da se signalni delovi *H.225.0 Call Signaling* i *H.245 Conference Control Signaling* obavljaju bez učešća GK (direktni način).

Drugi način je da se prvi od sledeća dva dela signalizacije, *H.225.0 Call Signaling*, izvodi preko GK a poslednji, *H.245 Conference Control Signaling*, direktno između terminala.

Treći način je da se celokupni postupak signalizacije vodi preko GK a da se samo paketi sa govorom šalju direktno od terminala terminalu.

5.53. Kako teče postupak signalizacije po prvom načinu?

Najpre registrovani pozivajući terminal T1 najavi vezu GK-u signalnom porukom ARQ (*Admission ReQuest*), koja pripada signalizaciji *H.225.0 RAS*, slika 5.53. Ova poruka nosi puno informacija ali je, za direktnu signalizaciju, suštinski važna informacija o pozivnom broju odredišnog tj. traženog terminala. Samo na osnovu ovog broja GK može da odredi adresu (i broj porta) na koju pozivajući terminal može da šalje sledeće signalne poruke. GK uzvraća pozitivnom porukom ACF (*Admission ConFirm*) koja sadrži ovu adresu. Ako GK uzvraća negativnom porukom ARJ (*Admission ReJect*) postupak se prekida kao neuspešan.



Slika 5.53.

Pozivajući terminal šalje signalnu poruku SETUP direktno traženom terminalu T2 koji odgovara potvrdom CALL PROCEEDING.

Terminal T2 je registrovan ranije ali mora poslati poruku GK-u o svom pristupanju vezi, ARQ.

GK potvrđuje sa ACF.

Sada pozvani terminal šalje signalne poruke ALERTING i CONNECT direktno pozivajućem terminalu.

Posle uspostavljanja veze moraju se razmeniti podaci o terminalima, porukama H.245.

Sledeći korak je razmena korisničkih informacija za koje se koristi RTP. Istovremeno se koristi RTCP za nadgledanje toka medijskih paketa.

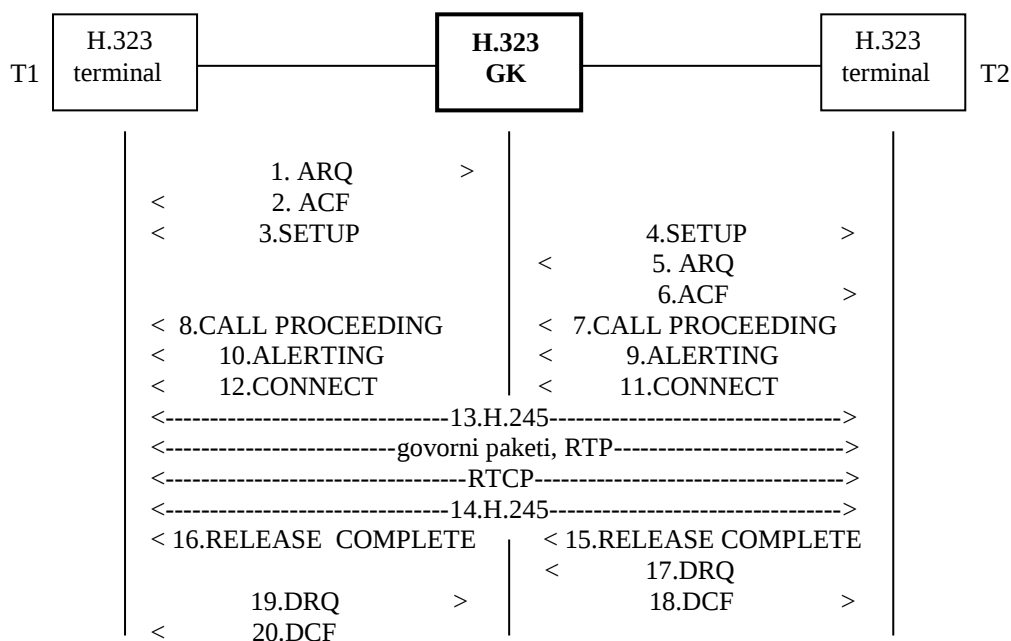
U ovom primeru je pozvani terminal inicijator prekida veze. Prekid veze uključuje, takođe, sva tri signalna koraka. Najpre se otkazuje korišćenje terminala porukama iz skupa H.245.

Zatim se od strane inicijatora šalje poruka RELEASE COMPLETE (iz skupa *H.225.0 Call Signaling*) o prekidu veze.

Najzad, terminali se odjavljuju GK-u porukama DRQ (*Disconnect ReQuest*) a GK ove poruke potvrđuje porukom DCF (*Disconnect ConFirm*). Obe poslednje poruke pripadaju signalizaciji *H.225.0 RAS*.

5.54. Kako teče postupak signalizacije po drugom načinu?

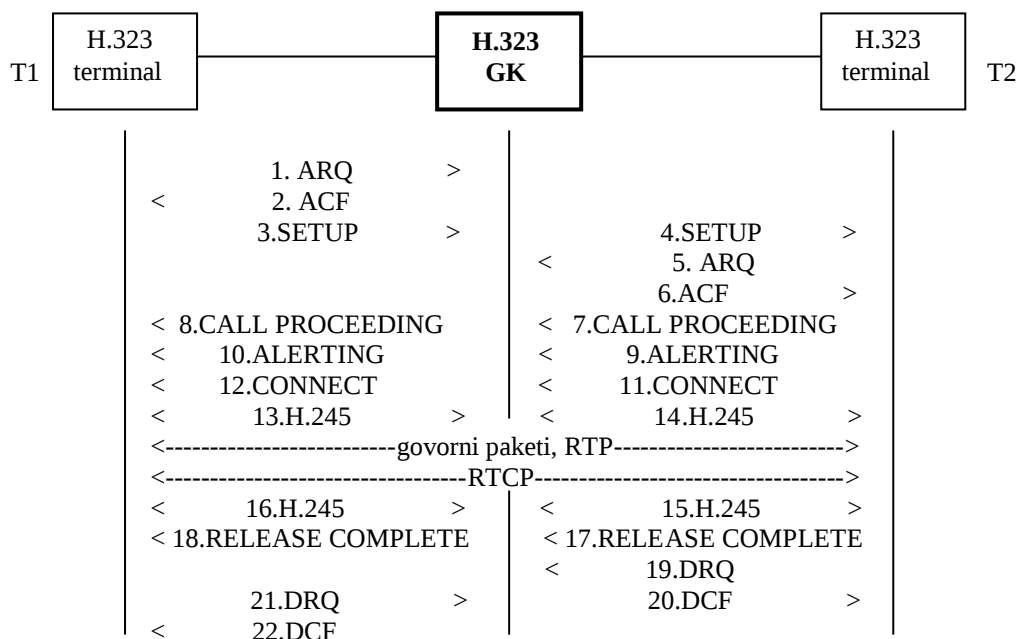
Kao što se vidi na slici 5.54., signalizacija *H.225.0 Call Signaling* se obavlja preko GK-a pa je broj signalizacionih faza veći nego u prvom načinu.



Slika 5.54.

5.55. Kako teče postupak signalizacije po trećem načinu?

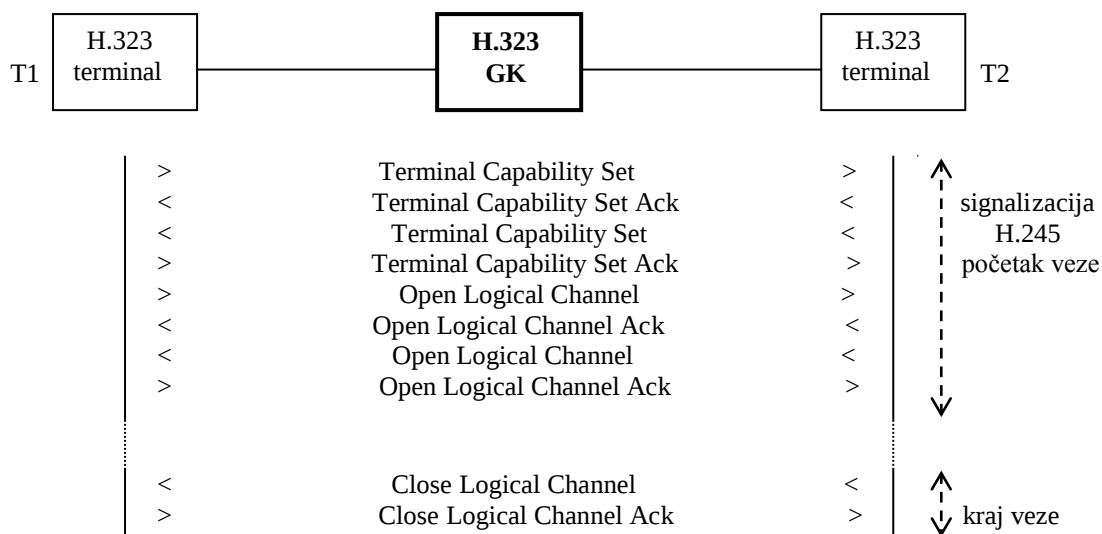
Broj signalizacionih koraka je još veći nego u drugom postupku jer se celokupna signalizacija obavlja preko GK-a, slika 5.55.



Slika 5.55.

5.56. Koje se signalne H.245 poruke koriste pri uspostavi i raskidanju veze?

Na početku veze postoji dve vrste poruka koje se šalju u oba smeru i potvrđuju u suprotnim smerovima. Kao što je rečeno ove poruke se mogu slati preko GK-a ili direktno. Prva poruka sadrži mogućnosti terminala i naziva se *Terminal Capability Set*, slika 5.56. Poruka u suprotnom smeru je potvrda prethodne i naziva se *Terminal Capability Set Ack*. Posle ovoga slede iste poruke ali u suprotnim smerovima. Sledeća poruka označava otvaranje jednosmernog logičkog kanala kojim će se prenositi govorni paketi. Ona se naziva *Open Logical Channel* a njena potvrda je *Open Logical Channel Ack*. Ovim porukama se utvrđuje da će postojati logički tj. medijski RTP kanal (i RTCP kanal) bez obzira na to što se paketi prenose protokolom UDP koji nema osobinu da obrazuje virtuelnu vezu (*connectionless*).



Slika 5.56.

Na kraju veze potrebno je, najpre, prekinuti vezu u oblasti signalizacije H.245 tj. ukinuti logičke kanale.

5.57. Kakve još signalne H.245 poruke postoje?

Pored signalnih poruka o mogućnostima terminala i logičkim kanalima postoji još desetak grupa H.245 signalnih poruka. To je razumljivo ako se zna da ova signalizacija podržava vrlo složene veze kao što su multimedijalne konferencijske veze. Neke od grupa signalnih poruka su:

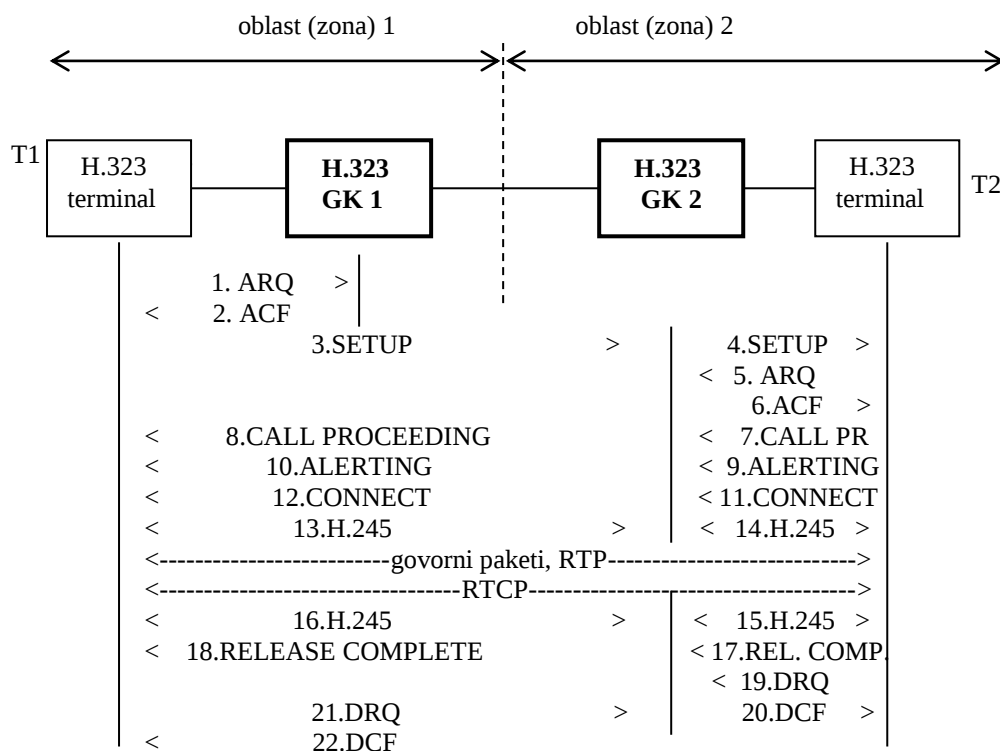
- o određivanju prioritnog terminala u ostvarenoj komunikaciji (poruka *Master Slave Determination* i pozitivna i negativna potvrda),
- o zahtevima prijemne strane o načinima prenosa koje će primeniti predajnik (primer poruka: *Request Mode* koja predstavlja upit o vrsti prenosa (audio, video, podaci)),
- o vremenu prostiranja po petlji između terminala koje određuju ovo vreme i ispravnost strane koja primi prvu od ovih poruka (*Round Trip Delay Request*), itd.

5.58. Koliko faza ima uspostava i raskidanje jedne telefonske H.323 veze?

U najsloženijim slučajevima, u jednoj H.323 oblasti, oko tridesetak. Opravdanje za ovakvu složenost je mogućnost primene tehnike i na multimedijalne konferencijske veze.

5.59. Kako se ostvaruje veza između terminala koji pripadaju susednim H.323 oblastima?

Na sličan način kao u jednoj oblasti ali uz korišćenje dva GK-a koji pripadaju susednim oblastima.



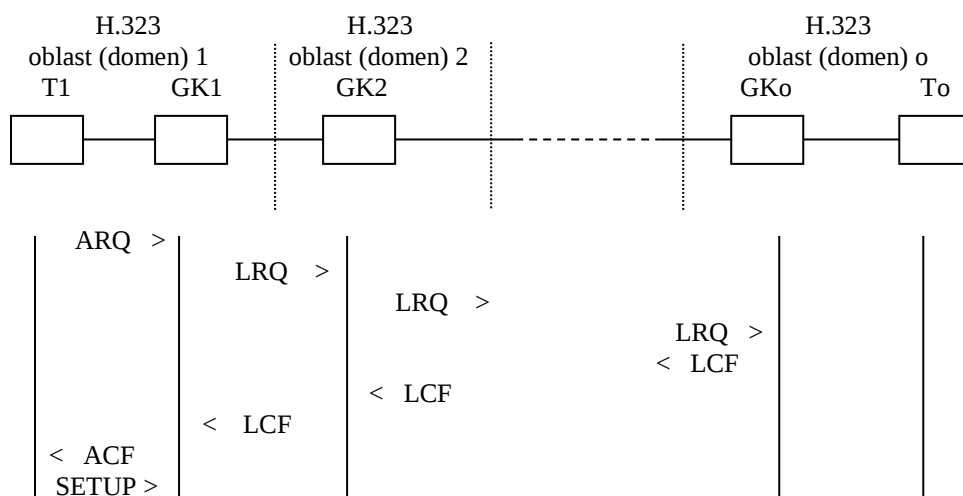
Slika 5.59.

Ova međuzonska veza počinje RAS zahtevom za vezu inicijatora poziva (T1) sa sopstvenim GK-om (GK1), slika 5.59. Ovaj GK prepoznaje da pozvani nije iz iste oblasti pa u ACF odgovoru vraća adresu GK2 koji kontroliše oblast traženog terminala. Dalje se signalizacija

obavlja između T1 i GK2 i između GK2 i T2 kao da oba terminala pripadaju oblasti koju kontroliše GK2.

5.60. Kako se ostvaruje veza između terminala koji pripadaju udaljenim H.323 oblastima?

Terminal T1 započinje vezu obraćanjem svom GK1 RAS porukom ARQ, koja sadrži traženi broj odredišnog terminala, slika 5.60. GK1 nema adresu pozvanog pa upućuje signalnu RAS poruku LRQ (*Location ReQuest*) ili svim susednim GK-ima ili nadređenom GK-u, kao na slici 5.60. Slično procesu upućivanja u Internetu, ova poruka dolazi do odredišnog GK-a (GKo) koji kontroliše H.323 oblast u kojoj se nalazi traženi terminal To. Ovaj GKo vraća poruku LCF (*Location ConFirm*), koja prelazi isti put kao i LQR ali obrnutim smerom. Signalna RAS poruka LCF sadrži adresu traženog terminala. Ova adresa se pozivajućem terminalu T1 isporučuje preko poruke ACF.



Slika 5.60.

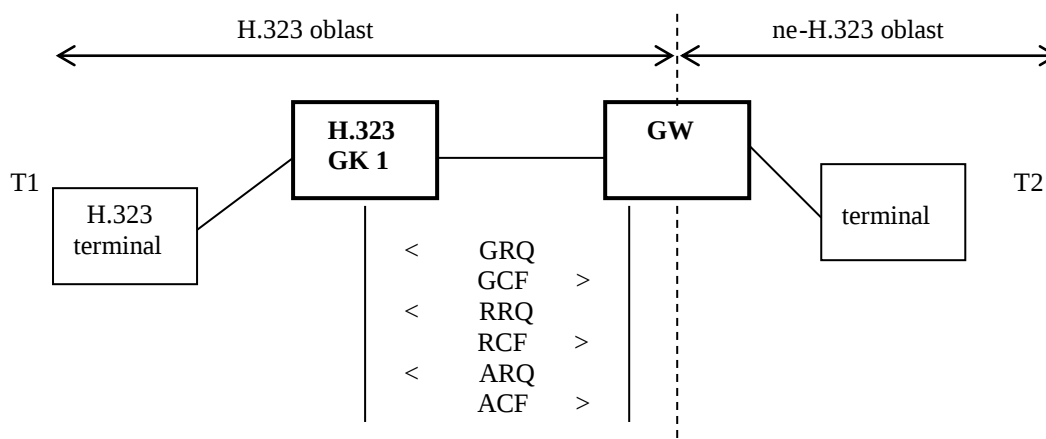
5.61. Kakve još RAS signalne poruke postoje?

Grupe RAS poruka često imaju po tri poruke (zahtev (*XRQ*), pozitivni (*XCF*) i negativni odgovor (*XRJ*)). Pomenute su poruke koje se odnose na otkrivanje GK-a (*GXX*), registraciju terminala (*RXX*), pristup vezi (*AXX*) i lociranje traženog (*LXX*). Postoji još desetak grupa poruka. To su grupe koje se odnose na:

- promenu potrebnog protoka (*BXX*),
- status terminala (*IXX*),
- poništavanje registracije (*UXX*), itd.

5.62. Kakva je uloga H.323 gejtveja?

H.323 GW omogućava vezu sa korisnicima koji pripadaju drugim ne-H.323 oblastima tj. mrežama. GW se u procesu uspostave veze ponaša kao terminal. Kao i svaki H.323 terminal on mora tražiti GK, registrovati se, tražiti pristup vezi, itd., slika 5.62. Kao i svaki GW i H.323 GW ima dve osnovne funkcije. To su pretvaranja signalizacija i korisničkih signala iz oblika prepoznatljivih u jednoj oblasti u oblike prepoznatljive u drugoj.



Slika 5.62.

5.63. Koja je najznačajnija sličnost između H.323 mreže i javne telefonske mreže (PSTN)?

To je centralizovanost *inteligencije* mreže. Naime, funkcionalnost H.323 mreže se postiže mogućnostima ugrađenim u GK-e, slično kao što funkcionalnost jedne PSTN zavisi od mogućnosti telefonskih centrala. Kritičari H.323 tehnike smatraju da ovakav koncept otežava razvoj mreže i da se mreža lakše razvija ako je *inteligencija* mreže smeštena u perifernim tj. korisničkim uređajima.

5.64. Šta je to SIP?

SIP (*Session Initiation* (negde: *Invitation*) *Protocol*, RFC 3261) je protokol kojim se ostvaruju, dopunjavaju i raskidaju multimedijске konferencijske veze u IP mreži. Nastao je od protokola HTTP a to znači da prenosi poruke tekstualnog tipa. Često se koriste termini uobičajeni za HTTP: *resursi* za grupe podataka, *metodi* za grupe signala ili signalnih poruka a *perzistentna veza* za virtuelnu vezu.

5.65. Koja je funkcionalna razlika između H.323 i SIP-a?

Postupak za koji se koristi naziv H.323 obuhvata standarde signalizacije, pripreme glasa i slike za prenos (kodovanje i kompresija) kao i protokole prenosa (RTP, RTCP). SIP se, nasuprot tome, koristi kao ime za signalizacioni postupak u IP telefonskoj mreži. SIP, naime, prenosi samo signalne poruke i podatke o korisničkoj informaciji koja sledi posle signalizacionih poruka. U slučaju telefonije, prenosi se informacija da se prenosi audio signal, o vrsta kodera, itd.

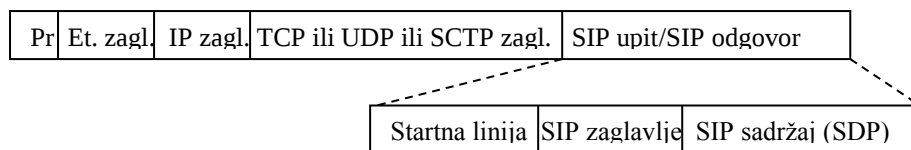
5.66. Koje je osnovno načelo SIP komunikacije?

To je načelo komunikacije između tražioca usluge (*User Agent Client, UAC*) i davaoca usluge (*User Agent Server, UAS*). Odnos UAC - UAS je za dve tačke u SIP mreži privremen i važi samo za posmatranu komunikaciju. Iste dve tačke mogu u sledećoj komunikaciji imati obrnute uloge. Tražioci i davaoci usluge u SIP mreži mogu biti IP telefoni, radne stanice, gejtvjevi. Iz ovoga se može zaključiti da svaki SIP krajnji korisnik sadrži obe celine tj. i UAC i UAS.

5.67. Po čemu se SIP razlikuje od HTTP verzije 1.1.?

Po vrsti poruka i po transportnom protokolu. Jasno je da se poruke u HTTP-u, predviđenom za prenos "web stranica", moraju razlikovati od poruka SIP-a koji je namenjen ostvarivanju

drugih vrsta veza. Transportni protokol u slučaju HTTP-a može biti samo TCP a u slučaju SIP-a to može biti TCP, UDP i SCTP, slika 5.67.



Slika 5.67.

5.68. Koje su dve osnovne vrste SIP poruka?

To su SIP upiti (*Requests*) i SIP odgovori (*Responses*). Upite šalje UAC ka UAS a odgovore šalje UAS ka UAC.

5.69. Koliko delova sadrži SIP polje u paketu?

Tri tekstualna dela međusobno razdvojena CRLF (*Carriage Return, Line Feed*) karakterima, kao kod HTTP-a. To su: startna linija (*start line*), zaglavlje (*header*) i sadržaj (*body*). Ovi delovi imaju svoje specifičnosti u SIP upitu i SIP odgovoru.

5.70. Šta je startna linija upita?

Startna linija upita (*request line*) je prvi deo SIP upita i ona se sastoji od tri tekstualna dela međusobno razdvojena karakterom SP (*SPace*). To su: ime signala tj. metoda (na primer: *INVITE*), adresa (*Request URI*) neke od tačaka na putu do cilja (na primer: *sip:nodea@source.com*) i verzija SIP protokola (na primer: *SIP 2.0*).

5.71. Šta je startna linija odgovora?

Startna linija odgovora se naziva linija stanja (*status line*) i sastoji se, takođe, od tri dela: verzije SIP-a, trocifrenog (na primer: *200*) koda poruke (*status code*) i imena poruke (*reason phrase*, na primer: *OK*).

5.72. Šta sadrži SIP zaglavlje upita?

Podatke o ovoj signalnoj poruci. Broj podataka može biti različit. Podaci se nalaze u obliku *ime:vrednost* i neki od važnijih su sledeći.

- *Via* određuje prethodni put poruke, na primer IP adresu i port koji šalje poruku, na primer: *via: 195.37.77.100:5040*.
- *Max-Forwards* određuje najveći broj dozvoljenih deonica od izvora do odredišta, na primer: *Max-Forwards: 10*.
- *From* određuje pošiljaoca, na primer: *From: usera@source.com*.
- *To* određuje (krajnjeg) primaoca, na primer: *To: userb@target.com*. Ovaj podatak treba razlikovati od adrese iz startne linije koja označava sledeću tačku. Ukoliko je odredište u telefonskoj mreži, tada je adresa *To: 123456789@targetGW.com* gde je *123456789* traženi telefonski broj u telefonskoj mreži a *targetGW.com* domensko ime gejtveja preko koga se može doći do telefona sa traženim brojem. Napomenimo da telefonski broj ne mora zadovoljavati E.164 strukturu već može pripadati i privatnoj telefonskoj mreži.
- U polju *Contact* se stavlja IP adresa i port na koje se očekuju odgovori.
- *Call-ID* je identifikator veze na koju se odnosi poruka. Jasno je da sve signalne poruke upita i odgovora koje se odnose na istu vezu imaju istu vrednost *Call-ID*.
- *Content-Type* određuje oblik u kome se daju podaci sadržaja (*body*-ja). Vrlo često se ovaj oblik određuje kao *Content-Type: SDP* tj. sadržaj se daje u obliku koji je propisan protokolom SDP (*Session Description Protocol, RFC 2327*).

- *Content-Length* određuje dužinu sadržaja u oktetima.
Oznaka granice između zaglavlja i sadržaja je prazna linija.

5.73. Šta sadrži SIP zaglavlje odgovora?

Sadrži iste podatke čije se vrednosti u velikom delu iste kao vrednosti u zaglavlju upita. Vrednosti *Via*, *From*, *To*, *Call-ID* se iz upita kopiraju u odgovor. Neki podaci mogu biti i različiti kao što je *Content-Length*. U polju *Contact* se stavljaju adresni podaci (IP adresa i port) koji će nadalje služiti za direktnu komunikaciju od pozivajućeg ka pozvanom. Zaglavlje odgovora se završava praznom linijom.

5.74. Šta je to SDP?

SDP (*Session Description Protocol*, RFC 2327) je skup pravila o predstavljanju korisničkih podataka. SIP sadržaj se izražava strukturom SDP-a. Ovi podaci se odnose na potreban protok, na vreme aktivnosti veze (sesije), vrstu korisničkog sadržaja, transportni protokol i format korisničkih informacija. SDP se, kao deo SIP-a, često smatra analogijom sa signalnim H.245 delom signalizacije H.323.

5.75. Šta čini sadržaj SIP upita?

Osnovna razlika između SIP zaglavlja i SIP sadržaja je u tome što podaci iz zaglavlja opisuju svojstva veze a podaci iz sadržaja opisuju, uglavnom, korisničke podatke koji će se razmenjivati u toku veze. Od UAC se šalje SIP upit koji u svom sadržaju nosi podatke o: verziji SDP-a, inicijatoru veze, tipu adrese inicijatora veze i adresi, vrsti korisničkog sadržaja (audio, video), zaštiti tajnosti sadržaja, transportnom protokolu, formatima korisničkih podataka koji mogu biti primljeni na strani inicijatora.

5.76. Šta čini sadržaj SIP odgovora?

Podaci vrlo slični sadržaju SIP upita koji se odnosi na istu vezu. Napomenimo da format korisničkih podataka ne mora da bude isti u oba smera.

5.77. Koje SIP poruke upita postoje?

INVITE – poruka kojom počinje veza tj. sesija,
ACK – poruka potvrde,
BYE – poruka završetka veze,
CANCEL – odustajanje.
OPTIONS – zahtev da druga strana pošalje svoje mogućnosti,
REGISTER – poruka registracije kod servera,
INFO – prenos informacija u toku veze,
MESSAGE – brzi prenos kratkih poruka,
NOTIFY – zahtev drugoj strani da *javi* svoje stanje,
PRACK – privremena potvrda,
PUBLISH – poziv da se objavi stanje,
REFER – zahtev da se primalac obrati resursu,
SUBSCRIBE – zahtev kojim se prijavljuje stanje,
UPDATE – obnova podataka o korisničkim podacima.

5.78. Koje grupe SIP poruka odgovora postoje?

Postoje dve vrste grupa: grupa poruka o privremenom stanju veze i nekoliko grupa poruka o konačnom stanju veze.

U prvu grupu spadaju poruke čiji kod pripada prvoj stotini, 1XX. Ovoj grupi pripadaju sledeće poruke: *100 Trying*, *180 Ringing*, *181 Call is being forwarded*, *182 Queued*, *183 Session progress*.

Poruke SIP odgovora koje opisuju konačno stanje veze se mogu podeliti u pet grupa: poruke uspešnog ishoda – 2XX, poruke preusmeravanja – 3XX, poruke o greškama tražioca usluge – 4XX, poruke o greškama servera – 5XX, poruke o globalnim greškama – 6XX.

5.79. Koje najvažnije poruke sadrže pojedine grupe?

Grupa poruka uspešnog ishoda sadrži samo dve poruke: *200 OK* i *202 Accepted*.

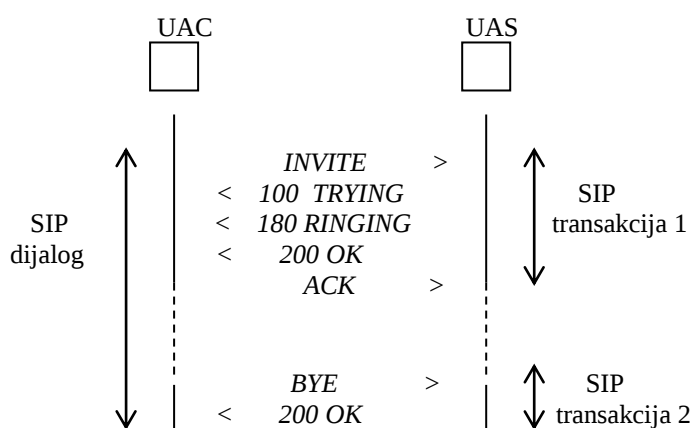
Grupa poruka preusmeravanja ima pet poruka: *300 Multiple choices*, *301 Moved permanently*, *302 Moved temporarily*, *305 Use proxy*, *380 Alternative service*.

Grupa poruka o greškama tražioca usluge ima preko 30 poruka od kojih su neke: *400 Bad request*, *401 Unauthorized*, *403 Forbidden*, *404 Not found*, *408 Request timeout*, *483 Too many hops*.

Grupa poruka o greškama servera ima 8 poruka od kojih su neke: *500 Server internal error*, *502 Bad gateway*, *504 Server timeout*, *513 Message too large*.

Grupa poruka o globalnim greškama ima 4 poruke: *600 Busy everywhere*, *603 Decline*, *604 Does not exist anywhere*, *606 Not acceptable*.

5.80. Kako izgleda postupak uspostave i završetka jednostavne SIP veze?



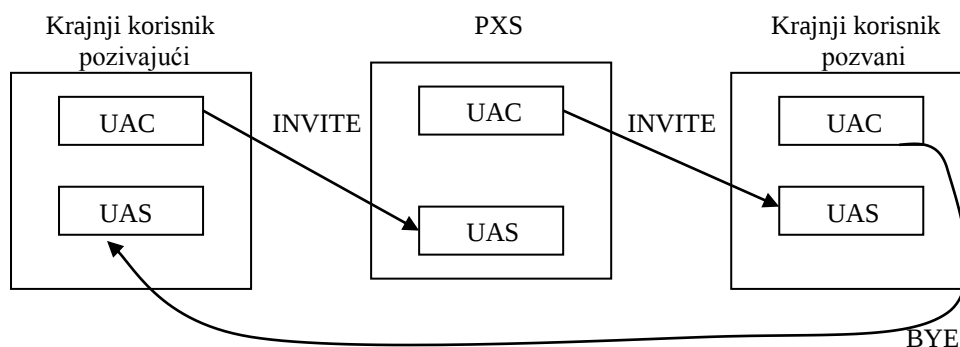
Slika 5.80.

5.81. Šta su SIP transakcija i SIP dijalog?

Jedan SIP upit i SIP odgovori koji slede čine SIP transakciju. Transakcije koje se odnose na jednu sesiju nazivaju se dijalog. Svojstvo poruka koje pripadaju jednom dijalogu je da sve poruke imaju iste vrednosti u poljima *Call-ID*, *From* i *To*.

5.82. Šta je proksi server?

SIP proksi (*proxy*, zastupnik) server (PXS) u SIP mreži je analogija telefonske centrale u telefonskoj mreži. Naime, PXS prosleđuje vezu ka odgovarajućem korisniku. On u sebi sadrži UAC i UAS ali i podatke o krajnjim korisnicima i o upućivanju ka korisnicima.



Slika 5.82.

Na slici 5.82. je prikazan postupak ostvarivanja veze preko PXS. Vidi se da se u postupku ostvarenja veze UAC pozivajućeg korisnika obraća UAS-u PXS-a a UAC PXS-a se obraća UAS-u traženog krajnjeg korisnika. Prilikom raskidanja veze postupak se obavlja bez učešća PXS-a.

5.83. Šta je preusmerivački server?

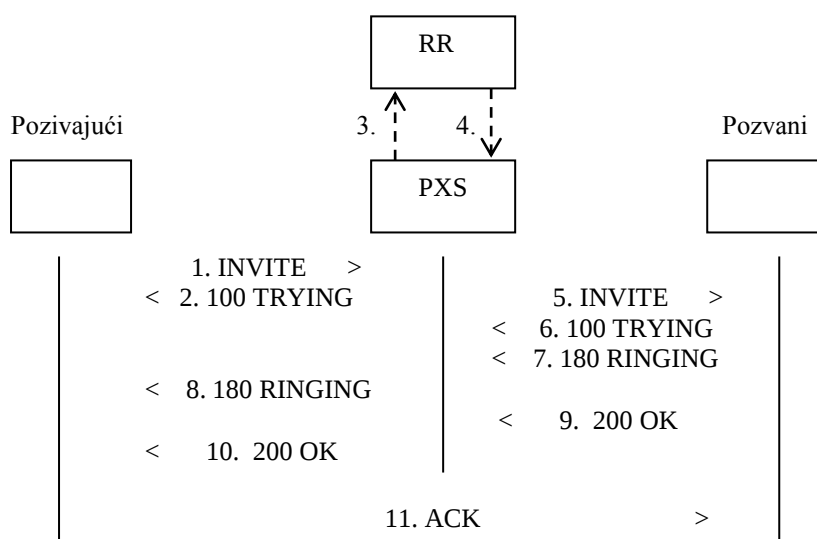
Preusmerivački (*Redirect*) server (PUS) je server koji služi da, na upit INVITE, inicijatoru upita šalje odgovor (neku od poruka iz grupe 3XX) koji sadrži informacije o mogućim adresama traženog krajnjeg korisnika. Pozivajući tada ponavlja upit INVITE ili ka traženom ili ka PXS-u. Svojstvo PUS-a je da ne obavlja proces uspostave veze već komunicira samo sa inicijatorima veza.

5.84. Šta je registrar?

Registar (RR) je server koji od krajnjih korisnika povremeno dobija poruke REGISTER u kojima se nalaze adresne informacije krajnjih korisnika (IP adresa, port, adresa el. pošte). Registar korisniku potvrđuje primljenu informaciju sa 200 OK. Na taj način se u RR-u formira (i obnavlja) baza podataka koja povezuje sve adresne podatke o nekom korisniku. Korisnik RR-a kao osnove za upućivanje je PXS. RR je najčešće samo softverska celina a nalazi se pridružen PXS-u.

RR i PXS u SIP mreži u funkcionalnom smislu podsećaju na gejtkiper u H.323 mreži.

5.85. Kako izgleda postupak uspostave složenije SIP veze?



Slika 5.85.

Na slici 5.85. je prikazana uspostava veze. Treba naglasiti sledeće dve činjenice:

- Obraćanje proksi servera registraru, korak 3., (i odgovor registrara, korak 4.) se ne obavlja SIP upitima već bilo kojom tehnikom korišćenja baza.
- Odgovor pozvanog, 200 OK, korak 9., sadrži adresnu informaciju pozvanog (polje *Contact*) tako da se dalja komunikacija obavlja bez učešća proksi servera.

5.86. Šta je SIP gejtvaj?

Kao i u drugim mrežama, SIP gejtvaj (SIP GW) je uređaj ili softver koji se nalazi na sučelju SIP mreže i neke ne-SIP mreže. SIP GW vrši dvosmerno pretvaranje signalizacije i korisničkog signala.

5.87. Šta je SIP - T?

SIP-T (*SIP for Telephones, RFC 3372*) je poboljšanje SIP-a koje omogućava međusobni rad ISDN mreže i SIP mreže bez gubitka korisničkih mogućnosti. Drugim rečima, SIP-T omogućava da se signalne poruke CCS7 ISUP mogu prenositi kroz SIP mrežu i prevoditi u SIP poruke i da se SIP poruke mogu prevoditi u ISDN poruke.

5.88. U koja tri slučaja se koristi SIP - T?

Prvi je ostvarenje veze dva ISDN korisnika javne mreže koja se jednim delom ostvaruje preko SIP mreže. Ovaj tip veze se naziva SIP premošćenjem (*SIP bridging*).

Drugi je ostvarenje veze u kojoj je pozivajući učesnik ISDN korisnik a pozvani korisnik SIP mreže.

Treći slučaj je sličan drugom ali je smer uspostave veze suprotan.

5.89. Zašto se SIP premošćenje obavlja protokolom SIP – T a ne tehnikom TDMoIP?

Zato što je u SIP mreži moguće upućivanje korišćenjem SIP proksi servera tj. korišćenje različitih puteva kroz SIP mrežu. Tehnika TDMoIP je najjednostavnija tehnika koja samo povezuje dve tačke javne telefonske (ili ISDN) mreže preko IP mreže, istim putem, bez mogućnosti upućivanja kroz SIP mrežu. Saglasno tome, izraz *premošćenje* pre odgovara tehnici TDMoIP nego SIP-u.

5.90. Koja se dva postupka koriste u protokolu SIP - T na sučelju SIP i ISDN mreže?

To su ućaurenje i prevođenje.

Ućaurenje (*encapsulation*) se vrši na prelazu od ISDN mreže ka SIP mreži. To je postupak da se izvorna CCS7 ISUP signalna poruka smešta u SIP poruku kao deo sadržaja. Osnovno svojstvo ovog postupka je da se ovaj sadržaj prenosi kroz SIP mrežu ali se u proksi serverima ne koristi već samo u (signalnom) GW-u na izlazu iz SIP mreže.

Prevođenje (*translation*) je pretvaranje SIP (ISUP) poruka u ISUP (SIP) poruke. Ovaj postupak se sastoji od dva koraka. Jedan je utvrđivanje odgovarajuće poruke (na primer: primljena je ISUP poruka *IAM* a utvrđuje se da je odgovarajuća poruka *INVITE*, i obrnuto). Drugi korak je prenos parametara potrebnih za ostvarenje veze iz jedne poruke u drugu (na primer: podatak *Called Party Number* iz ISUP *IAM* poruke mora biti prenet u polje *Request URI* startne linije SIP poruke *INVITE* ili u polje *To* SIP zaglavlja iste poruke.

5.91. Gde se ISUP poruke prevode u SIP – T poruke?

U signalnom GW-u koji se nalazi na sučelju ISDN mreže i SIP mreže. U ovom postupku se vrši i prevođenje poruka i ućaurenje. Naime, u ovom GW-u je nepoznato da li će se poziv

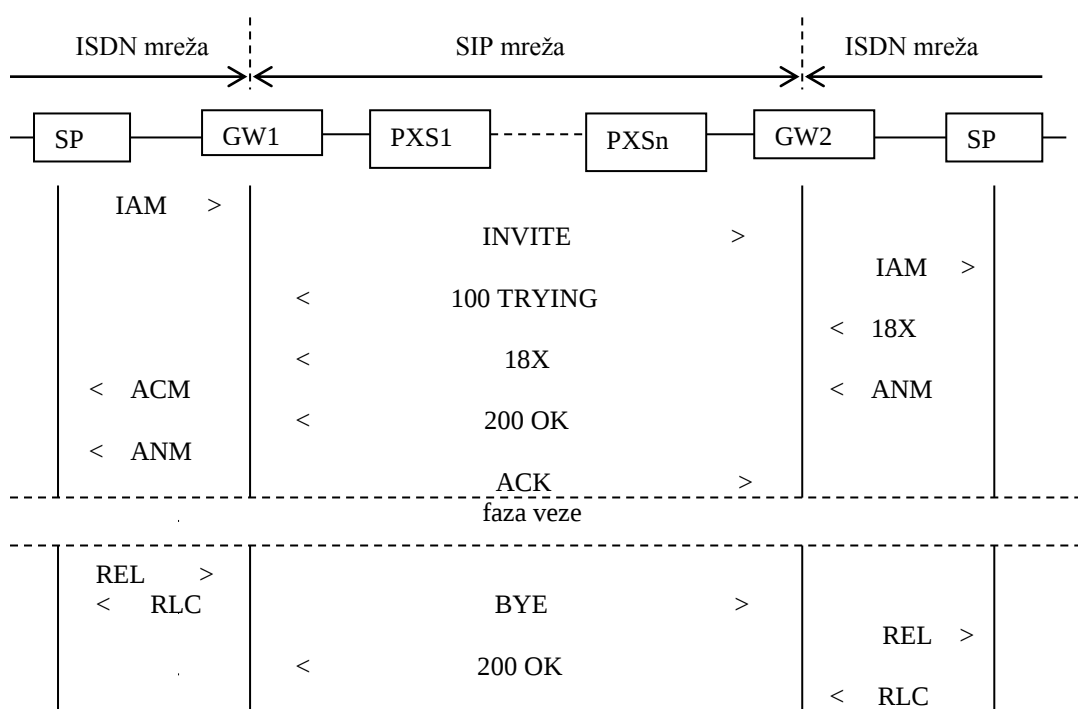
završiti u SIP mreži (gde će se iskoristiti prevedene poruke) ili u ISDN mreži (gde će se iskoristiti učeurene poruke).

5.92. Gde se SIP – T poruke prevode u ISUP poruke?

U signalnom GW-u koji radi na sučelju SIP mreže ka ISDN mreži. U ovom GW-u se vrši samo prevođenje poruka jer ne postoji ISDN premošćenje SIP mreže.

5.93. Kako izgleda razmena poruka ISUP-SIP-T-ISUP (SIP premošćenje)?

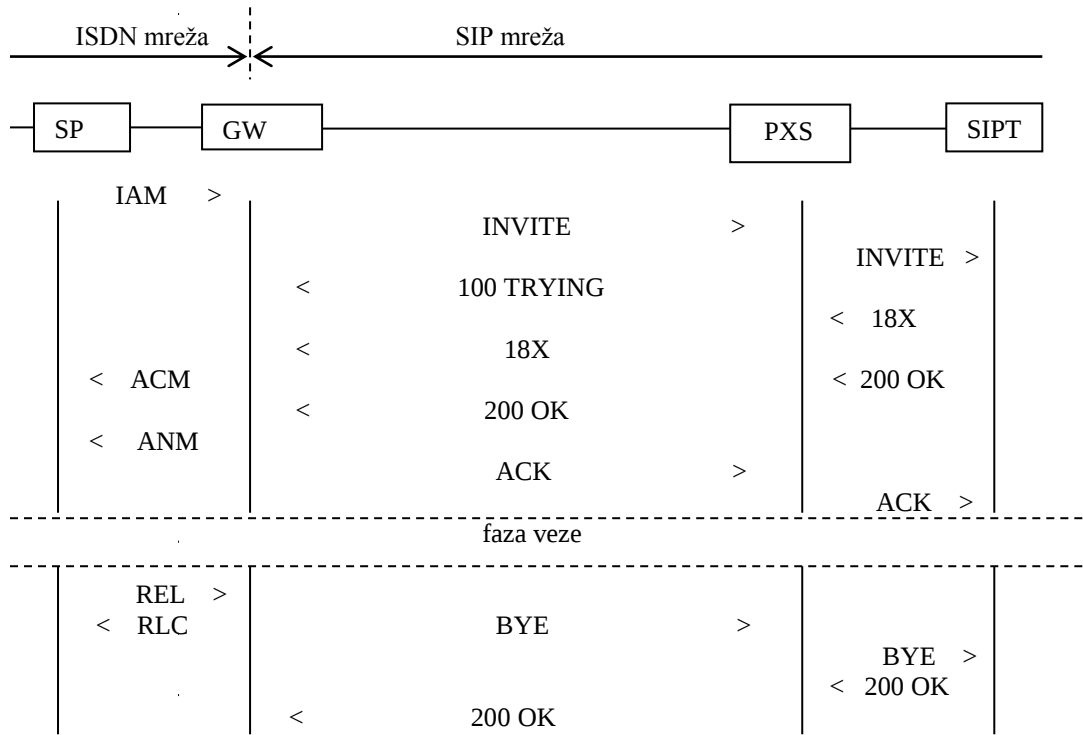
Razmena poruka je prikazana na slici 5.93. Razmena poruka *INVITE* je prikazana simbolično kao razmena poruke od jednog signalnog GW-a do drugog. To se, naravno, događa u koracima GW1, PXS1, ..PXS_n, GW2. SP je oznaka za signalnu tačku u ISDN mreži. GW1 vrši i učeurenje poruke IAM i njeno prevođenje u *INVITE*. GW2 iz poruke *INVITE* koristi samo učeurenu IAM. Ovo razmišljanje važi za sve poruke u oba smera.



Slika 5.93.

5.94. Kako izgleda razmena poruka ISUP-SIP-T?

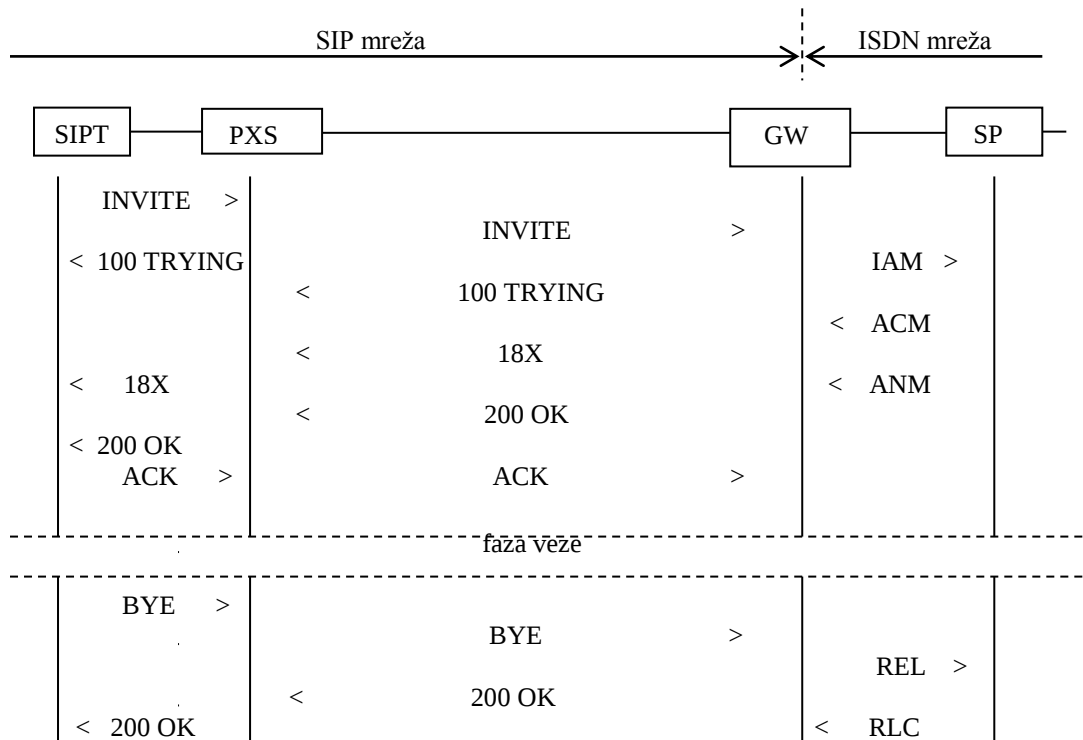
U ovom slučaju GW vrši i učeurenje poruke IAM i njeno prevođenje u poruku *INVITE*, slika 5.94. Proksi server koristi samo prevedenu poruku a ignoriše učeurenu. U suprotnom smeru se vrši takođe samo prevođenje.



Slika 5.94.

5.95. Kako izgleda razmena poruka SIP-T-ISUP?

GW samo prevodi poruke.



Slika 5.95.

5.96. Kako se koristi signalizacija u toku veze?

Signalizacija CCS7 ISUP ima mogućnost razmene signalnih poruka u toku ostvarene veze a bez uticaja na vezu. Za te potebe služi poruka *Information Request Message, INR*. Da bi se ova mogućnost ostvarila i u ISDN – SIP mreži u prevođenju signalnih poruka je uvedena poruka *INFO*.

5.97. Šta je to BICC?

Signalni ISUP protokol koji ne zavisi od vrste mreže naziva se BICC (*Bearer Independent Call Control*) protokol. Dat je ITU-T preporukama Q.19xx. Uslovno bi se mogao nazvati univerzalnim ISUP signalizacionim protokolom. Razvoj signalizacije CCS7, pa i njegovog dela ISUP, je započet u vreme kada su mreže bile sa komunikacijom kanala tj. TDM. Zbog toga ISUP sadrži delove koji pokazuju da je namenjen samo TDM mreži (polje CIC, *Circuit Identification Code*, na primer).

Sa pojavom paketskih mreža javlja se potreba da se ova signalizacija koristi i u njima. Ova potreba je neophodna zbog ostvarivanja korisničkih mogućnosti koje nudi ISUP. Tako je razvijen BICC. Pretvaranje signala BICC protokola se obavlja na granici BICC i ne-BICC mreža funkcionalnom celinom koja se naziva ISN (*Interface Serving Node*).

Pošto je određen ITU-T preporukama Q serije ovaj protokol se često naziva Q.BICC protokolom.

5.98. Kakva je razlika između BICC i ISUP?

U tome što se u BICC-u razdvajaju delovi koji se odnose na ostvarenje veze (*call control signaling*, na primer polje vrste poruke IAM) i delovi koji se odnose na mrežu (*bearer control signaling*, na primer: polje CIC). Svojstvo BICC-a je da se signalna poruka koja se odnosi na vezu ne menja prelaskom granice mreža dok se deo koji se odnosi na mrežu menja. Na prelasku iz ISDN mreže u paketsku mrežu polje vrste poruke ostaje isto (IAM), ali se umesto polja CIC dodaju delovi ATM ili IP zaglavlja, na primer.

5.99. Šta je to protokol po ITU-T preporuci Q.1912.5?

To je signalni protokol koji omogućava rad dve mreže ako je u jednoj signalni protokol BICC ili ISUP a u drugoj SIP. Pretvaranje signalnih poruka se vrši u signalnom prenosniku koji se u ovoj tehnici naziva IWU (*InterWorking Unit*) i koji, kao i svi pretvarači, ima odlazni i dolazni deo.

5.100. Šta je SIP - I?

SIP-I (*SIP for Interworking*) je deo protokola Q.1912.5 koji se odnosi na prenos učeurenih i prevedenih ISUP signalnih poruka kroz SIP oblast.

5.101. Mogu li se u ISUP – SIP (i obrnutom) pretvaranju koristiti različite varijante ISUP-a?

Da, ali se varijanta ISUP-a (ITU-T, ANSI, Japan, UK) mora označiti u SIP zaglavlju.

5.102. Kakva je načelna razlika između protokola SIP i protokola SIP-T, SIP-I i Q.1912.5?

Načelna razlika je u nameni. SIP je namenjen radu u čisto paketskoj mreži tj. u SIP domenu. SIP-T, SIP-I i Q1912.5 su signalizacije namenjene radu mešovite SIP – ISDN mreže.

5.103. Kakva je razlika između SIP-T i SIP-I?

Formalna razlika je u izvorima standarda. Tvorac standarda SIP – T je IETF (*Internet Engineering Task Force*) a tvorac standarda SIP – I (Q.1912.5) je ITU – T. Suštinske razlike

nisu velike ali postoje. To su namenjenost protokola SIP – T i mrežnom (NNI) i korisničkom (UNI) sučelju a protokola SIP – I samo mrežnom sučelju. Druga razlika je u različitom tumačenju uzroka neuspešnih poziva.

5.104. Koji protokol je bolji, SIP ili H.323?

Za sada je nemoguće odgovoriti. Brojne su diskusije o ovom pitanju.

Tu se uglavnom navodi da je stariji, H.323, protokol izgrađeniji, ima puni skup korisničkih mogućnosti, potpunu usklađenost novih i starih verzija (*backward compatibility*) ali je relativno složen i teži za dogradnju. Pošto je izrastao iz ISDN mreže ima neke prednosti u mešovitom radu sa ovim mrežama.

Kao noviji protokol izrastao iz računarske tehnike, SIP je otvoreniji i lakši za dogradnju, određen jednostavnijim standardima ali nema sve (dodatne) korisničke mogućnosti telefonskih korisnika i nema potpunu usklađenost sa prethodnim verzijama. Ima nekih prednosti za korisnike koji se ne uklapaju u multimedijalne korisničke funkcije.

Dva svojstva, ipak, izdvajaju SIP kao novu i naprednu signalizaciju. To je mogućnost rada u nekim novijim mrežama mobilne telefonije i jedinstvenost signalizacije na korisničkim (SIP telefon – SIP proksi) i mrežnim (SIP proksi – SIP proksi) interfejsima.

Osnovna činjenica, koju treba naglasiti, je da se u tržišnoj utakmici i jedan i drugi protokol usavršavaju približavajući se po mogućnostima jedan drugome, što odgovara korisnicima.

5.105. Kako se vrši telefonska signalizacija u privatnim paketskim mrežama?

Signalizacija u privatnim paketskim mrežama se, najčešće, vrši samo jednim signalnim protokolom, H.323 ili SIP-om. Privatne mreže su ograničene veličine tako da se najčešće izgrađuju u jednom koraku i tada se uvodi jedinstvena tehnika.

5.106. Od čega se sastoji mešovita privatna telefonska mreža?

Sastoji se od klasične mreže i paketske mreže. Najinteresantnija mešovita korporacijska mreža je ona čiji je klasični deo PISN. U ovakvoj mešovitoj mreži je potrebno očuvati vrlo bogati skup korisničkih mogućnosti, pa je stoga potrebno koristiti delotvorne pretvarače signalizacije na granici IP i ne-IP oblasti.

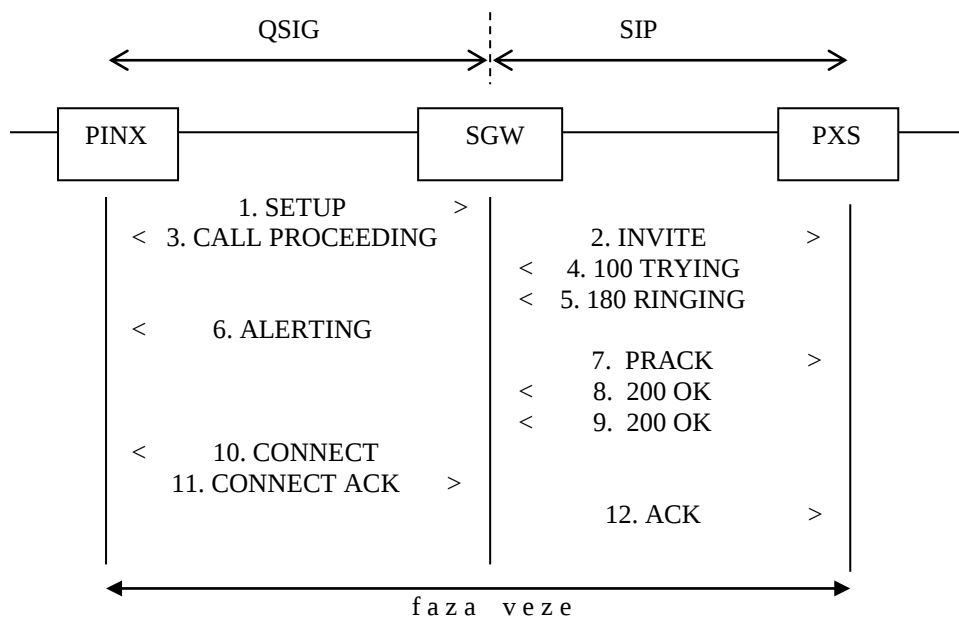
U mešovitoj korporacijskoj mreži mogu postojati: QSIG u klasičnom delu i H.323 ili SIP u paketskom delu mreže.

5.107. Kako se obavlja QSIG - H.323 (H.323 - QSIG) pretvaranje signalizacije?

Relativno jednostavno. Poznato je da je deo H.323 signalizacije poznat pod nazivom *H.225.0 Call Signaling* nastao na osnovi korisničke ISDN signalizacije, baš kao što je slučaj i sa QSIG. Signalizacione poruke na granici QSIG i H.323 oblasti ne menjaju ime i značenje već se samo informacioni elementi poruka podešavaju da nose podatke o vezi, terminalima i uslugama koji se mogu tumačiti u ciljnoj mreži.

5.108. Kako se obavlja QSIG - SIP pretvaranje signalizacije?

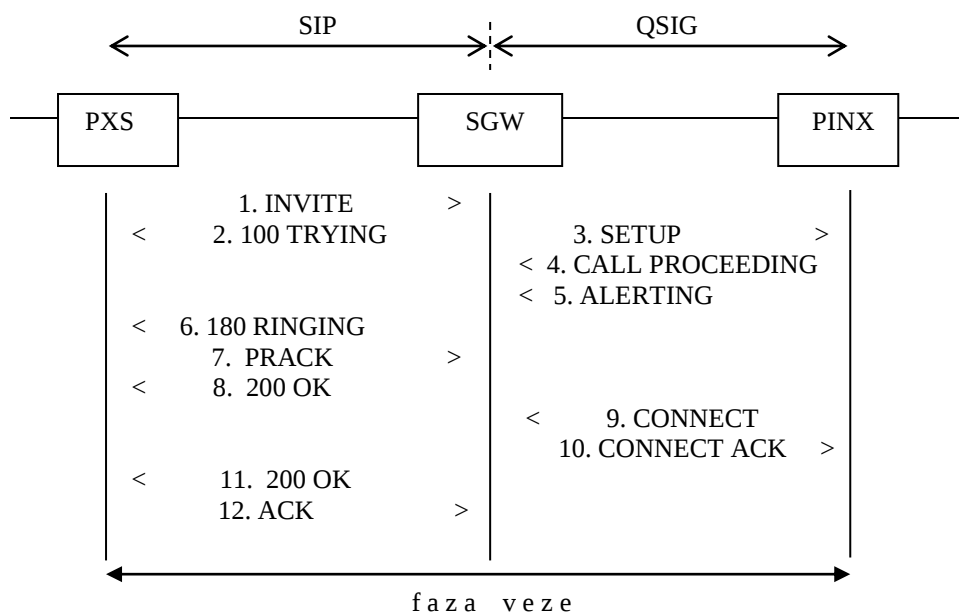
Na slici 5.108. je prikazan slučaj uspostave veze koja polazi iz PISN a završava se u IP mreži. Oznake imaju značenje kao i ranije: PINX - centrala u privatnoj ISDN mreži, SGW – signalni gejtvaj, PXS – proksi server. Redosled poruka je jasan po sebi. Poruka upita 7. PRACK (*Provisional ACK*,) je (privremena) potvrda poruke 5. Poruka 8 je potvrda poruke 7., a poruka 9. označava javljanje pozvanog.



Slika 5.108.

5.109. Kako se obavlja SIP - QSIG pretvaranje signalizacije?

Na slici 5.109. je prikazan slučaj uspostave veze koja polazi iz IP a završava se u PISN mreži.



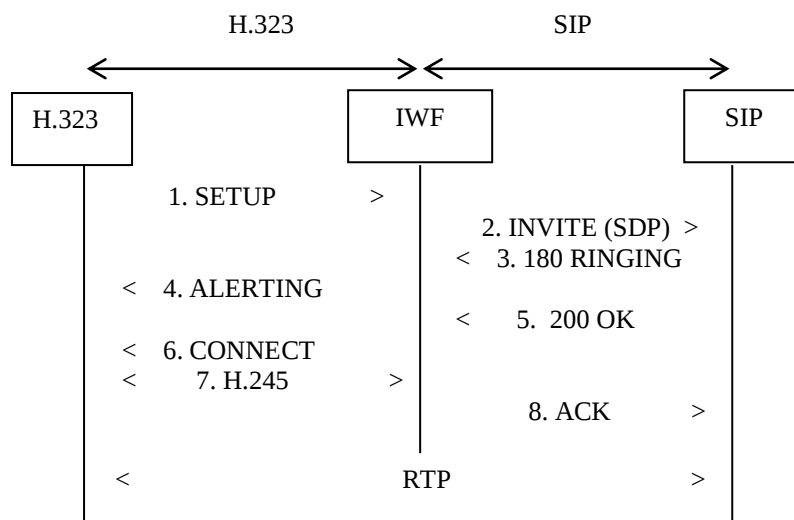
Slika 5.109.

5.110. Postoje li SIP – H.323 (H.323 – SIP) pretvarači?

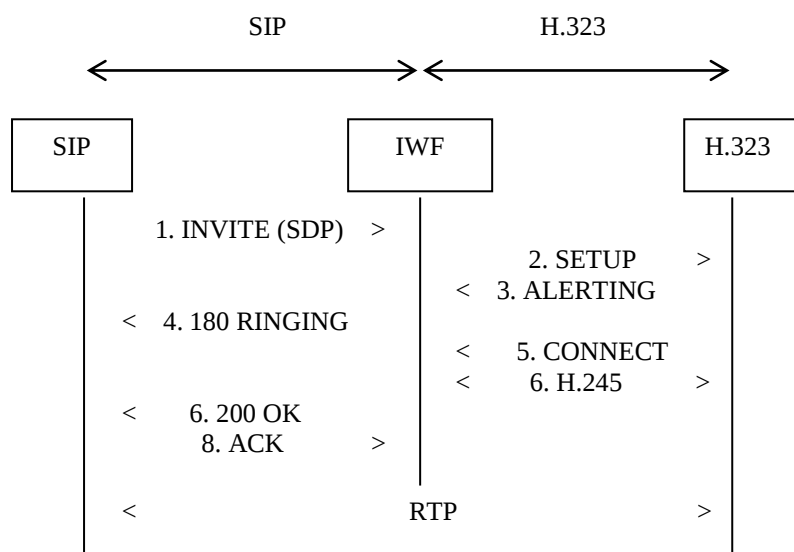
Razvoj SIP mreža doveo je do toga da se H.323 oblasti počnu graničiti sa SIP oblastima. To je nametnulo potrebu da se reši pitanje signalnih prenosnika (pretvarača) na sučelju ovih mreža. Signalni pretvarači se u ovom slučaju nazivaju IWF (*InterWorking Function*).

5.111. Kako se vrši signalizacija preko IWF?

Dva najjednostavnija slučaja uspostave veze preko IWF su prikazana na slikama 5.111a. i 5.111b.. Na prvoj je inicijator veze H.323 učesnik a na drugoj je inicijator SIP učesnik.



Slika 5.111a.



Slika 5.111b.

Pored ovih jednostavnih primera postoje složeniji u kojima učestvuju i GK-i, PXS-i i slučajevi gde se veza ostvaruje između dva H.323 korisnika a kroz SIP područje i obrnuto. Treba naglasiti da se podaci o korisničkom sadržaju i mogućnostima terminala razmenjuju između H.323 učesnika i IWF-a (i obrnuto) preko H.245 signalizacije a između SIP učesnika i IWF-a (i obrnuto) sadržajem SDP prve poruke INVITE.

5.112. Šta je migracija PSTN ka IP telefonskoj mreži?

To je proces u kome se korisničke mogućnosti i tehnologija javne telefonske mreže unapređuju i menjaju tako da mreža postaje sve više paketska a mogućnosti onakve kakve može pružati paketska mreža.

5.113. Kako javna klasična telefonska mreža i Internet mogu postati kompatibilni u ostvarenju telefonskih veza?

Tako što će se:

- korisničke mogućnosti zadržati u mešovitoj mreži,
- govorni signal pretvarati iz jednog oblika u drugi i
- signalizacija prevoditi iz jednog oblika u drugi ili iz jedne mreže prenositi kroz drugu.

Primeri protokola koji omogućavaju ovakav, bešavni (*seamless*) prenos signalizacija su protokoli SIP-I i SIP-T.

5.114. Koja dva suprotstavljena načela postoje u izgradnji IP telefonskih i mešovitim mreža?

To su načela centralizacije i decentralizacije mrežne inteligencije.

Centralizacija se opravdava jednostavnošću ugradnje novih funkcija i jednostavnošću rada mešovite mreže jer se veliki deo podataka o upućivanju i korisničkim svojstvima nalazi u centralnom uređaju tj. softveru mreže. Načelo zagovornika centralizacije se često navodi kroz stav *Interaction is king; best to centralize* (Najvažniji je mešoviti rad i zato je najbolje centralizovati). Primeri ovakvih mreža su mreže koje rade sa gejtkiperom ili centralnim serverom i kod kojih se samo u centru vrši registracija korisnika, odlučuje o upućivanju i drže podaci o radu sa drugim mrežama.

Decentralizacija se opravdava potrebom da mrežna inteligencija bude tamo gde se daju korisničke usluge tj. u krajnjim tačkama mreže. Načelo zagovornika decentralizacije je *Endpoints are where the action is; they should be smart* (posao se završava u krajnjim tačkama i zato one moraju biti pametne) i ono je očigledno u SIP mrežama u kojima SIP telefoni mogu biti vrlo velikih mogućnosti.

5.115. Šta je **SOFTSWITCH**?

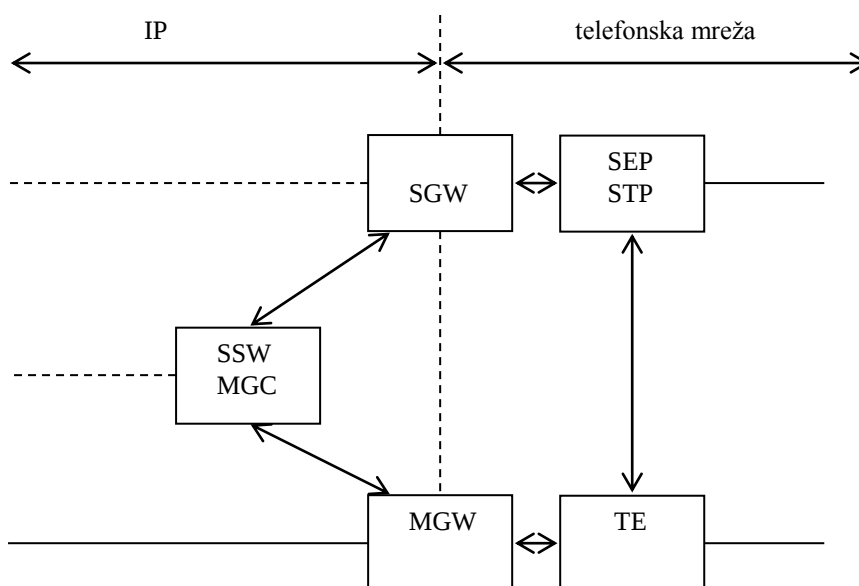
Upravljački uređaj ili softver IP mreže koja se graniči sa klasičnom telefonskom mrežom a koji omogućava *bešavni* rad mešovite mreže. Osnovno svojstvo mu je da se postupci ostvarenja veze tj. upravljačke funkcije odvajaju od funkcija pretvaranja govornog signala iz jednog oblika u drugi. Ime je već dobilo i šire značenje, pa se za mrežu koja se zasniva na ovim načelima kaže da je postavljena na *softswitch* načelima. Ove mreže pripadaju mrežama sa centralizovanim upravljanjem.

Zavisno od proizvođača opreme uređaj ili softver koji ima ove funkcije naziva se još i: *Media Gateway Controller, Proxy Gatekeeper, Call Server, Call Agent* ili *Switch Controller*.

5.116. Kako izgleda sučelje PSTN i Internet oblasti sa *softswitch-om*?

Tehnika izgradnje mešovite mreže na *softswitch* (SSW) načelima se zasniva na tri elementa mreže i nekoliko postupaka. Elementi mreže su signalni prenosnik (*Signaling Gateway, SG*), prenosnik medija (*MG* ili *MGW*) i SSW ili *MGC*, slika 5.116. Elementi SSW tehnike su posebne logičke ili funkcionalne celine ali neke od njih mogu fizički biti smeštene u isti uređaj (na primer *MG* i *MGC*).

Osnovni postupci koji se primenjuju u ovakvoj mreži su signalni prenos (*Signaling Transport, SIGTRAN*) i nekoliko protokola koji služe za komunikaciju između elemenata mreže (*MGCP, MEGACO*).



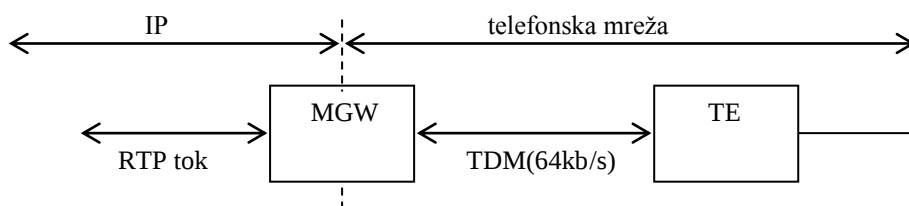
SEP, STP – signalna CCS7 tačka; SGW – signalni prenosnik; SSW, MGC - softsvič; MGW prenosnik medija; TE – telefonska centrala

Slika 5.116.

Ovakva organizacija sučelja telefonske ili ISDN mreže i IP mreže često se naziva razdeljenom arhitekturom sučelja (*decomposed gateway architecture*) ili *ETSI TIPHON* (*European Telecommunications Standard Institute, Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) modelom sučelja mreža.

5.117. Šta je MG ili MGW (*Media GateWay*)?

Načelno, to je prenosnik korisničkog (medijskog) signala između dve mreže koje rade na različitim osnovama. U našem slučaju, slika 5.117., to je prenosnik između klasične digitalne telefonske ili ISDN mreže i IP mreže koji oblik govornog signala korišćen u klasičnoj telefonskoj mreži (TDM) pretvara u oblik koji se koristi u paketskoj mreži i obrnuto.



TE – telefonska centrala

Slika 5.117.

5.118. Može li postojati MG na sučelju dve paketske mreže?

Da, na sučelju javne i privatne paketske mreže ili na sučelju mreža sa različitim tehnologijom (FR, ATM, IP).

5.119. Šta je SG ili SGW (*Signaling GateWay*)?

To je pretvarač ili prenosnik signalizacije na sučelju dve mreže različite vrste. U našem slučaju to je:

1) funkcionalni sklop koji upravljačke signale korišćene u jednoj mreži pretvara u signale koji se mogu koristiti u drugoj mreži (na primer u protokolu SIP-T kada se SIP poruke prevode u ISDN poruke) ili

2) funkcionalni sklop koji signale jedne mreže prenosi kroz drugu mrežu do tačke koja ih razume tj može ih koristiti (na primer SIP premošćenje pomoću protokola SIP-T).

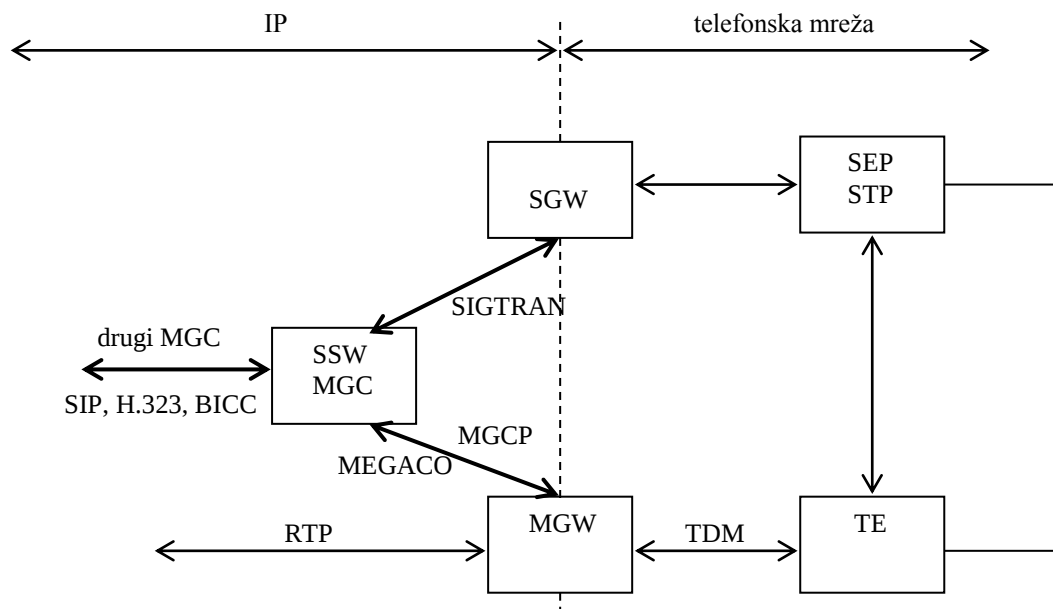
Mada ime *Signaling Gateway* ima i opšte značenje pretvarača i prenosnika signalizacije u mešovitim klasičnim i IP telefonskim mrežama, značenje SG-a se odnosi na entitet koji pretvara signalizaciju CCS7 i pristupnu ISDN signalizaciju u paketske signalizacije i obrnuto i prenosi nepaketske signalizacije kroz paketsku mrežu.

5.120. Šta je MGC (*Media Gateway Controller*)?

To je upravljačka jedinica za MG-ove tj. za prenosnike medija koji se nalaze na sučelju mreža. Na osnovu signala dobijenih od drugih signalnih i upravljačkih entiteta MGC posebnim signalnim protokolima upravlja MG-om.

5.121. Koliko različitih signalnih veza može imati MGC?

Prema nepaketskoj mreži preko SG-a, prema ostalim MGC-ovima i prema MG-ovima kao na slici 5.121.



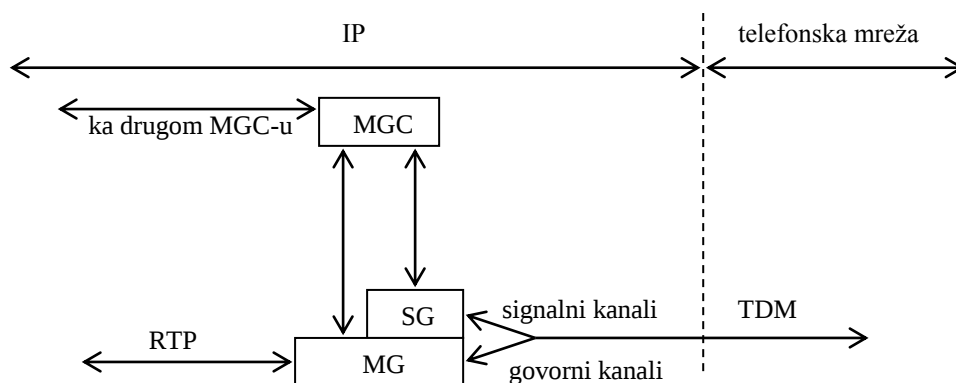
Slika 5.121.

5.122. Koji se elementi mešovite mreže mogu naći u istom uređaju?

Mada se u realizacijama mogu naći razne kombinacije SG-a, MG-a i MGC-a najčešći slučaj je izgradnja uređaja koji sadrži funkciju SG-a i MG-a (tzv. korezidentnost funkcija SG i MG).

Naime, linkovi klasične digitalne telefonske ili ISDN mreže nose i govorne i signalne kanale pa je njihov završetak u IP mreži na istom mestu: govornih kanala u MG-u, a signalnih kanala u SG-u. Za CCS7 ovo ne mora biti obavezno pravilo pošto signalni kanali ne moraju biti pridruženi govornim kanalima (*non-associated signaling*), dok se govorni i signalni ISDN kanali uvek prenose istim putem.

Na slici 5.122. se vidi proces slanja signala iz uređaja korišćenja (MG+SG) ka centru mreže (MGC) iz koga će ovi signali u preuređenom obliku biti vraćeni na korišćenje u MG. Ovaj postupak se u engleskoj literaturi naziva *backhauling*.



Slika 5.122.

5.123. Koje protokole koristi MGC u komunikaciji sa SG-om, drugim MGC-ovima i MG-om?

U komunikaciji MGC i SG se koristi signalizacija CCS7 i ISDN ako je susedna mreža telefonska ili ISDN. Pošto se komunikacija MGC – SG obavlja u paketskoj mreži, prenos signalizacija CCS7 i ISDN se obavlja posebnim postupkom koji se zove SIGTRAN.

Signalizacija između dva MGC-a se može obavljati protokolima SIP, H.323, BICC i SIGTRAN postupkom.

Signalizacija između MGC-a i MG-a se obavlja protokolima MGCP i MEGACO.

5.124. Šta je SIGTRAN?

Postupak prenosa signalizacija korišćenih u telefonskoj i ISDN mreži (CCS7 i ISDN) kroz paketsku mrežu naziva se SIGTRAN (*SIG*nalizing *TRAN*sport a ne *SIG*nalizing *TRAN*slation). To je, istovremeno, i ime radne grupe IETF-a koja se bavi ovim postupcima.

Prema korišćenju, SIGTRAN znači:

- prenos signalizacija javne telefonske i ISDN mreže (CCS7 i pristupne ISDN) između SG i MGC,
- prenos signalizacije između dva SG-a, kojima su preko IP mreže spojene dve signalne CCS7 tačke (SEP ili STP),
- prenos paketizovanih signala između MG i MGC,
- prenos signalizacije između distribuiranih MGC-ova,
- prenos CCS7 *connectionless* poruka (TCAP) kroz IP radi obraćanja SCP-u inteligentne mreže.

SIGTRAN se ne koristi za prenos CAS (*Channel Associated Signaling*) signalizacija kroz paketsku mrežu.

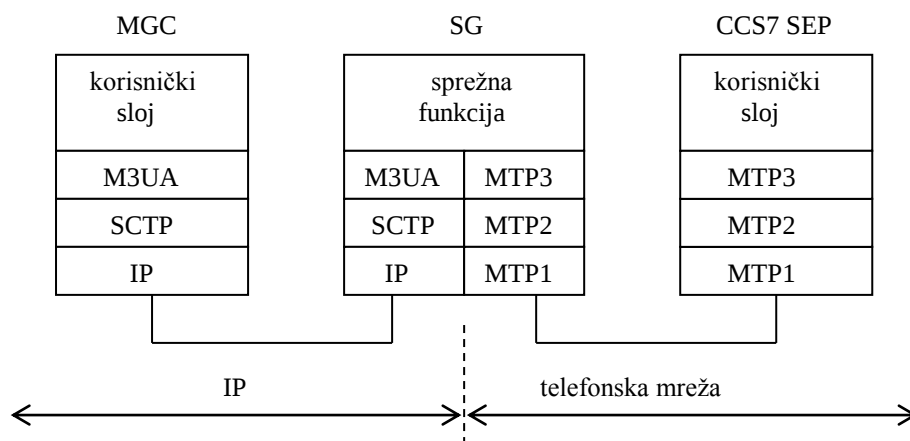
5.125. Kako funkcioniše SIGTRAN?

Tako što se signalne CCS7 poruke prenose između tačaka na granici mreža (SG) i tačaka u IP mreži bez prevođenja. Prenos kroz paketsku mrežu se vrši uz dodatna zaglavlja. Dodatna zaglavlja obrazuju tzv. prilagodni sloj. Prilagodnih slojeva ima nekoliko i svaki služi za prenos posebnih slojeva ili korisničkih delova CCS7. To su:

- sloj za prilagođenje MTP2 sloja CCS7: *MTP2 Peer to Peer adaptation layer (M2PA)*,
- sloj za prilagođenje MTP2 sloja CCS7: *SS7 MTP2 User Adaptation Layer (M2UA)*,
- sloj za prilagođenje MTP3 sloja CCS7: *SS7 MTP3-User Adaptation Layer (M3UA)*,
- sloj za prilagođenje protokola V5.2: *V5.2-User Adaptation Layer (V5UA)*,

- sloj za prilagođenje ISDN Q.921 sloja: *ISDN Q.921 User Adaptation Layer (IUA)*,
- sloj za prilagođenje korisničkog SCCP dela: *SCCP User Adaptation Layer (SUA)*.

Na slici 5.125. je prikazana slojevita predstava postupka prenosa korisničkog sloja ISUP signalizacije CCS7 od krajnje signalne CCS7 tačke (SEP) telefonske mreže do korisnika tj. MGC-a i obrnuto.



Slika 5.125.

5.126. Koji je osnovni zadatak prilagodnog sloja?

Prilagodni sloj mora da stvara i tumači iste primitive u odnosu na viši sloj kao što to čini i izvorni CCS7 sloj. Na primer, prilagodni sloj M3UA u odnosu na korisnički ISUP se ponaša kao izvorni MTP3 sloj. Dakle, prilagodni (i transportni sloj u IP mreži) imitiraju izvorne niže slojeve CCS7 protokola (MTP).

5.127. Koje osnovne uslove mora da zadovolji protokol za prenos signalizacije CCS7 kroz paketsku mrežu?

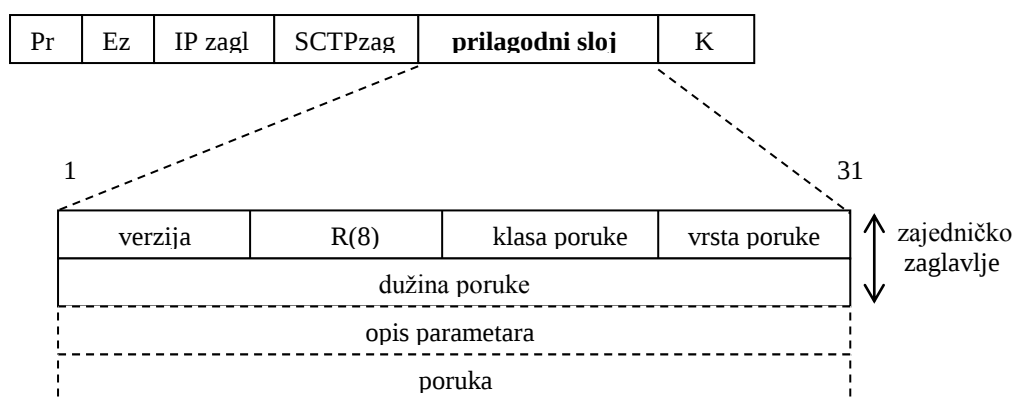
Mora da zadovolji iste one uslove koje zadovoljava transport signalnih CCS7 poruka kroz TDM mrežu. Ti uslovi se odnose na raspoloživost i brzinu prenosa, ITU-T preporuka Q.706. Prema ovoj preporuci:

- neraspoloživost signalnog puta ne sme u toku godine duže trajati od 10 minuta (ukupno),
- najviše jedna od 10 milijardi poruka može ostati neotkrivena (prosek),
- najviše jedna od 10 miliona poruka može biti izgubljena (prosek),
- najviše jedna od 10 milijardi poruka može stići na odredište van redosleda (prosek), itd.

Pored ovih zahteva, vrlo su strogi zahtevi u pogledu vremena prenosa poruke kroz elemente mreže (ITU-T preporuka Q.706) a takođe i kroz mrežu između krajnjih tačaka. Ova vremena moraju zadovoljiti osnovni uslov da vreme od kraja biranja do početka signala pozitivnog odgovora mreže (signal kontrole poziva, *post dialing (selection) delay*) ne bude duže od nekoliko sekundi kao što se zahteva od klasične TDM mreže, ITU-T preporuka E.721.

5.128. Koji protokol se upotrebljava kao transportni za SIGTRAN?

Ispostavilo se da, inače vrlo korišćeni i pouzdani, TCP ne može da zadovolji uslove koji se odnose na brzinu rada. Zbog toga se u SIGTRAN-u koristi SCTP (*Stream Control Transport Protocol*).



Slika 5.128.

5.129. Šta je zajedničko svakoj vrsti prilagodnog sloja?

Prilagodni slojevi za prenos različitih signalizacija i CCS7 slojeva se u načelu razlikuju ali imaju zajedničko zaglavlje. Ono se sastoji od polja koja označavaju verziju prilagodnog sloja, rezerve (R), polja klase i polja vrste poruke.

5.130. Šta označava polje klasa poruke u zaglavlju prilagodnog sloja?

Polje klase poruke je ono koje određuje koja se signalizacija ili signalizacioni sloj prenosi ovim delom SCTP-a. Ovo osmobitsko polje može imati vrednosti sa sledećim značenjima:

- 0 Poruka održavanja
- 1 M3UA
- 2 Poruke upravljanja SS7 signalnom mrežom
- 3 Poruke stanja
- 4 Poruke o saobraćaju
- 5 IUA
- 6 M2UA
- 7 SUA - *Connectionless* poruke
- 8 SUA - *Connection-Oriented* poruke
- 9 Poruke upućivanja za M3UA
- 10 Poruke o interfejsu u M2UA
- 11 do 255 Rezervisano za IETF

5.131. Šta označava polje vrsta poruke u zaglavlju prilagodnog sloja?

Vrsta poruke, u okviru jedne klase poruke, određuje konkretnu poruku. Na primer, ako je klasa poruke označena sa 2 tj. poruka se odnosi na upravljanje signalnom mrežom tada vrsta poruke može biti jedna od sledećih:

- 1 odredište nedostupno (*Destination Unavailable, DUNA*)
- 2 odredište dostupno (*Destination Available, DAVA*)
- 3 provera stanja odredišta (*Destination State Audit, DAUD*)
- 4 signalno zagušenje (*Signalling Congestion, SCON*)
- 5 korisnički sloj odredišta nedostupan (*Destination User Part Unavailable, DUPU*)
- 6 ograničenje na odredištu (*Destination Restricted, DRST*)

Ako klasa poruke ima vrednost 1 tj. vrši prenos korisničkih CCS7 poruka (M3UA) tada postoji samo jedna vrsta poruke *Payload Data* koja je označena brojem 1. Ovom porukom se prenose polja (*Protocol Data*) koja čine sadržinu ISUP, TUP ili SCCP poruke (OPC, DPC, SLS, i sve parametre koji čine ovu poruku iskoristivom).

5.132. Kakva je razlika između SIGTRAN-a i postupaka SIP-I i SIP-T?

SIGTRAN ima širu primenu jer:

- nije vezan ni za SIP ni za H.323 a SIP-T i SIP-I su ograničeni na sučelje SIP i ISDN mreža,
- može prenositi razne CCS7 slojeve a SIP-T i SIP-I su ograničeni samo na ISUP,
- može prenositi i druge delove CCS7 (SCCP, na primer) a ne samo ISUP.

5.133. Šta je MGCP?

To je prvi protokol (RFC 2705, RFC 3435, RFC 3661) koji je korišćen u dekomponovanom modelu sučelja IP i TDM mreže između MGC-a i MG-a. Za ovaj protokol se kaže da je neizbalansiran ili nesimetričan jer MGC ima glavnu a MG izvršnu ulogu. Proces upravljanja se zasniva na slanju jedne od 8 komandi od MGC-a ka MG-u i slanju jedne od 3 komande od MG-a ka MGC-u. Komande od MGC-a ka MG-u su *EndpointConfiguration*, *NotificationRequest*, *CreateConnection*, *ModifyConnection*, *DeleteConnection*, *AuditEndpoint*, *AuditConnection*, a u obrnutom smeru *Notify*, *DeleteConnection*, *RestartInProgress*.

Očigledno da su signali *Notify*, *DeleteConnection* odgovori na komande *NotificationRequest*, *DeleteConnection*.

Svaka komanda i signal nosi parametre koji se odnose na nju. Na primer: komanda *EndpointConfiguration* sadrži podatke o formatu paketizovanog telefonskog signala i koderu. Nedostaci MGCP-a su nemogućnost dogradnje i proširenja.

MGCP koristi UDP kao transportni protokol i brojeve portova 2427 i 2727.

5.134. Šta je MEGACO?

To je usavršena verzija MGCP protokola (*RFC 3525 - Gateway Control Protocol Version 1*). Nažalost, između ovih protokola ne postoji kompatibilnost. Ovaj protokol je primer saradnje dva tela, IETF i ITU-T tako da ovaj protokol ima i naziv ITU-T preporuke H.248. Iz ovog dvojstva je nastalo popularno ime protokola - H.GCP. MEGACO koristi UDP i TCP kao transportne protokole i brojeve portova 2944 i 2945. Kod ovog protokola se pojavljuju posebni nazivi: resursi, završeci i kontekst.

Resursi MG-a su koderi, generatori tonskih i pozivnih signala, transkoderi, modemi. Funkcije MGa su rezervacija resursa, nadgledanje resursa, komutacija, obrada medijskog tj. govornog signala, analiza broja korisnika kod dolaznog završnog MG, održavanje veze sa MGC.

Završetak (*termination*) je naziv za oblik korisničkog signala koji se pretvara u drugi. To su kola tj. telefonski kanali, RTP tokovi ili virtuelna kola (VC) kod ATM-a.

Uobičajeno je da se veza ostvarena u MG naziva kontekstom (*context*) tj. za dva učesnika u vezi se kaže da su to završeci stavljeni u isti kontekst.

5.135. Kako se vrši komunikacija između MGC-a i MG-a MEGACO protokolom?

Komunikacija protokolom MEGACO se vrši komandama koje sadrže tzv. deskriptore koji u potpunosti definišu sve parametre završetaka i resursa koji će biti korišćeni za ostvarenje veze (tj. stavljanje u kontekst) između resursa.

Signalne komande između MGC i MG su sledeće.

- 1) *Add* – Ova komanda pridružuje učesnika kontekstu tj. vezi.
- 2) *Modify* – menja svojstva, događaje i signale jednog učesnika.

3) *Subtract* – razdvaja učesnika od konteksta tj. veze. To je ili raskid veze ili isključenje jednog učesnika iz konferencijske veze.

4) *Move* – prebacivanje učesnika sa jedne veze na drugu ili sa čekanja u vezu, itd.

5) *AuditValue* – ova komanda zahteva da se od MG pošalju sve trenutne vrednosti svojstava, stanja i signala ka MGC tj. da se slika trenutnog stanja MG pošalje MGC-u.

6) *AuditCapabilities* – zahtev da MG pošalje moguće vrednosti svojstava, stanja i signala ka MGCu.

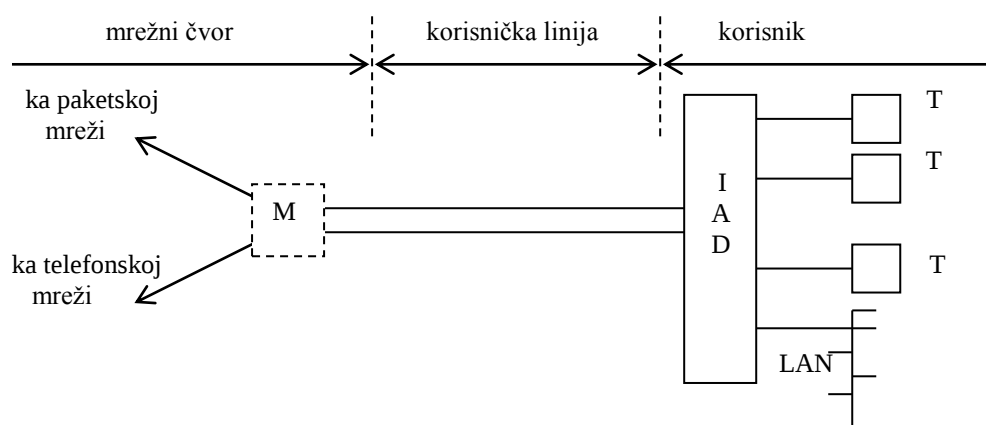
7) *Notify* – obaveštenje koje MG šalje MGCu o nekoj promeni u MG-u.

8) *ServiceChange* – komanda koja se može slati u oba smera da se drugoj strani pošalju podaci o predstojećoj promeni usluge (prekid veze, povratak u konferencijsku vezu, itd.).

Kao što se vidi komunikacija nije izbalansirana, slično kao i kod MGCP-a, tj. samo se komande 7 i 8 mogu slati od MG ka MGC.

5.136. Šta je IAD?

Uređaj objedinjenog pristupa, IAD (*Integrated Access Device*), je zajedničko ime za sve vrste uređaja koji su smešteni na korisničkoj strani i koji služe za pristup i telefonskoj mreži i mreži za podatke. Skoro po pravilu na IAD se na korisničkoj strani mogu priključiti telefonski aparati i računarska mreža. Načelno korišćenje IAD-a je prikazano na slici.



Slika 5.136.

5.137. Koje su dve osnovne vrste IAD-a?

To su: IAD koji koristi korisničku liniju sa TDM prenosom (*TDM IAD*) i IAD koji koristi korisničku liniju sa paketskim prenosom (*packet IAD*).

Ukoliko se koristi TDM IAD, korisničkom linijom se prenose i govor i podaci do mrežnog čvora i tu se razdvajaju (u jedinici M). Ukoliko se koristi paketski IAD tada je postupak isti uz razliku da se i govor i paketi do jedinice M vode u paketskom obliku.

5.138. Koje su osnovne vrste veza koje se ostvaruju preko IAD-a?

To su veze prema klasičnoj telefonskoj mreži, veze prema mreži za podatke i IP telefonske veze. U okviru veza prema javnoj telefonskoj mreži skoro po pravilu se obezbeđuju veze prema službama za vanredne situacije tzv. *lifeline* spojevi.

5.139. Može li se IAD smatrati elementom *softswitch* mreže?

Neka vrsta da a neka ne. Naime, ime IAD pokriva vrlo široki skup uređaja. Oni jednostavniji, koji samo vrše udruživanje govornih signala i podataka u isti prenos, rade samostalno i ne mogu se ubrojati u *softswitch* elemente. Međutim, postoje takve vrste IAD-a koje imaju

ugrađene razne vrste signalizacija pa i MGCP. Ovi se svakako mogu smatrati elementima mreže koja je zasnovana na *softswitch* načelima.

5.140. Kakva je sličnost i razlika između ISDN-a i IAD-a?

Ove dve tehnike deli dvadeset godina. ISDN tehnika je posvećena mreži sa komutacijom kola ali se u njoj nalaze začeci paketizacije (signalnih poruka). IAD tehnika je prelaz ka mrežama nove generacije koje će u svom razvijenom stepenu biti potpuno paketske. Ova tehnika je pravi predstavnik mešovite tehnike jer korisniku nudi dostup i do jedne i do druge mreže.

Sličnost je u nameni. I jedna i druga tehnika služi da korisnik preko pretplatničke linije može da ostvaruje veze sa telefonskom mrežom i sa mrežom za podatke. (Čak se u nazivu i jedne i druge tehnike koristi pojam objedinjenosti (*integrated*), u jednom slučaju usluga a u drugom slučaju pristupa).

Razlike su formalne i suštinske.

Formalna razlika je u potpunoj normativnoj određenosti ISDN tehnike i vrlo širokom tumačenju naziva – skraćenice IAD. Kod ISDN tehnike je sve standardizovano: od interfejsa i linijskih kodova do signalnih poruka. Poznat je broj i vrsta korisničkih priključaka, poznat je uslov rada u slučaju prekida lokalnog napajanja, itd. Kod IAD tehnike su mogući razni skupovi korisničkih uređaja, i po broju i po vrsti. Moguća je veza sa jednom ili dve mreže, itd. Suštinska razlika između ove dve tehnike je u korišćenju mnogih savremenih tehnika u IAD-u: DSL-a, raznih protokola, zaštitnih softvera, LAN-a umesto računara, Interneta, različitih adresiranja i adresnih pretvaranja, itd. Za IAD tehniku se može reći da je u tehnološkom ali i mrežnom smislu tehnika višeg reda od ISDN tehnike. To se može videti i po tome što ISDN priključak može biti jedan od priključaka IAD-a.

5.141. Kako se vrši prelazak sa TDM mreže na paketsku?

Prelazak TDM mreže na paketsku (*PSTN to IP migration*) se vrši tako da se zadovolji osnovno načelo da svi delovi mreže rade a da korisnik ne primećuje različitost mreža. To svojstvo mešovitih mreža se često u literaturi naziva *seamless* tj. kao da među mrežama ne postoji šav, granica. Ovo svojstvo podrazumeva da se korisničke mogućnosti ne gube prelaskom iz mreže u mrežu. To je nametnulo potrebu komuniciranja čvorova različitih mreža tj. razvoj dobrih prevodilaca signalizacije, učeurenje signalnih poruka, razvoj SIGTRAN-a, itd.

5.142. Šta je TIPHON?

TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*) je projekat organizacije ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) koja donosi standarde o telekomunikacijama. Projekat ima namenu da propiše postupke kojima se obezbeđuje da sve vrste telekomunikacionih mreža nesmetano rade jedna sa drugom uz održanje postojećih i ugradnju novih korisničkih usluga. Ova osobina se često označava rečima *interoperability*, *interworking*, *internetworking*, itd. Teži se da ova načela međusobnog rada različitih mreža ne budu zavisna od tehničkih rešenja u pojedinim mrežama (*technology agnostic*).

5.143. Šta je sa gledišta raspoloživosti osnovni nedostatak paketskih telefonskih mreža?

Centralizovanost upravljačkog organa tj. softvera. U klasičnoj telefonskoj mreži upravljačke jedinice (organi) su se odnosili na jednu centralu. U paketskim telefonskim mrežama se upravljačke jedinice odnose na mrežu ili deo mreže (proksi serveri, gejtkiperi) pa je kvarom upravljačke jedinice ugrožen mnogo veći broj korisnika.

5.144. Kako se u paketskim telefonskim mrežama rešava pitanje raspoloživosti upravljačkih jedinica?

Tako što postoji više ovih jedinica (osnovna i *kopije*) koje u potpunosti mogu da zamenjuju neispravnu. Obično se jedna jedinica proglašava za glavnu i u njoj se vrše sve promene koje se odnose na mrežu: prihvatanje novih korisnika, nove mogućnosti, promena upućivanja. Ove promene se u relativno kratkim vremenskim intervalima dostavljaju *kopijama* upravljačkih jedinica. U slučaju kvara glavne upravljačke jedinice kopije mogu da prihvate upravljanje mrežom prema najsvežijim podacima o korisnicima i mreži. Ponekad se u savremenim mrežama ovo rešenje naziva rešenjem za preživljavanje (*survivable system*).

Vežbe uz poglavlje 5.

1. Šta je zajedničko svojstvo svih oblika paketske signalizacije?
2. Koja je suštinska razlika u prenosu paketa koji nose signalnu informaciju i paketa koji nose govornu informaciju?
3. Koja je najjednostavniji oblik paketskog prenosa telefonske signalizacije?
4. Koji se signali klasične telefonije mogu prenositi paketskom mrežom?
5. Koji je osnovni uslov uspešnog prenosa tonskog biranja paketskom mrežom?
6. Verovatnoća pogrešnog bita je BER (*Bit Error Rate*)=0,0001 (što je vrlo visoki stepen smetnji) a signalna poruka se sastoji od 80 bita. Koliko signalnih poruka treba poslati a da verovatnoća da bar jedna stigne ispravna bude 0,99999 (što je vrlo visoki stepen raspoloživosti)?
7. Kakva je razlika u obezbeđivanju više pouzdanosti prenosa signalnih informacija od prenosa govora u ATM i IP tehničima?
8. Postoji li polje *red* u govornim ATM ćelijama?
9. Postoje li u ATM i FR prenosu signalizacije ATM ćelije i FR paketi istog sadržaja?
10. Mogu li se signali klasične telefonske tehnike prenositi preko Interneta?
11. Mogu li se signali IP telefonije prenositi klasičnom telefonskom mrežom?
12. Koja su dva načina prenosa telefonskih signala Internetom?
13. Koji je način povećanja pouzdanosti slanja signala svojstven samo Internetu?
14. Ako u klasičnoj telefonskoj mreži o upućivanju poziva odlučuje upravljački organ centrale koji organ odlučuje o upućivanju poziva u IP telefonskoj mreži?
15. Koja je signalizacija u IP telefonskoj mreži (SIP, H323) bliža signalizacijama u klasičnoj telefonskoj mreži?
16. Koja je signalizacija srodna IP signalizaciji H.323?
17. Koje su dve osnovne funkcije gejtveja (GW)?
18. Koji se novi zadatak GW-a pojavljuje sa uvođenjem novih adresiranja u mešovitim mrežama?
19. Da li je signalni protokol SIP primenjen u mrežama IP telefonije bliži telefonskim ili računarskim mrežama?

20. S čim se može uporediti komunikacija UAC – UAS (SIP mreža) u klasičnoj telefonskoj mreži?
21. Koji je protokol složeniji: SIP ili SIP-T?
22. Šta karakteriše signalizacije u korporacijskim telefonskim mrežama a ne postoji u javnim telefonskim mrežama?
23. Koja su dva suprotstavljena načela izgradnje savremenih telefonskih mreža?
24. Koja je osnovna prednost centralizovane mreže?
25. Koja je osnovna prednost decentralizovane mreže?
26. Koji namenski gejtvejevi postoje?
27. Da li se u *Media Gateway Controller*-u stiču medijski tj. govorni signali?
28. Posmatraju se protokoli MEGACO i SIP. Kojoj signalnoj poruci u SIP-u odgovara poruka *Subtract* iz MEGACO-a?
29. Šta je *lifeline* a šta *wireline*?

6. Pitanja o načinu komutacije u paketskim telefonskim mrežama

6.1. Kako se vrši komutacija u ATM-u?

Komutacija paketa tj. ćelija u ATM-u je najdelotvornija od svih komutacionih paketskih tehnika. Ona se obavlja u posebnom komutacionom organu. Osnovno svojstvo ATM komutacije je paralelno (istovremeno) komutiranje više ćelija. Komutacioni organ/polje (*Cell Switch Fabric, CSF*) služi za prespajanje tj. komutiranje ćelija od ulaza (*input port*) ka izlazima (*output port*).

6.2. Koje elemente sadrži komutacioni organ u ATM-u?

Pored komutacionih elemenata u ovaj postupak su uključeni i baferi za privremeno zadržavanje ćelija (bafer) radi izbegavanja sudara i gubitka ćelija. Naime, ćelije sa različitim ulaza u komutaciono polje mogu težiti istim izlazima pa se neka od njih mora privremeno zadržati u baferu radi sprečavanja gubitaka ćelija.

6.3. Šta je još funkcija ATM komutacionog polja?

Funkcija komutacionog polja je, takođe, i izbor manje prioritetnih ćelija koje mogu biti izgubljene ili zakašnjene. Da bi se pravilno shvatila funkcija komutacionog organa i neka njegova rešenja uvek treba imati na umu veličinu protoka u ovom organu. Naime, zbog visoke vrednosti protoka tj. kratkog trajanja ćelije, ne postoji mogućnost da se obradi (komutaciji) svake ćelije posveti neki organ. Iz ove činjenice proističu rešenja paralelnog komutiranja, samoupućivanja, (samo)uređivanja i sl.

6.4. Kako radi ATM komutaciono polje?

Komutaciono polje radi na sledeći način. Na njegovim ulazima se pojavljuju ćelije koje nose adresu izlaza kojem je upućena posmatrana ćelija. Ovu adresu svakoj ćeliji dodaje tzv. ulazna jedinica ATM čvora tj. centrale. Zadatak komutacionog polja je da ćeliju što brže “sprovede” do traženog izlaza uz što manju verovatnoću gubitka. Gubitak ćelije može nastati ako više od jedne ćelije *traži* uslugu iste međuveze ili nekog elementa komutacionog polja. Da bi se izbegli gubici uvode se u komutaciono polje baferi koji privremeno zadržavaju ćelije u ovim tzv. konfliktnim slučajevima. Na taj način se od komutacionih polja sa gubicima dobijaju komutaciona polja bez gubitaka (*lossless*) tj. komutaciona polja koja su idealno propusna. Osnovna svojstva ATM komutacionog organa koja pokazuju njegovu dobrotu su: protok dolaznih linkova i njihov broj, protok međuveza u komutacionom organu, propusnost tj. mogućnost ili nemogućnost unutrašnjih gubitaka i gubitaka na izlazima komutacionog polja.

6.5. Šta je to samoupućivanje u ATM komutacionom polju?

Samoupućivanje (*self-routing*) je svojstvo ATM komutacionog polja da se ATM ćelija upućuje kroz komutacione elemente na osnovu vrednosti pojedinih bitova adrese upućivanja a bez učešća nekog centralnog organa. Ovo svojstvo je od ključne važnosti za brzinu komutacije u ATM komutatorima.

6.6. Šta su to Banijanove mreže?

Banijanove (*Banyan*) mreže su višestepene (višekaskadne), blokirajuće, mreže a sastoje se od osnovnih komutacionih elemenata koji ostvaruju osnovno svojstvo Banijanove mreže: između

bilo kojeg ulaza i bilo kojeg izlaza kroz mrežu postoji samo jedan put. Ove mreže se često koriste u ATM komutatorima.

6.7. Šta su to Bečerove mreže?

Bečerove uređivačke mreže (*Batcher sorting network*) su mreže koje na svom izlazu daju ćelije uređene po vrednostima adresa, bez obzira u kakvom su poretku bile na ulazu. Ovaj postupak eliminiše interne blokade. Bečerove mreže se sastoje od osnovnih elemenata sa istim brojem ulaza i izlaza. U jednom ATM komutatoru ova mreža prethodi Banijanovoj komutacionoj mreži. Može se reći da su Bečerovo uređivanje, Banijanova mreža i samoupućivanje značajni činioci delotvornosti ATM komutacije. Treba reći da ove elemente ne sadrže sve ATM komutacije.

6.8. Kako se vrši komutacija u FR tehnici?

Na početku komutirane FR (SVC) veze se signalnim paketima (ramovima) ostvaruje put kroz FR mrežu. Signalni FR ramovi sadrže dovoljno podataka da se obezbedi put kroz mrežu, ali i da se obezbede potrebni resursi. Na kraju procesa uspostavljanja puta kroz mrežu u svim čvorovima mreže kroz koje veza prolazi, formiraju se tabele koje povezuju dolazne identifikatore veza (DLCI) i odlazne identifikatore veza. Skup parova povezanih dolaznih i odlaznih identifikatora veze kroz mrežne čvorove predstavlja uspostavljenu virtuelnu vezu kroz FR mrežu. Ova tabela u svakom čvoru predstavlja osnovu komutacije. Posle uspostavljanja veze sledi slanje korisničkih FR ramova koji se u svakom ramu na osnovu identifikatora (virtuelne) veze upućuju ka određenoj. Treba napomenuti da identifikatori veze pripadaju drugom sloju tako da se komutacija tj. upućivanje vrši znatno brže nego kad oznaka veze pripada trećem sloju.

6.9. Kako se vrši komutacija u Internetu?

Komutacija u IP tehnici je proces koji se svodi na upućivanje tj. prosleđivanje IP paketa. To je proces sličan onome u FR tehnici ali je još sporiji pošto se upućivanje vrši u IP sloju. Sa gledišta telefonske tehnike IP komutacija je nepovoljna u odnosu na ostale paketske tehnike jer zahteva relativno spor i složen proces upućivanja svakog IP paketa sa govornim sadržajem. Da bi se prevazišli ovi problemi razvijena je tehnika MPLS.

6.10. Koji su uzroci zadržavanja paketa u IP čvorovima?

Prvi uzrok je čekanje paketa na obradu zbog zauzetosti čvora obradom ranije pristiglih paketa. Drugi uzrok je čekanje zbog pretraživanja tabela upućivanja. Treći uzrok je čekanje na odlazni link zbog zauzetosti linka slanjem ranije obrađenih paketa.

6.11. Koja vremena kašnjenja treba uzeti u proračun kao vremena komutiranja?

Ova vremena su određena ITU-T preporukom Y.1541. Ova preporuka daje procenu vremena koje paketi provedu u mrežnom čvoru. Ona iznose od 5ms do 26ms od čega je minimalni tj. fiksni deo od 2ms do 10ms a promenljivi deo od 3ms do 16ms.

Vežbe uz poglavlje 6.

1. Koja paketska tehnika u mrežnom čvoru poseduje komutacioni organ za višestruko komutiranje?
2. Šta je nedostatak ATM komutacionog organa?
3. Kako se sprečavaju gubici u ATM komutatoru?
4. Čime se karakteriše *komutirana* FR veza kroz FR mrežu?
5. Čemu doprinosi komutiranje paketa u svakom čvoru?
6. Šta utiče na veličinu kašnjenja u mrežnom čvoru?
7. Šta je osnova brze FR komutacije?
8. Zašto je FR komutiranje brže od IP komutiranja?
9. Kako se IP komutiranje može ubrzati?
10. Po čemu se razlikuju kašnjenja u prenosu informacije u klasičnim i paketskim mrežama?

7. Pitanja o prenosu paketizovanog telefonskog signala kroz mrežu

7.1. Šta je to ućaurenje?

Ućaurenje (*encapsulation*) u paketskim mrežama je postupak ugradnje jedne strukture podataka u drugu radi prenosa kroz funkcionalni sloj ili mrežu. Na primer:

- IP paket se ućauruje u Ethernet paket radi prenosa Ethernet vodom,
- CCS7 ISUP poruke se mogu ućauriti u pakete SIP-T protokola,
- Ethernet paket se može ućauriti u ATM ćelije radi prenosa ATM mrežom.

7.2. Zašto se vrše ućaurenja?

Ethernet koji koristi CSMA/CD postupak je ograničenog dometa zbog mogućnosti sigurnog otkrivanja sudara paketa. Između računarskih mreža često postoje druge mreže koje rade na načelima različitim od Eterneta. Zbog svega toga je vrlo korisno iskoristiti mogućnost ućaurenja radi prenosa Ethernet paketa između tačaka u mreži.

7.3. Zašto je Ethernet prenos ograničen?

Ethernet koji se zasniva na načelu otkrivanja sudara paketa se naziva poludupleksni Ethernet. To je, ustvari, Ethernet pomoću koga rade računarske mreže organizovane na načelu sabirnice (*bus*). Da bi se to uspešno obavilo trajanje paketa mora imati dovoljno minimalno trajanje a dvostruko vreme prenosa preko Ethernet sabirnice ne sme biti duže od propisanog. Oba ova vremena su data vrednošću osnovnog intervala (*time slot*). Zbog propisanog najvećeg vremena prenosa, i Ethernet mreža je ograničenog raspona.

7.4. Ima li potpuno dupleksni Ethernet ograničenja daljine prenosa?

Samo ona koja potiču od ograničenja medija prenosa. Naime, potpuno dupleksni Ethernet je dvosmerni prenos Ethernet paketa po odvojenim putevima za svaki smer. Potpuno dupleksni Ethernet nije tehnika višestrukog pristupa nosiocu, ne postoje sudari pa ni propisana najveća dužina trajanja vremena prenosa.

7.5. U čemu se razlikuju ova dva Eterneta?

Poludupleksni Ethernet je tehnika rada lokalne mreže a potpuno dupleksni Ethernet je tehnika prenosa Ethernet paketa. Značajna je razlika u protocima. Naime, najveći teorijski protok po poludupleksnom Ethernet vodu je dvostruko manji od najvećeg teoriskog protoka po potpuno dupleksnom Ethernetu jer se prenos kod ovog drugog vrši po dva voda. Praktična razlika je još veća. Verovatnoća sudara, deo odbačenih paketa i broj retransmisija se povećavaju sa povećanjem protoka kod poludupleksnog Eterneta. Iskorišćenost potpuno dupleksnog Eterneta nema ovih ograničenja.

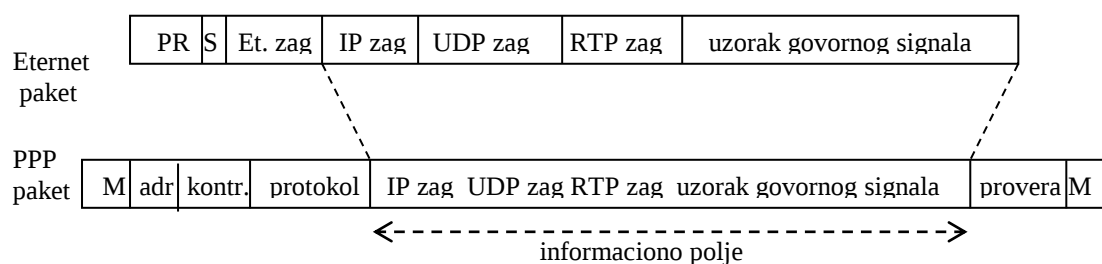
Razlika je i u propisanom najmanjem trajanju Ethernet paketa. Poludupleksni Ethernet paket se mora dopunjavati do propisanog trajanja da bi mu trajanje bilo jednako osnovnom intervalu.

Još jedna razlika postoji između tzv. gigabitskog poludupleksnog Eterneta i ostalih Eterneta. To je mogućnost grupnog slanja (naročito) kratkih paketa. Radi povećanja delotvornosti ovi paketi se grupišu i šalju zajedno, međusobno razdvojeni IPG (*InterPacket Gap*) ali sa slanjem dodatnih bitova koji ne nose informaciju ali sprečavaju da se vod zauzme od strane drugog pošiljaoca.

U potpuno dupleksnom radu postoji mogućnost izbegavanja zagušenja prijemnika slanjem poruke – paketa zastoja (*PAUSE*) od prijemnika ka predajniku. Po prijemu ovog paketa, predajnik obustavlja slanje na određeno vreme. Ovaj paket se može slati u oba smera i u svim stanjima tj. može ga poslati i prijemnik u onoj tački čiji je predajnik u stanju zastoja.

7.6. Šta je to PPP ućaurenje?

Prenos paketizovanih telefonskih signala protokolom PPP, slika 7.6., je namenjen niskopropusnim linkovima.

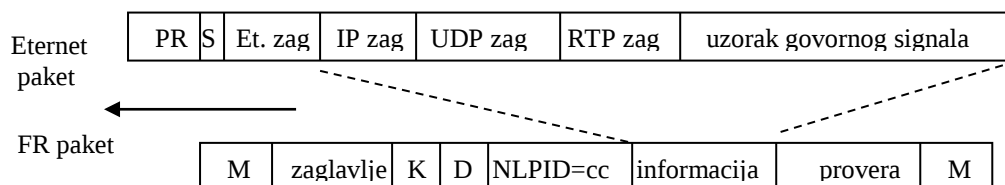


Slika 7.6.

Polje *protokol* govori šta je ućaurenjeno u informativno polje PPP paketa. Pošto je PPP veza između određenih taćaka, nije potrebno prenositi Ethernet zaglavlje. Pošto PPP paket ima svoje meće (M) ne prenosi se prethodnica (PR) i granićnik (S) iz Ethernet paketa.

7.7. Šta je to FR ućaurenje?

To je prenos IP paketa FR tehnikom, slika 7.7. Standardni FR paket se dopunjava sa tri polja koja slede zaglavlja. To su kontrolno polje (K, 1 oktet, heksadecimalna vrednost 03), dopuna (D, 1 oktet) ako je potrebno (popunjava se nulama) i polje koje odrećuje šta je ućaurenjeno u polju *informacije*.



Slika 7.7.

Ovo jednooktetsko polje se naziva NLPID (*Network Level Protocol Identifier*) i u njemu mogu biti sledeće (heksadecimalne) vrednosti sa sledećim znaćenjem:

8e - Internet paket (verzija 6, IPv6);

b0 - Komprimovani podaci (FRF.9);

b1 - Fragmentirani podaci (FRF.12);

cc - Internet paket (verzija 4, IPv4);

cf - PPP (RFC 1973), itd.

Ovih nekoliko vrednosti pokazuju da mogu biti i parne, za razliku od PPP identifikatora ućaurenjenja, i da mogu nositi jednom već ućaurene pakete (PPP).

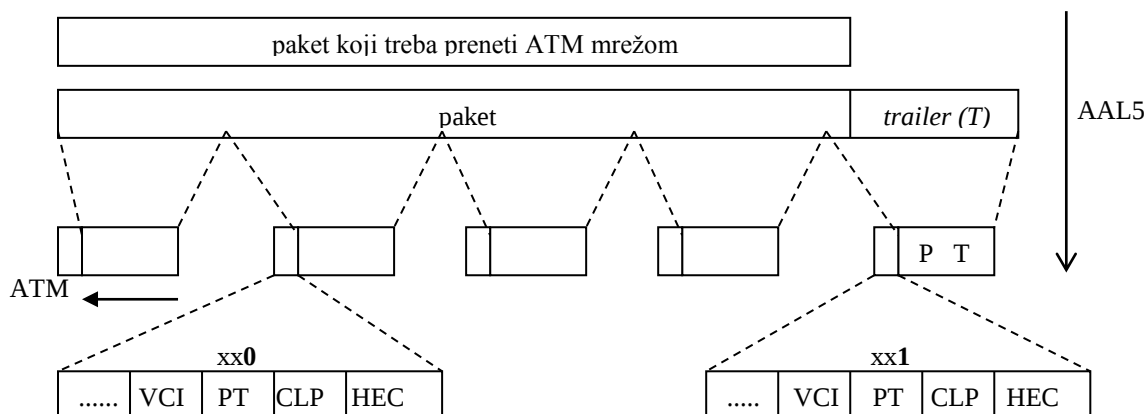
7.8. Šta je to ATM ućaurenje?

ATM prenos se vrši ćelijama istog trajanja od 53 okteta a korisni sadržaj je 48 okteta. Prenos paketa, koji je skoro redovno dući od 48 okteta, vrši se tako što se oni dele na delove koji

sadrže 48 okteta na predaji (fragmentacija) i objedinjavanje paketa na prijemu (*reassemble*). Kroz ATM mrežu se prenose standardne ATM ćelije. Postupak pripreme paketa za prenos preko ATM mreže na predajnoj strani i obnavljanje paketa na prijemnoj strani vrši se u tzv. ATM prilagodnom sloju broj 5.

7.9. Šta je ATM prilagodni sloj 5?

Prilagodni ATM sloj broj 5 (*ATM Adaptation Layer 5, AAL5*) služi da se paketi prenesu preko ATM mreže. Prvi korak u AAL5 postupku je dodavanje upravljačkog dodatka (*trailer, T*) paketu koji treba da se prenese preko ATM mreže, slika 7.9.



Slika 7.9.

Ovaj upravljački dodatak (8 okteta) se sastoji od polja među kojima je i polje za proveru ispravnosti prenosa (CRC). Sadržaj paketa koji treba preneti ATM ćelijama se deli na ćelije a poslednja se može dopuniti do standardnog sadržaja od 48 okteta. Dopuna (*padding, P*) se u poslednjoj ATM ćeliji nalazi ispred *trailer*-a.

Pošto se na početku prenosa paketa ne daju podaci o veličini paketa, poslednja ATM ćelija, tj. kraj paketa se označava tako što bit najmanje važnosti u polju vrsta poruke (PT) ATM zaglavlja poslednje ćelije uzima vrednost "1". U svim prethodnim ATM ćelijama koje nose jedan paket vrednost ovog bita je "0".

7.10. Šta se može smatrati nedostatkom ATM ućaurenja?

To je nepostojanje standardizovanih identifikatora protokola koji se ućauruju u ATM ćelije. Ovi identifikatori postoje kod PPP ućaurenja (polje *protokol*) i kod FR ućaurenja (NLPID). Zbog toga se pribegava jednom od dva rešenja.

- Jedno je dogovor korisnika o nameni pojedinih virtuelnih kola ućaurenju određenih protokola (*VC multiplexing*, RFC 2684). Na primer, virtuelno kolo broj 7 će se koristiti samo za ućaurenje IP paketa. Svojstveno ovom rešenju je bolje iskorišćenje paketa za korisnu informaciju i brža obrada paketa ali i potreba za većim brojem VC-ova.
- Drugo rešenje je takođe dogovor korisnika da se neki od postojećih identifikatora koriste za označavanje vrste protokola koji se prenosi (*Logical Level Control, LLC*, RFC 2684). To je, dakle, dogovor oko uvođenja neke vrste NLPID-a. Dobro svojstvo ovog načina je univerzalnost korišćenja virtuelnih kola.

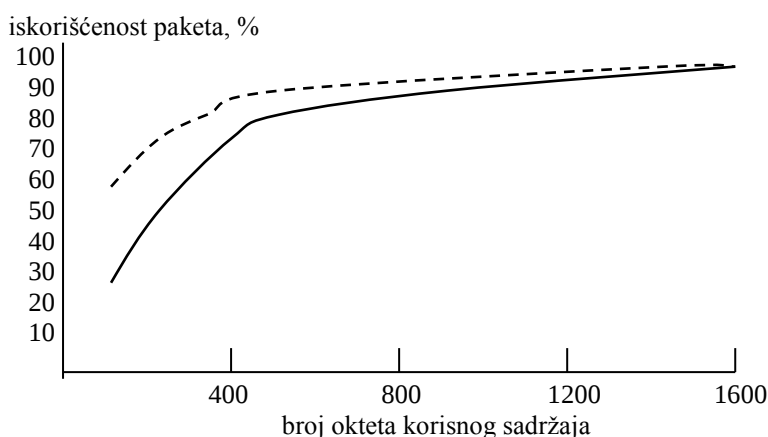
7.11. Šta su to višestruka ućaurenja?

Višestruka ućaurenja se izvode da bi se paketi preneli preko nekoliko mreža. Postupak je jednostavan: potpuni paket jedne mreže (zaglavlje i korisni sadržaj) se posmatra kao korisni

sadržaj paketa druge mreže, dodaje mu se još jedno zaglavlje i vrši se slanje. Ovaj postupak je moguće ponoviti nekoliko puta. Očigledno je da odnos zaglavlja i korisnog sadržaja raste sa višestrukim ućaurenjem. Sa gledišta korisnog sadržaja iskorišćenost protoka opada. Ovo je naročito izraženo kod prenosa paketizovanog govornog signala gde je korisni sadržaj mali a govorni uzorci se ne mogu udruživati u jedan paket zato što bi se povećalo kašnjenje.

7.12. Kako ućaurenja i zaglavlja utiču na iskorišćenost resursa?

Jedno od svojstava koje služi kao merilo delotvornosti prenosa paketa je zavisnost odnosa dela korisnog sadržaja i ukupnog sadržaja paketa od veličine korisnog sadržaja. To je tzv. iskorišćenost paketa.



Slika 7.12.

Zavisnost iskorišćenosti od veličine korisnog sadržaja paketa je prikazana na slici 7.12., gde je isprekidanom linijom prikazana najveća vrednost iskorišćenosti a punom linijom najmanja vrednost iskorišćenosti (višestruka ućaurenja). Ovde je potpuno jasno da veliki broj dugih zaglavlja a takođe i mali korisni sadržaj, kakav je po pravilu u paketskoj telefoniji, smanjuju iskorišćenost prenosa.

7.13. Koji je osnovni problem prenosa govornih paketa kroz paketske mreže?

To je problem zagušenja (*congestion*) mrežnih čvorova u toku trajanja uspostavljenih paketskih telefonskih veza. Ova pojava nije bila poznata u klasičnim telefonskim mrežama gde je zagušenje moglo da se pojavi kod uspostave veze ali nikako i tokom veze. Zagušenje mrežnih čvorova (i linkova) izaziva kašnjenje paketa, promenljivo kašnjenje paketa i, najzad, gubitke paketa. Sve ove pojave utiču negativno na kvalitet primljenog govornog signala. Zbog toga se u paketskim mrežama primenjuju postupci nadgledanja paketskih tokova i mere upravljanja zagušenjima.

7.14. Kako se može predstaviti mrežni čvor paketske mreže?

Mrežni čvor se može predstaviti sistemom usluge (multiplekser, server, link) koji imaju ograničeni najveći protok paketa. Pošto dolazni tok (tokovi) ima promenljivi tok uz svaki sistem usluge nalazi se bafer koji privremeno prihvata pakete u trenucima vršnih vrednosti dolaznog toka. Ovaj sistem se predstavlja modelom tzv. probušenog tj. curećeg suda (*leaky bucket, LB*) za tečnost.

7.15. Kako radi *leaky bucket*?

Uspostavlja se analogija između probušenog suda za tečnost i ograničenog bafera čiji je ulazni tok promenljiv a izlazni tok ima ograničenu vrednost. Ovakav sud (bafer) se može puniti vrlo promenljivim dotokom ali se tok praznjenja ne može povećati proporcionalno ulaznom toku. Ukoliko je sud (bafer) pun, dotok se pretvara u gubitak.

Pravila po kojima radi *LB* su sledeća:

-*LB* povećava sadržaj sa svakim došlim paketom a smanjuje sa svakim poslatim. Ako bafer nije prazan slanje paketa se vrši u jednakim vremenskim razmacima koji su određeni odlaznim tokom;

-slanje se obustavlja kada je *LB* prazan;

-kada sadržaj *LB* dostigne maksimum, *MB*, dolazni paketi se gube.

Vidi se da su dva osnovna parametra kojima se upravlja tokom najveća vrednost odlaznog toka i broj mesta u *LB*. Jasno je da korisnik ili korisnici preko *LB* ne mogu opteretiti mrežu protokom većim od najvećeg niti dugotrajnim “udarima” protoka. S druge strane, veliki bafer smanjuje gubitke ali smanjuje brzinu reagovanja na preopterećenja i povećava kašnjenje.

7.16. Šta je osnovni nedostatak upravljanja zagušenjima pomoću *LB*?

Nepostojanje povratnih podataka o zagušenjima u mreži *nizvodno* (*ingress*) od posmatranog čvora i nemogućnost delovanja na izvor paketa *uzvodno* (*egress*). Naime, samo načelo delovanja *LB*-a je lokalno i *naslepo* tj. bez informacije kakvo je stanje u čvorovima mreže ka kojima posmatrani čvor upućuje pakete. Ne postoji mogućnost da mrežni čvor utiče na izvor paketa kako bi se paketi tokova neosetljivih na kašnjenje slali kasnije, po prestanku zagušenja.

7.17. Šta je upravljanje zagušenjima?

Delotvornija tehnika upravljanja tokovima izvora od *LB* tehnike je ona koja koristi povratne informacije o stanju resursa mrežnih čvorova i prijemnika, pa njima prilagođava trenutni tok stvaranja ćelija. Potreba za ovakvim upravljanjem tokovima sa povratnom spregom je izuzetno važna u paketskim komunikacijama visokog protoka jer u ovoj tehnici i sasvim kratki intervali zagušenja mogu izazvati gubitke velikog broja paketa. Tehnika upravljanja protokom izvora na osnovu stanja zauzetosti organa mrežnih čvorova ili prijemnika naziva se tehnikom upravljanja zagušenjima.

7.18. Koja je najstarija tehnika povratne informacije o zagušenjima?

To je tehnika postavljanja ograničene vrednosti broja nepotvrđenih paketa, BNP. Poznato je da se najveći broj paketskih komunikacija obavlja sa potvrdom. Potvrda prijema paketa se najčešće vezuje za otkrivanje grešaka. Međutim, poruke o potvrdi prijema se, takođe, koriste za upravljanje tokom izvora. Naime, svaki izvor paketa ima unapred dozvoljen najveći broj nepotvrđenih paketa (*window size*). Kada izvor dostigne ovaj broj slanje se obustavlja. Ovde treba naglasiti da se nedolazak potvrde u određenom vremenskom intervalu takođe u izvoru može smatrati porukom o mogućem zagušenju.

7.19. Kako se (ne)potvrđivanje poruka koristi u pojedinim tehnikama?

Najstarija, X.25 paketska tehnika, u zaglavlju trećeg sloja nosi podatke (poslednja dva bita četvorobitskog polja GFI) o najvećem mogućem broju nepotvrđenih paketa (*modulo 8* ili *modulo 128* ili *modulo 32768*).

Kod osnovnog metoda retransmisije (*basic retransmission method*) CCS7 signalizacije moguće je poslati najviše 127 signalnih MSU poruka bez potvrde. U daljem postupku svaka potvrđena signalna poruka će izazvati slanje nove.

U korisničkoj signalizaciji tzv. uskopojasnog ISDN-a za signalni B kanal se dozvoljava da broj nepotvrđenih poruka bude do 7.

U transportnom protokolu Interneta, TCP, svaka sledeća retransmisija nepotvrđenih paketa se vrši posle dvostruko više vremena čime se, očigledno, smanjuje protok.

7.20. Koja tehnika ima najdelotvornije upravljanje zagušenjima?

Najdelotvornije upravljanje zagušenjima ima *Frame Relay* tehnika. Naime, u ovoj mreži čvor koji "predviđa" zagušenje menja vrednost bitova FECN i BECN (*Forward, Backward Explicit Congestion Notification*) u ramovima tj. paketima ka odredištu i ka izvoru, respektivno. Na ovaj način izvor najpre dobija informaciju o (predviđenom) zagušenju, ne čekajući da ga o tome "obavesti" prijemna strana. Istovremeno svi mrežni čvorovi od mesta zagušenja ka prijemniku takođe dobijaju informaciju o mogućem povećanom opterećenju u bliskoj budućnosti.

7.21. Kako se smanjuju zagušenja u ATM tehnici?

U ATM tehnici se mere protiv zagušenja sprovode u čvoru gde počinje zagušenje. Naime, 32. bit zaglavlja ATM ćelije CLP (*Cell Loss Priority*) omogućava da se razlikuju ćelije koje je, u slučaju početka zagušenja, moguće odbaciti i tako smanjiti zagušenje.

7.22. Koje svojstvo upravljanja zagušenjima je najvažnije u ATM tehnici?

Brzo delovanje koje je uzrokovano visokim protokom tako da i najkraći intervali zagušenja izazivaju velike gubitke.

Zamislimo da se prenos ATM ćelija vrši protokom od 622Mb/s tj. 1467000 ćelija/s. Neka je rastojanje između izvora i odredišta 1000km tj. vreme prenosa je $t=5ms$. Zanimajući ćelije na obradi u mrežnim čvorovima može se reći da se, zbog konačne brzine prenosa, "na putu" između izvora i odredišta nalazi 7335 ATM ćelija. Zamislimo da je u prijemniku došlo do zagušenja. Ukoliko prijemnik to odmah "javi" izvoru, izvor će ovu informaciju primiti posle vremena t . Dakle, od početka zagušenja do smanjenja zagušenja u prijemniku prođe vremenski interval od $2t$ ili bude izgubljeno 14670 ATM ćelija.

7.23. Kako se mogu sprečiti zagušenja u čvorovima?

Postupcima ranog otkrivanja početaka zagušenja i postepenog smanjivanja izvorišnog toka tj. povratnom spregom. Za ovu tehniku su određeni pokazatelji mogućeg zagušenja pa su na osnovu njih razvijeni algoritmi smanjivanja verovatnoće zagušenja.

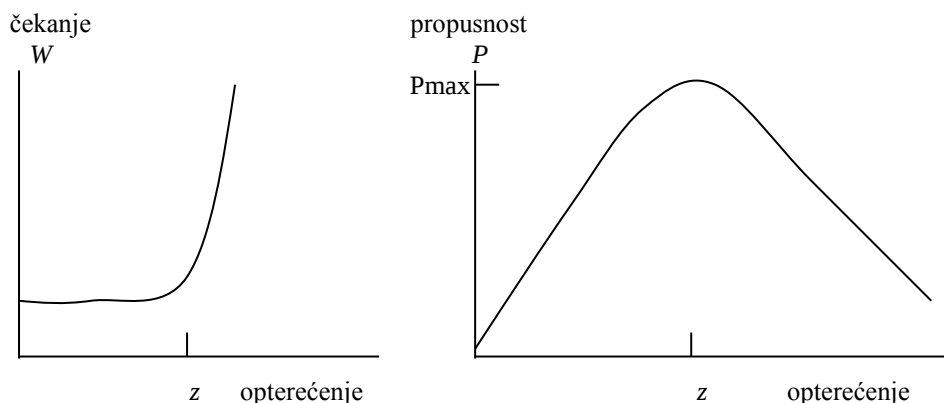
Tehnika ranog otkrivanja zagušenja u mrežnom čvoru paketske mreže je slična tehnici ranog otkrivanja preopterećenja upravljačkog procesora telefonske centrale sa uskladištenim upravljačkim programom. Kod telefonske centrale se dolazeće preopterećenje otkriva merenjem intenziteta novih poziva na perifernim organima centrale i preduzimanjem mera smanjivanja ovog intenziteta zakašnjavaanjem poziva, u slučaju potrebe. Na ovaj način se mere zaštite od preopterećenja/zagušenja pretvaraju u mere izgladivanja vršnih opterećenja.

7.24. Kako se menjaju propusnost i vreme čekanja sa povećanjem opterećenja čvora?

Svojstva dobro uređene mreže su da je kašnjenje u prenosu paketa kroz mrežne čvorove minimalno a baferi, koji služe da se u mrežnim čvorovima savladaju mala preopterećenja, su prazni. Sa povećanjem dolaznog toka, tj. opterećenja, baferi počinju da se pune a čekanje počinje da raste, slika 7.24. Istovremeno i propusnost tj. protok kroz čvor raste.

Povećanjem opterećenja dolazi se do tačke z koja predstavlja početak zagušenja. Sa daljim povećanjem opterećenja baferi se naglo pune, čekanje naglo počinje da raste a propusnost počinje da pada. Smatra se da je optimalna radna tačka određena onom vrednošću opterećenja pri kojoj je odnos propusnosti i srednjeg vremena čekanja, P/W , ima najveću vrednost.

Iz ovih činjenica se može lako zaključiti da mere zaštite od zagušenja treba preduzimati pre nego što opterećenje dostigne vrednost z .



Slika 7.24.

7.25. Šta su pokazatelji mogućeg zagušenja u čvorovima?

To su popunjenost bafera i vreme čekanja paketa na uslugu. Za ove veličine se postavljaju neke vrednosti praga, na čije dostizanje se izvoru šalju poruke o zahtevanom smanjenju izvornog toka. Ograničenje izvor(iš)nog toka se izvodi tako što se smanjuje granica broja poslatih paketa bez potvrde. Veza između mogućeg broja (poslatih a) nepotvrđenih paketa (BNP) i intenziteta izvornog toka je direktna.

7.26. Šta su nedostaci upravljanja zagušenjima povratnom spregom?

Oscilovanje i nestabilnost. Oscilovanje je pojava da se tok izvora periodično povećava i smanjuje. Oscilovanje u umerenim granicama se može podneti. Nestabilnost je pojava da se upravljanje svede na potpuno prigušenje izvornog toka ili potpuno zagušenje virtuelne veze. Pokazuje se da se u dobro odmerenom algoritmu upravljanja zagušenjima može postići da veza funkcioniše uz umerene i podesive oscilacije.

7.27. Kako se upravlja zagušenjima dozvoljenim brojem nepotvrđenih poruka (BNP)?

Tako što se utiče na vrednost BNP na dva načina. Kada se iz mreže dobije signal da postoje znaci mogućeg zagušenja BNP se smanjuje a ako ovih znakova nema BNP se (oprezno) povećava.

Posmatra se jedna (virtuelna) veza za prenos paketa koja se sastoji od izvora, odredišta i $M-1$ mrežnih čvorova. Za izvor je definisana vrednost dozvoljenog broja poslatih paketa za koje nije stigla potvrda (BNP). Uz pretpostavke o nezavisnosti rada mrežnih čvorova, i zanemarivanju vremena prostiranja, pokazuje se da se najveći odnos propusnosti prema kašnjenju postiže kada je $BNP=M$. Ovo se može uzeti za početnu vrednost broja nepotvrđenih paketa. Posle izvesnog vremena se, na osnovu poruke primljene iz mreže vrednost BNP može povećati ili smanjiti. Naime, ukoliko povratna informacija kaže da je, na primer, više od polovine mrežnih čvorova na pragu zagušenja tada se vrednost BNP smanjuje a u suprotnom se vrednost BNP povećava.

7.28. Na koja pitanja treba odgovoriti pri izgradnji postupka upravljanja zagušenjima?

Kako se otkriva početak zagušenja?

Kakav je postupak smanjivanja BNP?

Kakav je postupak povećanja BNP?

Kako se određuje granica delovanja mera protiv zagušenja?

U kojim vremenskim intervalima se vrši prepravka vrednosti BNP?
Kako pojedini parametri postupka deluju na oscilacije?

- **Početak** zagušenja se vezuje za stanje bafera u mrežnom čvoru ili neku veličinu koja je ovoj bliska. Odredi se prag ove veličine i ukoliko je ovaj prag dostignut to se signalizira izvoru.

- **Postupak smanjivanja BNP** mora da bude nelinearan tj. takav da brzo može da smanji izvorni tok na nultu ili neku vrednost koja ne može izazvati zagušenje. Razlog ovakvom zahtevu je opasnost od veoma brzog povećanja čekanja pri zagušenju. Odgovor na ovakvu opasnost mora, takođe, biti brz.

- Suprotno ovome, **postupak povećanja BNP** je, zbog opasnosti od oscilacija, blag tj. linearan.

- **Početak delovanja** mera protiv zagušenja se određuje tako da propusnost bude najveća tj. da odnos propusnosti i srednjeg vremena čekanja, P/W , bude najveći.

- Jasno je da se vrednost BNP neće prepravljati posle svakog paketa. Uzima se da razumni **vremenski interval za prepravljanje vrednosti BNP** vreme za koje stigne oko $2M$ potvrda o primljenim paketima.

- Smanjivanje vrednosti BNP izaziva smanjivanje broja čekajućih paketa u mrežnim čvorovima. Sledeće povećanje vrednosti BNP izaziva povećanje broja čekajućih paketa u čvorovima. Tako nastaju **oscilacije**. Da bi se oscilacije prigušile i smanjila verovatnoća njihovog nastajanja predlažu se dve mere.

Jedna je da se podaci o stanju zauzetosti bafera koji se šalju izvoru, ne odnose na trenutne vrednosti broja paketa na čekanju u mrežnim čvorovima već na prosečne.

Druga mera je smanjivanje koraka u kojima se smanjuje vrednost BNP. Jasno je da ova mera ima i lošu stranu pošto sporije deluje pa može biti nedovoljna u slučajevima velikih saobraćajnih "udara".

7.29. Kako se upravlja zagušenjem u ATM mreži?

U ATM mreži se za kontrolu zagušenja koriste tzv. RM (*Resource Management*) ćelije koje se mogu slati od izvora ka odredištu i od odredišta ka izvoru. Ove ćelije se od korisničkih ćelija razlikuju prema vrednosti polja PT (*Payload Type*) koje za korisničke ćelije ima vrednost $0xx$ a za RM ćelije vrednost 110 . Smer RM ćelije se razlikuje po vrednosti prvog bita sedmog okteta ($\langle 0 \rangle$ unapred, $\langle 1 \rangle$ unazad). Vrlo važan bit je i sledeći, drugi bit sedmog okteta, (CI, *Congestion Indication*) koji nosi informaciju o postojanju zagušenja u nekom od čvorova duž virtuelne veze. Naime, čvor u kome postoji zagušenje menja vrednost CI bita sa $\langle 0 \rangle$ na $\langle 1 \rangle$ u RM ćeliji koja je na putu od izvora do odredišta. Za dojavu zagušenja u nekom čvoru mogu se koristiti i korisničke ćelije tako što se njihova PT vrednost menja sa $00x$ na $01x$ ukoliko prolaze kroz čvor sa zagušenjem.

7.30. Kako se utiče na intenzitet ćelija u ATM izvoru?

Izvor šalje RM ćeliju ka odredištu. Vrednost bita CI je jednaka nuli. Izvor nastavlja da šalje ka odredištu korisničke ćelije (u kojima je $PT=00x$) sa protokom A_{max} koji se postepeno smanjuje do vrednosti A_{min} . U pogledu povratne RM ćelije mogući su sledeći slučajevi.

- Povratna RM ćelija kasni. Izvor nastavlja da šalje korisničke ćelije minimalnim protokom A_{min} .

- Povratna RM ćelija ne kasni ali se prima sa vrednošću $CI=1$. Izvor nastavlja da šalje korisničke ćelije minimalnim protokom A_{min} .

- Povratna RM ćelija ne kasni i prima se u izvoru sa vrednošću $CI=0$. Izvor ponovo počinje da šalje korisničke ćelije maksimalnim protokom A_{max} .

7.31. Kako se može ATM izvoru signalizirati moguće zagušenje?

Tako što se u povratnoj RM ćeliji vrednost CI=1 može postaviti zbog tri razloga.

Prvi je da sama RM ćelija prolazi unapred kroz čvor u kome postoji zagušenje.

Drugi razlog je da dve uzastopne RM ćelije nisu prošle kroz čvor sa zagušenjem ali su, u vremenu između ove dve RM ćelije, korisničke ćelije nailazile na čvor ili čvorove sa zagušenjem. One su preko izmenjene vrednosti polja PT sa 00x na 01x u odredištu izazvale da sledeća povratna RM ćelija nosi vrednost CI=1.

Treći razlog da povratna RM ćelija nosi vrednost CI=1 je sledeći. RM ćelija unapred nije naišla na čvor sa zagušenjem a takođe ni korisničke ćelije nisu naišle na čvor koji je zagušen. Međutim, povratna RM ćelija, koja iz odredišta kreće sa vrednošću CI=0, nailazi na svom putu ka izvoru na zagušenje i menja vrednost u CI=1 što je istovremeno i najbrži način da se izvoru dojavu da u mreži postoji zagušenje. Vidi se da se polje CI u ATM prenosu koristi slično kao polja FECN i BECN u FR tehnici.

7.32. Šta znači davanje prioriteta (prednosti) nekim paketima?

Kvalitet prenetog paketizovanog govora preko paketskih mreža veoma zavisi od kašnjenja paketa. Da bi se ovo kašnjenje smanjilo, uvodi se prioritarno usluživanje govornih paketa. Ovaj prioritet se može ostvariti na razne načine. Jedan od načina je preko polja ToS (*Type of Service*) u IP zaglavlju. Ako četvrti bit ovoga polja ima vrednost "1" tada se ovim paketima daje prednost u usluživanju. U zaglavlju ATM ćelija postoji bit CLP kojim se određuje prioritet ćelija. Mreže uređene na MPLS načelima razlikuju klase usluga po prioritetima (FEC). Ono na šta treba podsetiti da, prema teoriji usluživanja, u sistemima bez gubitaka smanjivanje kašnjenja kod paketa i ćelija višeg prioriteta izaziva povećanje kašnjenja kod ćelija i paketa nižeg prioriteta.

Vežbe uz poglavlje 7.

1. Šta je ućaurenje paketa u smislu obrade paketa?
2. Ćemu sluŹi ućaurenje paketa?
3. Kako ućaurenje utiće na iskorišćenje resursa prenosa?
4. Da li ućaurenje paketa uvek znaći povećavanje *duŹine* paketa?
5. Koja su najjednostavnija ućaurenja?
6. Ako se vrši FR ućaurenje a vrednost polja NLPID je 11010000 (levo bitovi manjeg znaćaja), o kojem se sadržaju radi?
7. Koliko bitova oznaćava poćetak a koliko kraj paketa ućaurenog u ATM ćelije?
8. Da li ućaurenja više utiću na iskorišćenost paketa kod prenosa datoteka ili kod prenosa glasa?
9. Da li ućaurenja više utiću na iskorišćenost paketa kod prenosa nekomprimovanog ili komprimovanog telefonskog signala?
10. Šta je paketsko zagušenje?
11. Koja dva svojstva u usluŹivanju paketa se istiću prilikom zagušenja?
12. Kakva je veza izmeću velićine bafera u mreŹnoj taćki, gubitaka paketa i kašnjenja?
13. Koji je najpoznatiji lokalni postupak savlaćivanja preopterećenja?
14. Šta je nedostatak LB-a?
15. Šta je pouzdani znak neispravnosti mreŹe?
16. Šta je pouzdani znak zagušenja u mreŹi?
17. Kako se zove prag posle koga izvor smanjuje intenzitet slanja poruka?
18. U kojim tehnikama je pojava zagušenja najkritićnija?
19. Koja su dva pokazatelja dolazećeg zagušenja?
20. Da li se poćetak rasta kašnjenja paketa i popunjenosti bafera moŹe smatrati poćetkom zagušenja?
21. Kako se smanjuje intenzitet stvaranja paketa pri nagoveštaju zagušenja?
22. Kako se povećava intenzitet stvaranja paketa u mreŹi bez zagušenja?

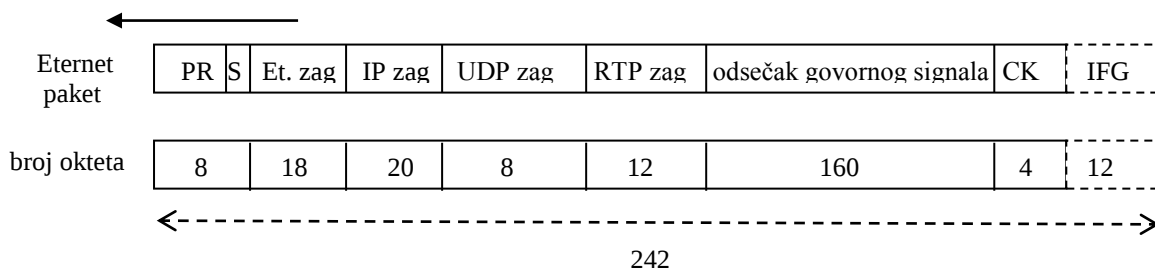
23. Šta je posledica preterane brzine povratne sprege između mesta zagušenja i izvora paketa?
24. Kako se smanjuju loše posledice gubitka paketa?

8. Pitanja o iskorišćenosti resursa raznim tehnikama prenosa

8.1. Za koliko se IP telefonskih veza mogu iskoristiti standardni protoci Ethernet prenosa ako nema kompresije govora i zaglavlja?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala Ethernet paketima, slika 8.1., čija su svojstva sledeća:

- govorni signal nije komprimovan (koder G.711 daje protok 64 kb/s),
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 160 okteta u sekundi,
- Ethernet zaglavlje se sastoji od standardnog zaglavlja i *VLAN tag*-a (14+4 okteta),
- polje za proveru tačnosti prenosa (CK) se sastoji od 4 okteta,
- paketi se prenose potpuno dupleksnim Ethernetom tako da angažuju samo polovinu raspoloživog protoka.



Slika 8.1.

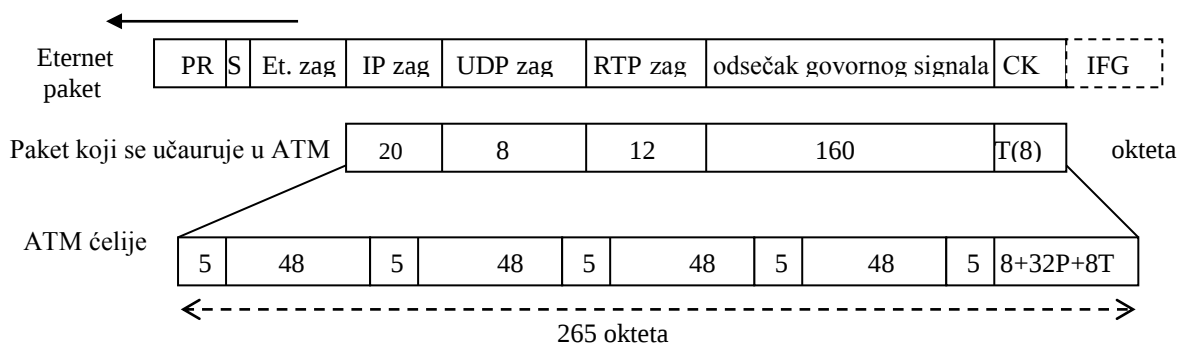
Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (242 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 96,8 \text{ kb/s}$ a standardni protoci Eterneta su 10Mb/s, 100Mb/s i 1000Mb/s. Polovinom ovih protoka može se preneti 51, 516 i 5168 paketskih telefonskih veza čije su osobine nabrojane. Jasno je da se ovaj broj veza može preneti u oba smera.

8.2. Za koliko se IP telefonskih veza mogu iskoristiti standardni protoci ATM prenosa ako nema kompresije govora i zaglavlja?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala ATM ćelijama, slika 8.2., čija su svojstva sledeća:

- govorni signal nije komprimovan ((koder G.711 daje protok 64 kb/s)),
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 160 okteta u sekundi,
- ATM *trailer* (T) se sastoji od 8 okteta,
- dopuna (*padding*, P) se koristi u poslednjoj ćeliji radi dopune sadržaja do 48 okteta,
- ATM ćelije se prenose polovinom protoka od 1,54Mb/s, 2,048Mb/s i 45Mb/s i 155Mb/s.

Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (265 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 106,0 \text{ kb/s}$. Polovinom standardnih ATM protoka može se preneti respektivno 7, 9, 212 i 731 paketskih telefonskih veza čije su osobine nabrojane.

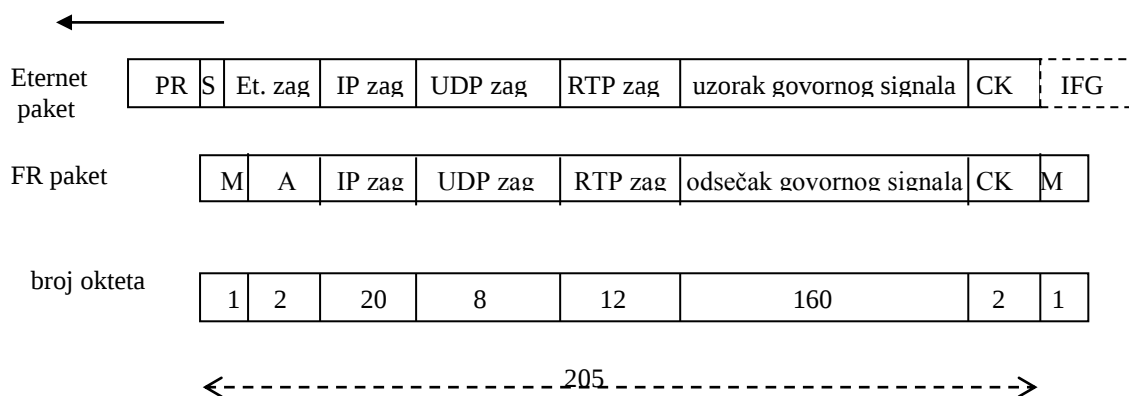


Slika 8.2.

8.3. Za koliko se IP telefonskih veza mogu iskoristiti standardni protoci FR prenosa ako nema kompresije govora i zaglavlja?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala FR paketima, slika 8.3., čija su svojstva sledeća:

- govorni signal nije komprimovan ((koder G.711 daje protok 64 kb/s)),
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 160 okteta u sekundi,
- FR paketi imaju dvooktetsku adresu,
- između FR paketa se nalazi samo po jedna međa (M),
- paketi se prenose FR prenosom tako da angažuju samo polovinu raspoloživog protoka.



Slika 8.3.

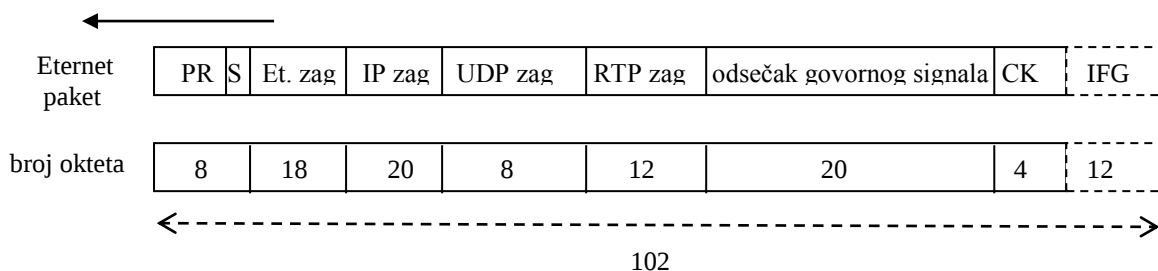
Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (205 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 82,0 \text{ kb/s}$ a standardni protoci u FR mreži su 64kb/s, 128kb/s, 384kb/s, 512kb/s, 1,54Mb/s, 2,048Mb/s i 45Mb/s. Polovinom ovih protoka može se preneti respektivno 0, 0, 2, 3, 9, 12, i 274 paketskih telefonskih veza čije su osobine nabrojane.

8.4. Kako utiče kompresija govornog signala na iskorišćenost protoka u Ethernet prenosu?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala Ethernet paketima, slika 8.4., čija su svojstva sledeća:

- govorni signal je komprimovan koderom G.729 koji daje protok 8kb/s,
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 20 okteta u sekundi,

- Ethernet zaglavlje se sastoji od standardnog zaglavlja i *VLAN tag-a* (14+4 okteta),
- polje za proveru tačnosti prenosa (CK) se sastoji od 4 okteta,
- paketi se prenose potpuno dupleksnim Ethernetom tako da angažuju samo polovinu raspoloživog protoka.



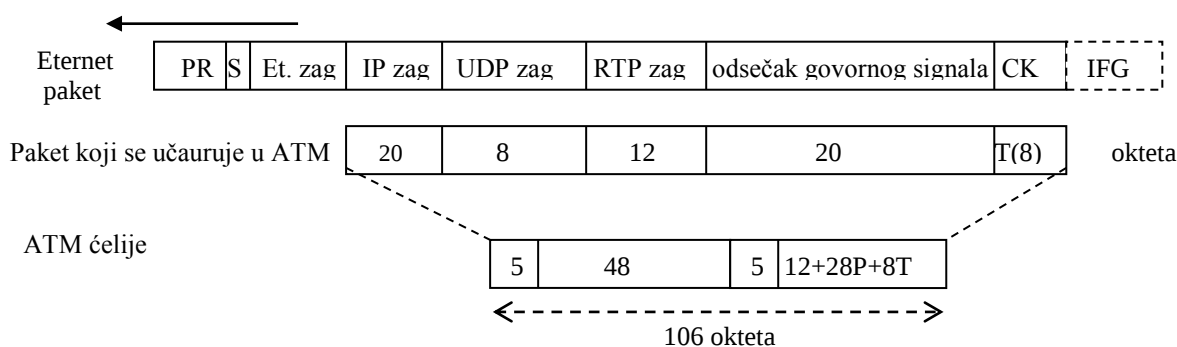
Slika 8.4.

Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (102 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 40,8 \text{ kb/s}$ a standardni protoci Eterneta su 10Mb/s, 100Mb/s i 1000Mb/s. Polovinom ovih protoka se u oba smera može preneti 122, 1225 i 12254 paketskih telefonskih veza čije su osobine nabrojane.

8.5. Kako utiče kompresija govornog signala na iskorišćenost protoka u ATM prenosu?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala ATM ćelijama, slika 8.5., čija su svojstva sledeća:

- govorni signal je komprimovan koderom G.729 koji daje protok 8kb/s,
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 20 okteta u sekundi,
- ATM *trailer* (T) se sastoji od 8 okteta,
- dopuna (*padding*, P) se koristi u poslednjoj ćeliji radi dopune sadržaja do 48 okteta,
- ATM ćelije se prenose polovinom protoka od 1,54Mb/s, 2,048Mb/s i 45Mb/s i 155Mb/s.



Slika 8.5.

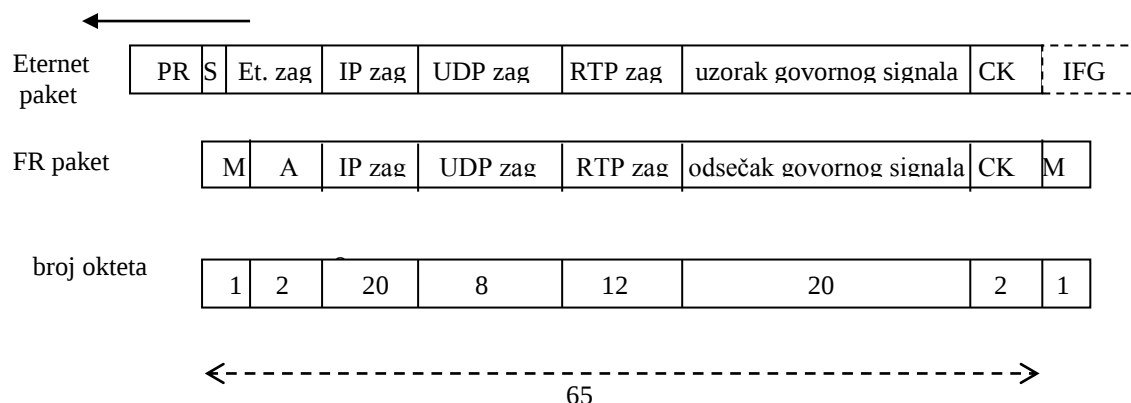
Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (106 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 42,4 \text{ kb/s}$. Polovinom standardnih ATM protoka može se preneti 18 (1,54Mb/s), 24 (2,048Mb/s), 530 (45Mb/s) i 1827 (155Mb/s) paketskih telefonskih veza.

8.6. Kako utiče kompresija govornog signala na iskorišćenost protoka u FR prenosu?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala FR paketima, slika 8.6., čija su svojstva sledeća:

- govorni signal je komprimovan koderom G.729 koji daje protok 8kb/s,
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 20 okteta u sekundi,
- FR paketi imaju dvooktetsku adresu,

- između FR paketa se nalazi samo po jedna međa (M),
- paketi se prenose FR prenosom tako da angažuju samo polovinu raspoloživog protoka.



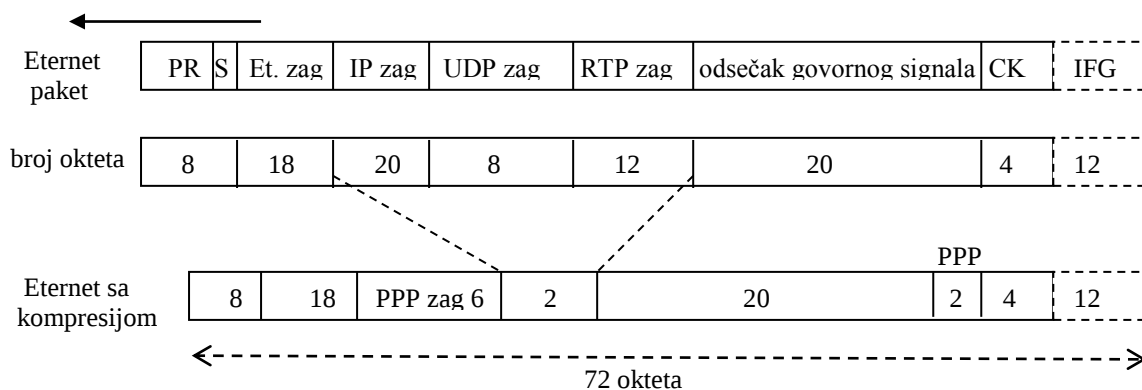
Slika 8.6.

Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (65 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 26,0 \text{ kb/s}$ a standardni protoci u FR mreži su 64kb/s, 128kb/s, 384kb/s, 512kb/s, 1,54Mb/s, 2,048Mb/s i 45Mb/s. Polovinom ovih protoka može se preneti respektivno 1, 2, 7, 9, 29, 39, i 865 paketskih telefonskih veza.

8.7. Kakva je iskorišćenost Ethernet protoka ako se komprimuje i zaglavlje i govorni signal?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala Ethernet paketima, slika 8.7., čija su svojstva sledeća:

- izvor govora pristupa Ethernet prenosu preko linije malog protoka pa je signal prenet pouzdanim PPP protokolom čije zaglavlje sadrži 6 okteta a polje za proveru 2 okteta,
- IP/UDP/RTP zaglavlje je komprimovano i svedeno je sa 40 okteta na 2 okteta,
- govorni signal je komprimovan koderom G.729 koji daje protok 8kb/s,
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 20 okteta u sekundi,
- Ethernet zaglavlje se sastoji od standardnog zaglavlja i *VLAN tag-a* (14+4 okteta),
- polje za proveru tačnosti prenosa (CK) se sastoji od 4 okteta,
- paketi se prenose potpuno dupleksnim Ethernetom tako da angažuju samo polovinu raspoloživog protoka.



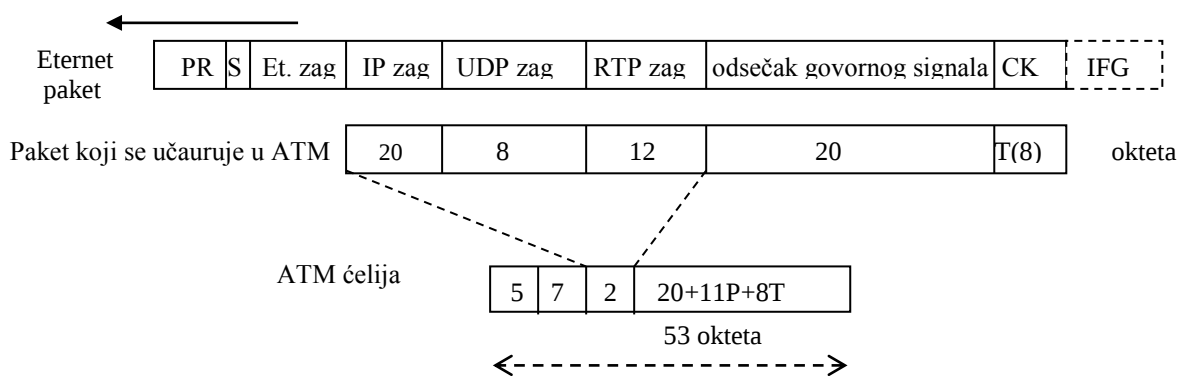
Slika 8.7.

Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (72 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 28,8 \text{ kb/s}$ a standardni protoci Eterneta su 10Mb/s, 100Mb/s i 1000Mb/s. Polovinom ovih protoka se u oba smera može preneti 173, 1736 i 17361 paketskih telefonskih veza čije su osobine nabrojane.

8.8. Kakva je iskorišćenost ATM protoka ako se komprimuje i zaglavlje i govorni signal?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala ATM ćelijama, slika 8.8., čija su svojstva sledeća:

- izvor govora pristupa ATM prenosu preko linije malog protoka pa je signal prenet pouzdanim PPP protokolom čije zaglavlje sadrži 7 okteta a polje za proveru ne postoji,
- IP/UDP/RTP zaglavlje je komprimovano i svedeno je sa 40 okteta na 2 okteta,
- govorni signal je komprimovan koderom G.729 koji daje protok 8kb/s,
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 20 okteta u sekundi,
- ATM trailer (T) se sastoji od 8 okteta,
- dopuna (*padding*, *P*) se koristi radi dopune ćelije sadržaja do 48 okteta,
- ATM ćelije se prenose polovinom protoka od 1,54Mb/s, 2,048Mb/s i 45Mb/s i 155Mb/s.

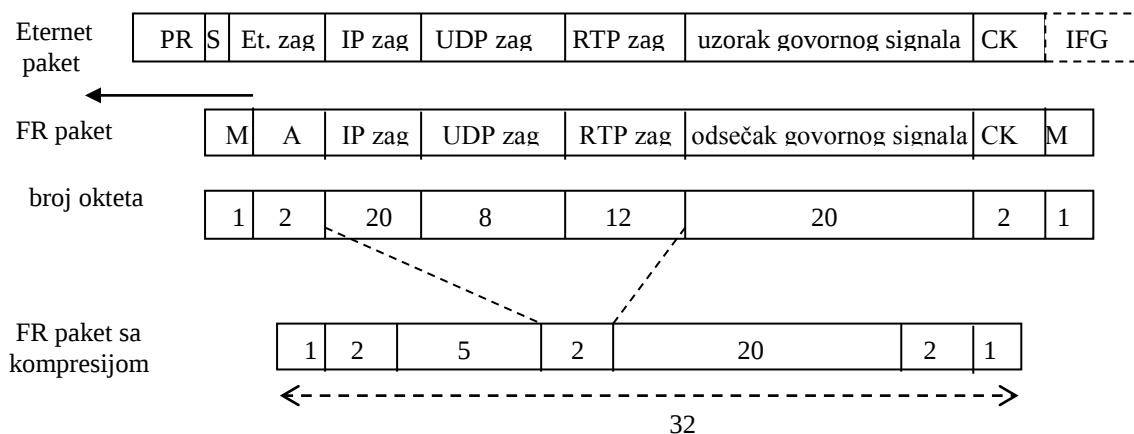


Slika 8.8.

Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (53 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 21,2 \text{ kb/s}$. Polovinom standardnih ATM protoka može se preneti 36 (1,54Mb/s), 48 (2,048Mb/s), 1061 (45Mb/s) i 3655 (155Mb/s) paketskih telefonskih veza.

8.9. Kakva je iskorišćenost FR protoka ako se komprimuje i zaglavlje i govorni signal?

Posmatra se prenos paketizovanog govornog signala FR paketima, slika 8.9., čija su svojstva sledeća:



Slika 8.9.

- izvor govora pristupa FR prenosu preko linije malog protoka pa je signal prenet pouzdanim PPP protokolom čije zaglavlje sadrži 5 okteta a polje za proveru ne postoji,
- IP/UDP/RTP zaglavlje je komprimovano i svedeno je sa 40 okteta na 2 okteta,
- govorni signal je komprimovan koderom G.729 koji daje protok 8kb/s,
- odsečak govornog signala traje 20ms tj. postoji 50 odsečaka od po 20 okteta u sekundi,
- FR paketi imaju dvooktetsku adresu,
- između FR paketa se nalazi samo po jedna međa (M),
- paketi se prenose FR prenosom tako da angažuju samo polovinu raspoloživog protoka.

Bitski protok jedne veze je: $(50 \text{ paketa/s}) \times (32 \text{ okteta}) \times (8 \text{ bita}) = 12,8 \text{ kb/s}$ a standardni protoci u FR mreži su 64kb/s, 128kb/s, 384kb/s, 512kb/s, 1,54Mb/s, 2,048Mb/s i 45Mb/s. Polovinom ovih protoka može se preneti 2(64kb/s), 5(128kb/s), 15(384kb/s), 20(512kb/s), 60(1,54Mb/s), 80(2,048Mb/s), i 1757(45Mb/s) paketskih telefonskih veza.

8.10. Kakva je zavisnost iskorišćenosti protoka od trajanja govornog odsečka?

U tabeli 8.10. se pokazuje zavisnost parametara paketskog prenosa govora po Eternetu, FR-u i ATM-u, za koder G.711 i kompresor G.729, od dužine vremenskog odsečka govornog signala za vrednosti 10ms, 20ms i 30ms. Broj veza je računat tako da se iskoristi polovina raspoloživog protoka. Kompresija zaglavlja nije izvršena.

Tabela 8.10.

	Koder kompresor	G.711			G.729		
	Bitski protok, kb/s	64			8		
	Odsečak govora, ms	10	20	30	10	20	30
	IP sadržaj, okteta	80	160	240	10	20	30
	Ceo IP paket, okteta	120	200	280	50	60	70
Eternet	Eternet paket, okteta	150	230	310	80	90	100
	Eternet protok po jednom razgovoru, kb/s	130	96,8	85,9	73,6	40,8	29,9
	Broj razgovora po 10Mb/s	38	51	58	67	122	167
	Broj razg. po 100Mb/s	385	516	582	679	1225	1674
	Broj razg. po 1Gb/s	3855	5168	5823	6793	12254	16742
Frame Relay	Frame Relay paket, bajta	124	204	284	54	64	74
	FR protok po razgovoru, kb/s	100	82,0	76,0	44,0	26,0	20,0
	Broj razg. po 64kb/s	0	0	0	0	1	1
	Broj razg. po 128kb/s	0	0	0	1	2	3
	Broj razg. po 384kb/s	1	2	2	4	7	9
	Broj razg. po 512kb/s	2	3	3	5	9	12
	Broj razg. po 1,54Mb/s	7	9	10	17	29	38
	Broj razg. po 2,048Mb/s	10	12	13	23	39	51
	Broj razg. po 45Mb/s	225	274	296	511	865	1125
ATM	ATM ćelija po uzorku govora	3	5	6	2	2	2
	ATM sadržaj, okteta	120	200	280	50	60	70
	ATM protok po razgovoru, kb/s	127,2	106,0	84,8	84,8	42,4	28,3
	Broj razg. po 1,54Mb/s	6	7	9	9	18	27
	Broj razg. po 2,048Mb/s	8	9	12	12	24	36
	Broj razg. po 45Mb/s	176	212	265	265	530	796
	Broj razg. po 155Mb/s	609	731	914	914	1827	2742

8.11. Kakva je zavisnost iskorišćenosti protoka od trajanja govornog odsečka ako je zaglavlje komprimovano?

U tabeli 8.11. se pokazuje zavisnost parametara paketskog prenosa govora po Eternetu, FR-u i ATM-u, za koder G.711 i kompresor G.729, od dužine vremenskog odsečka govornog signala za vrednosti 10ms, 20ms i 30ms. Broj veza je računat tako da se iskoristi polovina raspoloživog protoka. Izvršena je kompresija zaglavlja i PPP učajunjenje.

Tabela 8.11.

		G.711			G.729		
Koder kompresor		64			8		
Bitski protok, kb/s							
Odsečak govora, ms		10	20	30	10	20	30
IP sadržaj, okteta		80	160	240	10	20	30
Ceo IP paket, okteta		82	162	242	12	22	32
Eternet	Eternet paket, okteta	120	200	280	50	60	70
Eternet protok po jednom razgovoru, kb/s		106	84,8	77,9	49,6	28,8	21,9
Broj razgovora po 10Mb/s		47	58	64	100	173	228
Broj razg. po 100Mb/s		473	589	642	1008	1736	2286
Broj razg. po 1Gb/s		4734	5896	421	10080	17361	22868
Frame Relay	Frame Relay paket, bajta	91	171	251	21	31	41
FR protok po razgovoru, kb/s		73,6	68,8	7,2	17,6	12,8	11,2
Broj razg. po 64kb/s		0	0	0	1	2	2
Broj razg. po 128kb/s		0	0	0	3	5	5
Broj razg. po 384kb/s		2	2	2	10	15	17
Broj razg. po 512kb/s		3	3	3	14	20	22
Broj razg. po 1,54Mb/s		10	11	11	43	60	68
Broj razg. po 2,048Mb/s		13	14	15	58	80	91
Broj razg. po 45Mb/s		305	327	334	1278	1757	2009
ATM	ATM ćelija po uzorku govora	3	4	6	1	1	1
ATM sadržaj, okteta		89	169	249	19	29	39
ATM protok po razgovoru, kb/s		127,2	84,8	84,8	42,4	21,2	14,2
Broj razg. po 1,54Mb/s		6	9	9	18	36	54
Broj razg. po 2,048Mb/s		8	12	12	24	48	72
Broj razg. po 45Mb/s		176	265	265	530	1061	1592
Broj razg. po 155Mb/s		609	913	914	1827	3655	5484

Vežbe uz poglavlje 8.

1. Kojim se standardnim paketskim tehnikama prenose paketi u mreži?
2. U kojim se vremenskim odsečcima najčešće prenosi paketizovani telefonski govorni signal?
3. Koliko se govornih odsečaka smešta u jedan paket?
4. Koliko okteta sadrži nekomprimovano IP zaglavlje paketa koji nosi govorni sadržaj?
5. Koliko okteta čini sadržaj paketa koji nosi nekomprimovani govorni signal?
6. Koliko okteta čini sadržaj paketa koji nosi komprimovani (G.729) govorni signal?
7. Koliko okteta sadrži IP paket bez kompresije zaglavlja i bez kompresije sadržaja?
8. Koliko okteta sadrži IP paket sa kompresijom zaglavlja i sadržaja (G.729)?
9. Koliko od ukupnog IP paketa otpada na sadržaj u sledećim slučajevima (govorni odsečak 10ms, kompresor govornog signala G.729):
 - a) nekomprimovano zaglavlje, nekomprimovani sadržaj,
 - b) nekomprimovano zaglavlje, komprimovani sadržaj,
 - c) komprimovano zaglavlje, nekomprimovani sadržaj,
 - d) komprimovano zaglavlje, komprimovani sadržaj,
10. Koliko najviše telefonskih veza može da se ostvari po polovini Ethernet protoka 100Mb/s ako je dozvoljena kompresija zaglavlja i govornog signala (G.729)?
11. Koliko najmanje telefonskih veza može da se ostvari po polovini Ethernet protoka 100Mb/s?
12. Koliko se IP telefonskih veza može preneti po jediničnom bitskom protoku 1Mb/s u slučaju Eterneta, FR i ATM, (odsečak govora 20ms, nema kompresija)?
13. Koliko se IP telefonskih veza može preneti po jediničnom bitskom protoku 1Mb/s u slučaju Eterneta, FR i ATM, (odsečak govora 20ms, komprimovano zaglavlje i govorni signal po G.729)?
14. Koja tehnika najbolje koristi protok u IP telefoniji?
15. Koje je loše svojstvo Ethernet prenosa kod primene kompresije?

9. Pitanja o kvalitetu paketskog telefonskog signala

9.1. Šta je kvalitet prenetog paketskog govornog signala?

Kvalitet paketske telefonije u širem smislu se odnosi na sve faze telefonske veze. Tu se, pre svega, misli na kvalitet govornog signala tj. na razliku ovog signala između odredišta i izvora. Ali ni ostali činioci kvaliteta telefonske veze kao što su brzina uspostavljanja veze, kašnjenje govornih paketa, odstupanje veličine kašnjenja paketa od srednje vrednosti, deo izgubljenih paketa, se ne mogu zanemariti.

9.2. Kako se ocenjuje kvalitet prenosa?

Objektivnim, subjektivnim i proračunskim putem.

Objektivni metodi se zasnivaju na merenju fizičkih veličina vezanih za prenos govornog signala (snaga signala, snaga šuma, kašnjenje signala, signal odjeka, itd).

Subjektivne metode daju ocenu kvaliteta na osnovu mišljenja korisnika. Za sprovođenje subjektivnog ocenjivanja potrebno je imati i dovoljno veliki skup ocenjivača i dovoljno veliki skup različitih govornika.

Proračunske metode se zasnivaju na poznatim ocenama koje su utvrđene više puta i smatraju se dovoljno pouzdanim tako da se u oceni uzimaju kao veličina koja smanjuje kvalitet za neki deo.

9.3. Da li su rezultati ocenjivanja po subjektivnim i objektivnim metodama podudarni?

Ne. Ovi rezultati se mogu razlikovati u znatnoj meri. Jedna od najstarijih metoda objektivnog ocenjivanja je određivanje odnosa signal-šum. Međutim, upoređenje ove objektivne metode sa subjektivnim ocenama pokazuje znatna odstupanja. Zbog toga je razvijen niz objektivnih testova koji pokazuju veću podudarnost sa subjektivnim ocenama a jedan od najčešće korišćenih je PSQM (*Perceptual Speech Quality Measure*, PSQM).

9.4. Koje dve vrste subjektivnog ocenjivanja telefonske veze postoje?

Može se ocenjivati celokupni postupak uspostave veze kao i kvalitet govornog signala u oba smera (test potpune veze, *conversation opinion test*) ali i samo kvalitet govornog signala u jednom smeru već ostvarene veze (test slušanja, *listening opinion test*). Jasno je da je prvi test obuhvatniji jer daje ocenu svih faza veze i uzima u obzir sve ometajuće činioce. Drugi, test slušanja se koncentriše samo na prenosna svojstva sistema koji se ocenjuje. Da bi se postigli isti uslovi u testu slušanja se na predajnoj strani emituje snimljeni govor za razliku od prvog testa gde učestvuju govornik i slušalac.

9.5. Kojoj metodi ocenjivanja kvaliteta se daje prednost u paketskoj telefoniji?

Kvalitet telefonskog signala se u paketskoj telefoniji sve češće ocenjuje subjektivnom metodom. Postoje tri razloga za ovo. Prvi je taj što subjektivne ocene opisuju kvalitet koji će osećati i sami korisnici jer su ocenjivači, ustvari, prosečni korisnici a ne samo eksperti. Drugi razlog je taj što samo subjektivne ocene mogu da objedine različite uticaje na kvalitet veze i da ih izraze kroz jedan broj tj. ocenu. Treća prednost subjektivnih metoda nad objektivnim je što samo subjektivne metode mogu da uzmu u obzir neke psihološke činioce i izraze ih kroz ocenu.

9.6. Kako se obezbeđuje da subjektivne ocene imaju univerzalnu vrednost?

Tako što se svi uslovi testiranja brižljivo propisuju. U ITU-T Preporuci P.800 se propisuju svi detalji prilikom ispitivanja: veličina prostorija u kojoj su govornik i slušalac, šum u ovim prostorijama, jačina govornog signala, oblik rečenica, pol i uzrast govornika, itd.

9.7. Šta je MOS?

To je srednja subjektivna ocena (*Mean Opinion Score*) kvaliteta govora dobijena od više različitih ocenjivača. Ocena se kreće od 0 do 5. Najviši kvalitet ima digitalna lokalna veza ostvarena u tehnici komutacije kanala sa protokom 64 kb/s. Ocene kvaliteta su podeljene u nekoliko oblasti:

- nedovoljan (do 1) tj. skoro svi ocenjivači i korisnici nezadovoljni,
- slab (od 1 do 2) – mnogi korisnici nezadovoljni,
- dobar (od 2 do 3) – neki korisnici nezadovoljni,
- vrlo dobar (od 3 do 4) – korisnici zadovoljni,
- odličan (od 4 do 5) – korisnici vrlo zadovoljni.

9.8. Šta je E model?

To je proračunski model koji služi za ocenu kvaliteta telefonskih veza u planiranju i organizacije mreže. Osnovno svojstvo postupka ocene kvaliteta prenetog telefonskog signala je objedinjena ocena kvaliteta koja uzima u obzir sasvim različite uticaje: šumove, odjek, kašnjenje, kompresiju, itd., pa čak i neke psihološke činioce kao što je očekivanje delotvornosti veze. Ovaj model ima poseban značaj u ocenjivanju savremenih paketskih telefonskih veza jer uzima u obzir delove digitalne obrade signala kao što su koderi, kompresori, potiskivači tišine i odjeka, postupci nadoknade izgubljenih poziva, i sl. Značaj ovog modela se može slikovito prikazati ako se kaže da je ITU-T preporuka o E modelu (G.107) od 1998. do 2005. pet puta obnavljana sa dodatim novim sadržajima.

9.9. Zbog čega je razvijen E model?

Zbog velikog broja činilaca koji utiču na kvalitet telefonskog signala. U savremenim telefonskim mrežama se pojavljuju novi činioci kao što su kodovanje, višestruko kodovanje, komprimovanje, višestruko komprimovanje, kašnjenje paketa, odjek, gubici poziva, izgladivanje kašnjenja, pa bi ocena kvaliteta telefonskog signala na stari način ocenom svakog činioća bila suviše složena.

9.10. Šta je osnova E modela?

Osnovu čini referentni model telefonske veze i usvojene vrednosti veličine uticaja pojedinih činilaca na kvalitet telefonske veze. Rezultat primene E modela je ocena kvaliteta prenetog telefonskog signala planiranom vezom od početka do kraja (od usta do uha). Ova ocena je veoma pogodna zato što je razumljiva i ekspertima i korisnicima, za razliku od objektivnih ocena koje su razumljive samo ekspertima.

9.11. Šta je svojstvo aditivnosti uticaja u E modelu?

To je svojstvo da se svaki uticaj na telefonsku vezu može predstaviti bezdimenzionim brojem i da se ovi brojevi mogu sabirati i oduzimati, dajući zbirnu ocenu kvaliteta telefonskog signala na prijemnoj strani zamišljene veze.

9.12. Šta predstavlja osnovnu jednačinu E modela?

To je jednačina koja povezuje ukupni činilac dobrote (*Rating factor, R*) jedne veze sa pokazateljima pojedinih uticaja:

$$R = R_0 - I_s - I_d - I_e + A \quad \text{gde su:}$$

R_0 – kvalitet idealne veze umanjen za osnovni šum prostorije govornika i osnovni šum kola. Ova vrednost se uzima da je oko 94 i smatra se da predstavlja kvalitet lokalne ISDN veze u kojoj su svi drugi činioci zanemarljivi;

I_s – činilac koji objedinjuje istovremene ometajuće pojave, kao što su odstupanja korisničkih strana od standardnih vrednosti, preveliki uticaj sopstvenog glasa govornika i šum kvantizacije;

I_d – činilac koji iskazuje uticaj kašnjenja govornog signala i odjeka (kod govornika i kod slušaoca) na smanjenje kvaliteta veze;

I_e – činilac koji iskazuje uticaj kompresora, gubitka paketa i postupaka nadoknade paketa;

A – činilac unapređenja kvaliteta veze koji je psihološki činilac i pokazuje subjektivni osećaj poboljšanja veze ukoliko se očekuje loša veza ili se ne očekuje njeno ostvarenje.

Očigledno je da činioci I_s , I_d i I_e umanjuju kvalitet veze a samo činilac A može povećati kvalitet veze.

9.13. Kako utiče činilac unapređenja veze?

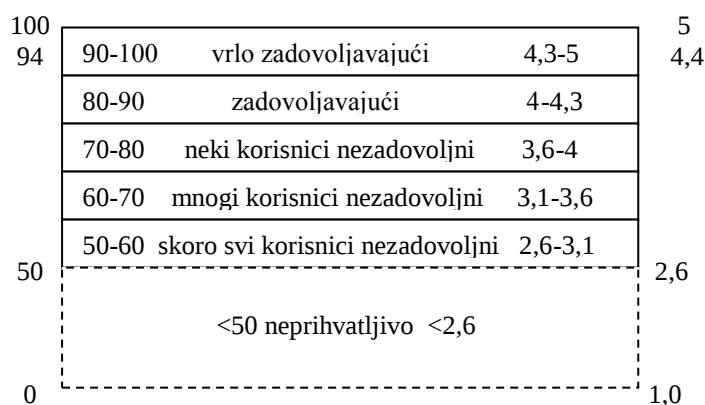
Pokazalo se da korisnici – ocenjivači bolje ocenjuju veze za koje su pre ocenjivanja pretpostavljali da će biti lošeg kvaliteta ili, čak, neostvarive. Zbog toga se u planiranju veza računa sa ovom poboljšanom ocenom koja nema utemeljenje u tehničkim uzrocima već su uzroci psihološki. Postoji tri slučaja u kojima ocenjivači bolje ocenjuju veze:

- veze ostvarene telefonima mobilne mreže u zgradama ocenjuju se ocenom većom za $A = 5$;
- veze ostvarene telefonima mobilne mreže vozila u pokretu $A = 10$;
- veze do teško dostupnih područja ocenjuju se ocenom većom za $A = 20$.

U ostalim slučajevima se uzima da je vrednost ovog činioca $A = 0$.

9.14. Kakva je veza između ocene po E modelu i MOS-a?

Veza između ocena po E modelu i MOS ocena nije strogo linearna, kao što se vidi na slici 9.14. Idealni kvalitet veze se ocenjuje ocenama $R=94$ i $MOS=4,4$ a neprihvatljiv kvalitet je $R<50$ i $MOS<2,6$.



Slika 9.14.

U ITU-T preporuci G.107 je data matematička zavisnost ocena MOS i R, tako da se mogu preračunavati jedna u drugu uz dovoljan stepen tačnosti.

9.15. Šta su %GoB i %PoW ocene?

Kumulativne ocene kvaliteta. %GoB (*Good or Better*) označava deo ocenjivača koji smatra da je kvalitet dobar ili bolji od prihvatljive vrednosti a %PoW (*Poor or Worse*) označava deo ocenjivača koji smatra da je kvalitet loš ili gori od prihvatljive vrednosti.

9.16. Da li postoji veza između %GoB i %PoW ocena i činioca R?

Da. U ITU-T preporuci G.107 grafički je prikazana ova zavisnost a takođe je data i matematička zavisnost ocena %GoB i %PoW od R.

9.17. U čemu je prednost E modela u planiranju IP telefonskih mreža?

Iz osnovne jednačine E modela se može videti da se može dozvoliti veći negativni uticaj nekih činilaca na račun drugih. Na primer, u kratkim vezama, gde je kašnjenje malo, može se dozvoliti veći gubitak paketa a da kvalitet veze ostane u prihvatljivim granicama.

9.18. Šta je kvalitet u prenosu govora?

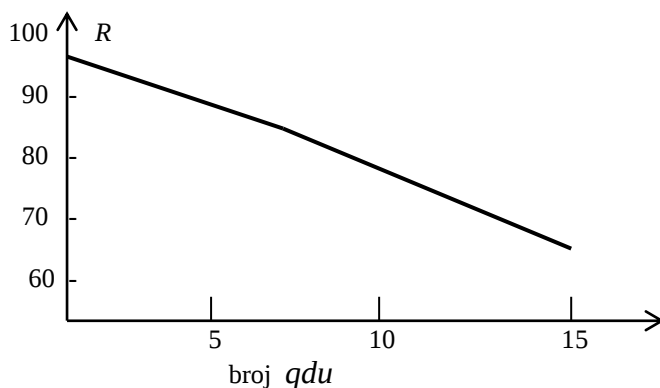
Klasična definicija kvaliteta prenosa govora je da je to merilo razlike svojstava telefonskog signala na prijemu i predaji. Saglasno novim tehnikama i njihovim uticajima može se reći da je bolji kvalitet prenosa telefonskog signala ukoliko su više vrednosti ocena MOS, R i %GoB na prijemnoj strani.

9.19. Koji činioci smanjenja kvaliteta postoje u IP telefonskoj tehnici a ne postoje u klasičnoj?

To su višestruko kodovanje u jednoj vezi, komprimovanje i višestruko komprimovanje, veliko kašnjenje u zemaljskim vezama, visoka vrednost kašnjenja signala odjeka u relativno kratkim vezama, gubitak paketa, *transkodovanje* (višestruko kodovanje različitim koderima kompresorima).

9.20. Kako višestruki postupci digitalizacije utiču na kvalitet govornog signala u mešovitoj mreži?

Jedna veza može prelaziti preko nekoliko različitih mreža. To znači da govorni signal može da pretrpi nekoliko postupaka analogno – digitalnog (A/D) pretvaranja (*asynchronous tandeming*). Svako A/D pretvaranje govornog signala unosi šum kvantovanja koji se meri jedinicama *qdu* (*quantization distortion unit*). Jedna *qdu* umanjuje kvalitet govornog signala za jednu jedinicu na R skali, slika 9.20.



Slika 9.20.

U ITU-T preporuci G.113 se navodi da svaki sledeći par A/D, D/A pretvaranja, posle prvog, umanjuje činilac dobrote govornog signala R za 2 jedinice. Na primer, govorni signal koji je od govornika do slušaoca pretrpeo 4 A/D i D/A pretvaranja imao bi, uz sve ostale idealne uslove (nema: kašnjenja, odjeka, izgubljenih paketa, itd.), kvalitet umanjen za *qdu*=6 jedinica.

9.21. Koje vrste šumova utiču na kvalitet govornog signala?

To su šumovi stvoreni u kolima kojima je ostvarena veza, šum prostorija na predajnoj i prijemnoj strani. U osnovnoj jednačini E modela šumovi su izraženi kroz činilac $R0$. U idealnom slučaju vrednost $R0=94$. Sa svakim povećanjem neke od komponenti šuma vrednost $R0$ se smanjuje.

9.22. Šta je to kašnjenje govornog signala?

Definicija kašnjenja (*delay*) u telefonskoj tehnici kaže da je to vremenski interval između trenutka kada govornik izgovori reč i trenutka kada je slušalac čuje. Kašnjenje u paketskim mrežama se razlikuje od kašnjenja u klasičnim telefonskim mrežama po broju uzroka, po mestu nastanka i vrednosti. Od zanemarljivog činioca u klasičnim mrežama kašnjenje je postalo ključni činilac kvaliteta paketskih telefonskih veza.

Kašnjenje je jedno od svojstava paketskih telefonskih mreža koje, praktično, nije postojalo u klasičnim telefonskim tehnikama. Radi preciznosti treba reći da je u klasičnim tehnikama kašnjenje imalo veličinu uporedivu sa veličinom vremena prostiranja (*propagation time*) električnog signala tj. 4 - 6 μ s/km. Drugim rečima, vreme prostiranja je bilo značajna komponenta vremena kašnjenja u klasičnim mrežama.

9.23. Koje se vrednosti vremena prenosa kroz kablove, sklopove, uređaje i mreže uzimaju u proračun u klasičnim mrežama?

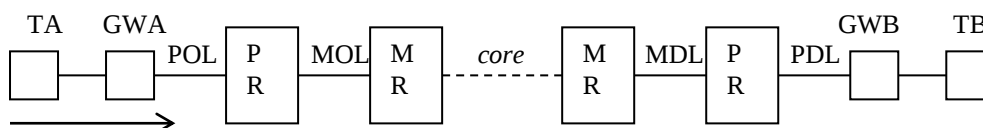
U tabeli 9.23. su prikazane vrednosti koje se mogu uzeti u proračunu kašnjenja u klasičnim mrežama.

Tabela 9.23.

Podmorski optički predajni terminal	13ms
Podmorski optički prijemni terminal	10ms
Satelitska veza, 400km	12ms
Satelitska veza, 14000km	110ms
Satelitska veza, 36000km	260ms
Digitalna tranzitna centrala	0,45ms
Dig. centrala, analogni priključci	1,5ms
Dig centrala, lok učesnik, dig. prenosnik	cca 1ms
Poništavač odjeka	0,5ms
ATM, konstantni protok	6ms

Vidi se da značajna kašnjenja postoje samo u satelitskim vezama.

9.24. Kako izgleda model paketske telefonske veze?



T - telefonski aparat; GW - telefonsko-paketski prenosnik koji sadrži kompresor, paketizer, polazni bafer, VAD, izgladivački bafer, depaketizer, dekode; POL, PDL - periferni odlazni, dolazni link; MOL, MDL - magistralni odlazni, dolazni link; PR, MR - periferni, magistralni ruter; core - magistralna mreža

Slika 9.24.

Uzroci i mesta nastanka kašnjenja govornih paketa se mogu prikazati ako se ima u vidu model paketske telefonske veze, slika 9.24. Veza polazi od telefonskog aparata, preko prenosnika GW i LAN-a i odlaznog perifernog linka dolazi do perifernog rutera. Tu se veza

uključuje u magistralni deo mreže da bi na izlazu opet prošla magistralni link, periferni ruter i link, dolazni LAN i GW i završila se na pozvanom telefonskom aparatu.

9.25. Koja su mesta stvaranja kašnjenja govornih paketa?

Mesta kašnjenja se, u gruboj podeli, mogu naći u tri grupe.

- Kašnjenja na polaznoj strani:

1. kašnjenje kodera – kompresora, 2. kašnjenje *look ahead*, 3. kašnjenje paketizacije, 4. kašnjenje polaznog bafera, 5. kašnjenje zbog obrade pauza u govoru (VAD)

- Kašnjenja u paketskoj mreži:

6. kašnjenje zbog polaznog i dolaznog perifernog linka, 7. kašnjenje zbog polaznog i dolaznog perifernog rutera, 8. kašnjenje zbog polaznog i dolaznog magistralnog linka 9. kašnjenje zbog polaznog i dolaznog magistralnog rutera, 10. kašnjenje zbog konačne brzine prostiranja signala

- Kašnjenja na dolaznoj strani:

11. kašnjenje na baferu za izgladivanje džitera, 12. kašnjenje dekodera, 13. kašnjenje zbog nadoknade izgubljenih paketa.

9.26. Šta je kašnjenje kroz paketsku mrežu?

Kašnjenje kroz mrežu je kašnjenje nastalo zbog obrade paketa u ruterima i kašnjenje prenosa po linkovima.

Kašnjenje zbog obrade u ruterima (*queuing & procesing* ili *switching delay*) nastaje zbog činjenice da ruter određuje upućivanje za svaki paket pojedinačno. Srećna okolnost je da se pri prenosu paketa jedne paketske telefonske veze najduže vreme utroši na traženje puta za prvi paket dok se za sledeće pakete koristi tabela iz “keša”. Drugi razlog stvaranja kašnjenja u ruterima je opterećenje rutera drugim paketima. Ovi paketi mogu pripadati službama koje su osetljive na kašnjenje ali i službama koje nisu osetljive na kašnjenje.

9.27. Kakvi ruteri postoje?

Sami ruteri imaju različite uloge u mreži ali se, načelno, mogu podeliti na pristupne, prilagodne između različitih mreža, distribucione i magistralne. Uobičajene vrednosti koje se usvajaju za srednju vrednost kašnjenja, DTs, i gornju graničnu vrednost promene kašnjenja, DTVg, pojedinih vrsta rutera su prikazane u tabeli 9.27.

Tabela 9.27.

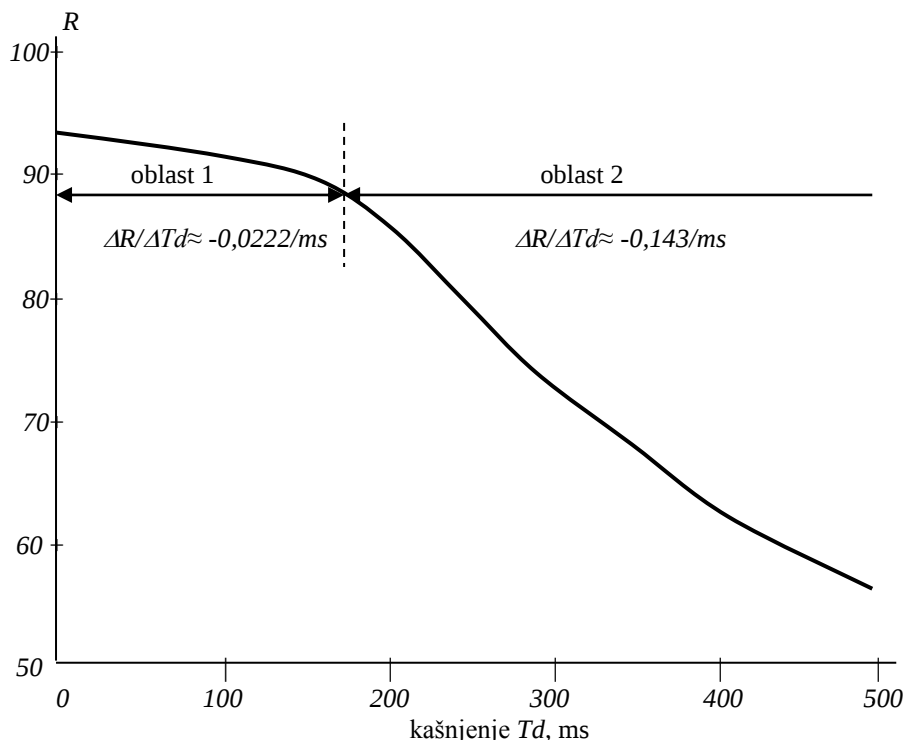
Vrsta rutera	DTs, ms	DTVg, ms
Pristupni	10	16
Prilagodni	3	3
Distribicioni	3	3
Magistralni	2	3

9.28. Koje su komponente kašnjenja na linkovima?

Vreme kašnjenja zbog prenosa linkovima se sastoji od vremena trajanja paketa (*emission, insertion* ili *serialization time*) i vremena prostiranja (*propagation time*). Tako je vreme prenosa govornog paketa koji se sastoji od 200 okteta linkom STM-1, dužine 100km i protoka 155Mb/s jednako 0,5ms+0,01ms. Vreme prenosa istog paketa na istoj udaljenosti ali po linku E1, protoka 2Mb/s je 0,5ms+0,8ms.

9.29. Kako kašnjenje utiče na kvalitet govornog signala?

Zavisnost kvaliteta govornog signala na prijemu (činioca R) od kašnjenja je prikazana na slici 9.29. Važno je reći da svi drugi činioci koji mogu uticati na kvalitet govornog signala imaju, u ovom prikazu, zanemarljivu vrednost.



Slika 9.29.

9.30. Koje se dve oblasti uticaja kašnjenja razlikuju?

Prva je oblast blagog pada kvaliteta, u kojoj je kašnjenje manje od (oko) 180ms a druga je oblast naglog pada kvaliteta za kašnjenja veće od 180ms. Vidi se da je gubitak kvaliteta za prvih 180ms kašnjenja oko 4 R jedinice. Posle ove tačke, u drugoj oblasti krive, isti gubitak kvaliteta se pokazuje ako se kašnjenje poveća samo za 30ms. Matematički rečeno, promena kvaliteta $\Delta R/\Delta T_d$ u prvoj oblasti je oko $-0,0222/ms$ a u drugoj oko $-0,143/ms$.

9.31. Kako kašnjenje utiče na korisnike telefonske veze?

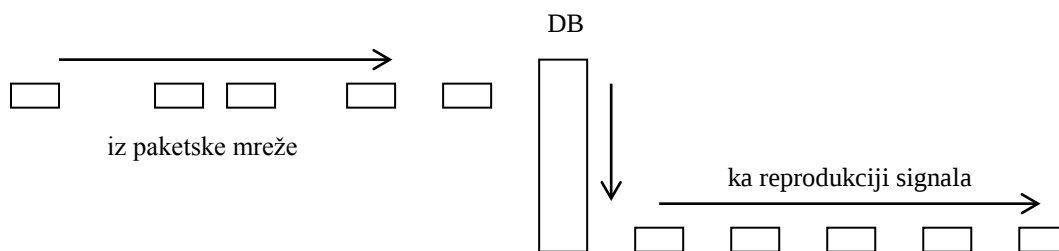
Iznad vrednosti kašnjenja od oko 50ms govorniku počinje da smeta sopstveni odjek a za kašnjenja preko 250ms govornici počinju istovremeno da govore misleći da sagovornik sluša.

9.32. Šta je džiter kašnjenja?

Razlika najveće i najmanje vrednosti vremena kašnjenja se naziva promenljivim delom kašnjenja i džiterom (*jitter*). Uzroci džitera su različiti putevi različitih paketa, vremenski promenljivo opterećenje mrežnih tačaka i zagušenje delova mreže.

9.33. Šta je to izgladivački (*de-jitter*) bafer?

Na prijemnoj strani govorni paketi stižu sa različitim kašnjenjem. Na prijemu se mora uspostaviti jednak vremenski odnos paketa tj. kašnjenje treba da se *izgladi*. To se, naravno, može postići samo dodatnim zakašnjenjem svih paketa kako bi se dostiglo kašnjenje paketa sa najvećim kašnjenjem. To se radi u baferu za izgladivanje džitera (*de-jitter buffer*), slika 9.33.



Slika 9.33.

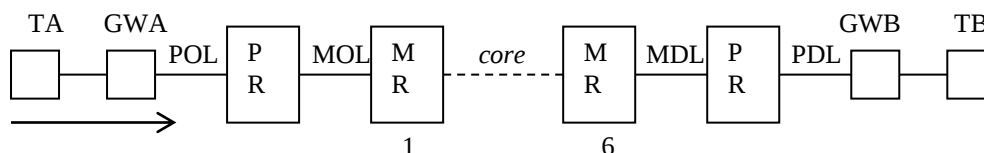
Elementi mreže unose promenljivo kašnjenje nezavisno jedan od drugog. Zbog toga se može desiti da u nekom vremenu svi elementi mreže unose promenljivo kašnjenje najveće vrednosti. Izgladiivački bafer koji bi izgladio kašnjenje paketa sa ekstremnim kašnjenjem bi bio suviše veliki i unosio bi veliko kašnjenje na prijemu. Zbog toga se on proračunava tako da se, u retkim slučajevima ekstremnih kašnjenja, paketi odbacuju kao suviše zakasneli (*late and lost packets*).

9.34. Kako se određuje veličina (kašnjenje) izgladiivačkog bafera?

Vrednost promenljivog kašnjenja koje treba da izgladi izgladiivački bafer se računa na sledeći način. U svakom elementu mreže koji unosi promenljivo kašnjenje odredi se gornja granica promene kašnjenja, $DTVg$. Ova granica je takva da bar, na primer, 99,9% promenljivih kašnjenja imaju manju ili jednaku vrednost. Kada se ove vrednosti saberu po elementima mreže dobije se vrednost vremena koje treba da izgladi bafer za izgladiivanje, $Tj = \sum DTVg$. Promenljivo kašnjenje paketa kroz mrežu je od 0 do Tj , pa je, dakle, srednje kašnjenje koje unosi bafer za izgladiivanje džitera $0,5Tj$. Ova vrednost se mora uzeti u obzir kod proračuna ukupnog kašnjenja paketa kroz mrežu.

9.35. Kako izgleda primer proračuna kašnjenja u visokopropusnoj mreži?

Mreža izgleda kao na slici 9.35., a svojstva elemenata mreže su sledeća (ITU-T preporuka Y.1541):



Slika 9.35.

kompresija u GWA se vrši po standardu G.729,
 jedan paket nosi jedan govorni uzorak,
 govorni paketi se sastoje od 200 okteta,
 periferni polazni i dolazni link imaju protok 10Mb/s,
 magistralni linkovi imaju protok 155Mb/s,
 u delu magistralne mreže postoji 6 rutera,
 dimenzija mreže je takva da se vreme prostiranja može zanemariti.
 Proračun je prikazan u tabeli 9.35. Kašnjenje je DT , minimalno kašnjenje je DTs , promenljivo kašnjenje je DTV , g je gornja granica a uk je ukupna vrednost.

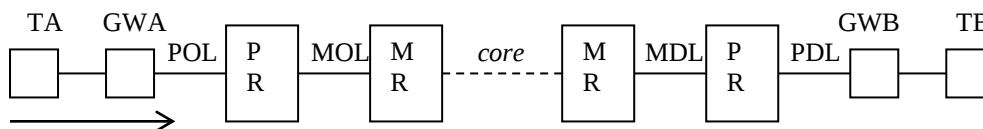
Tabela 9.35.

Elementat mreže	Broj elemenata	DTs ms	DTVg ms	DTuk ms	DTVguk ms
GWA, uzorak	1	10	0	10	0
GWA, <i>look ahead</i>	1	5	0	5	0
GWA obrada	1	20	0	20	0
POL, PDL	2	0,16 $\approx$ 0	0	0	0
PR	2	10	16	20	32
MR	6	3	3	18	18
ML	7	0,001 $\approx$ 0	0	0	0
GWB, dedžiter	1	25	0	25	0
ukupno				98	

Paketizovani govor sa kašnjenjem 98ms a pri ostalim idealnim uslovima imaće činilac dobrote $R=92$. Iz tabele se vidi da je izgladivački bafer unosi kašnjenje jednako polovini vrednosti promenljivog kašnjenja.

9.36. Kako izgleda primer proračuna kašnjenja u niskopropusnoj mreži?

Mreža izgleda kao na slici 9.36., a svojstva elemenata mreže su sledeća:



Slika 9.36.

kompresija u GWA se vrši po standardu G.723.1,
 jedan paket nosi dva govorna uzorka,
 govorni paketi se sastoje od 200 okteta,
 periferni polazni i dolazni link imaju protok 64kb/s,
 magistralni linkovi imaju protok 2Mb/s,
 u delu magistralne mreže postoji 6 rutera,
 dimenzija mreže je takva da se vreme prostiranja može zanemariti.

Proračun je prikazan u tabeli 9.36. Kašnjenje je DT, minimalno kašnjenje je DTs, promenljivo kašnjenje je DTV, g je gornja granica a uk je ukupna vrednost.

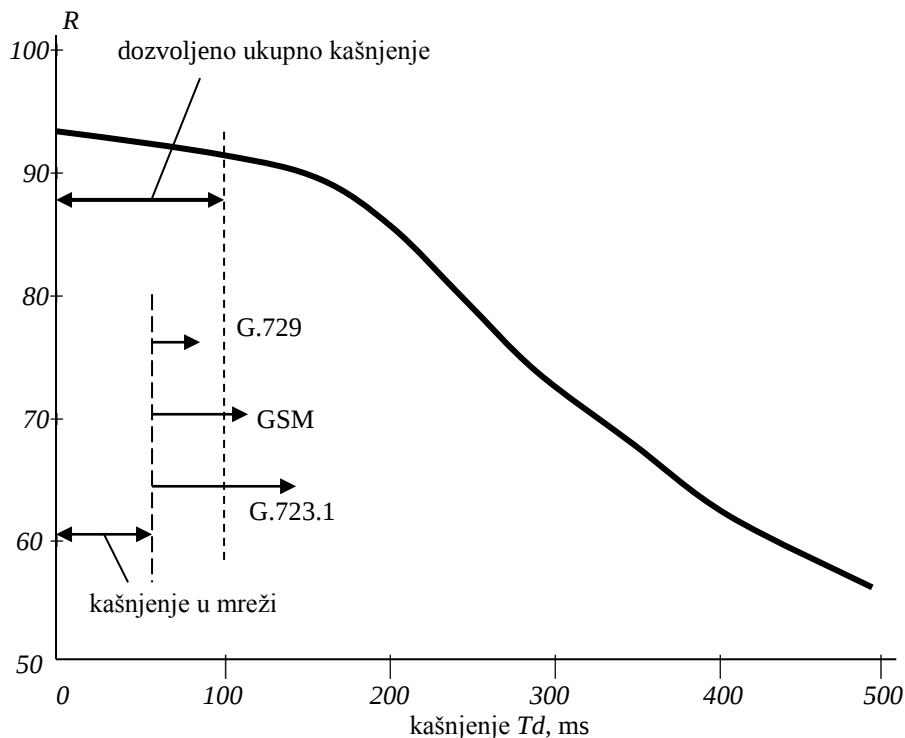
Tabela 9.36.

Elementat mreže	Broj elemenata	DTs ms	DTVg ms	DTuk ms	DTVguk ms
GWA, uzorak	1	30	0	30	0
GWA, <i>look ahead</i>	1	7,5	0	7,5	0
GWA obrada	1	60	0	60	0
POL, PDL	2	25	0	50	0
PR	2	10	16	20	32
MR	6	3	3	18	18
ML	7	0,8	0	5,6	0
GWB, dedžiter	1	25	0	25	0
ukupno				216,1	

Vrednost kašnjenja od 216ms, pri ostalim idealnim uslovima, će smanjiti kvalitet primljenog signala na vrednost $R=83$.

9.37. Kako se projektuje mreža u odnosu na kašnjenje?

Tako što se na osnovu zahtevanog kvaliteta odredi tzv. budžet vremena kašnjenja. Ovaj budžet se onda deli na pojedine elemente paketske mreže.



Slika 9.37.

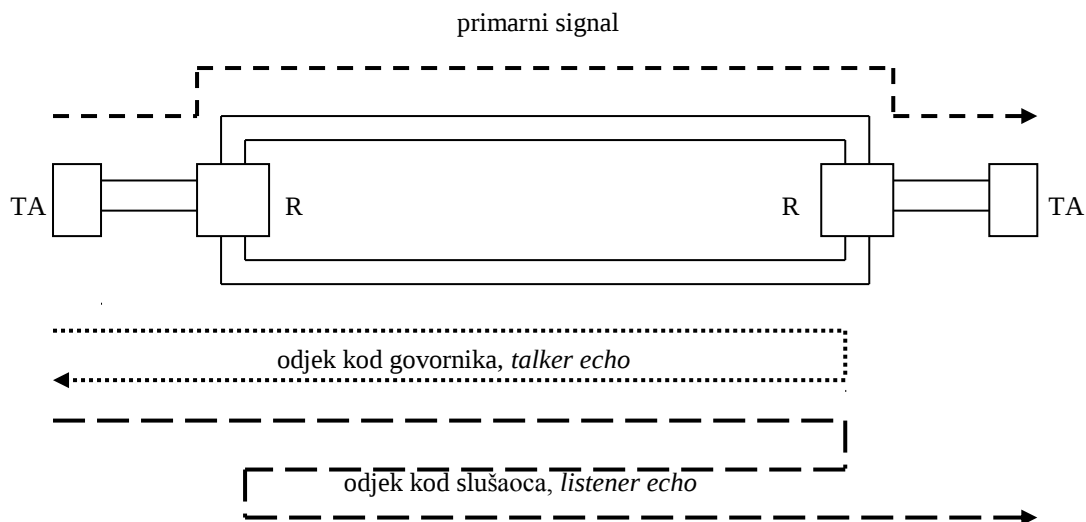
Na slici 9.37. je pokazan primer kada se zahteva da veza bude vrhunskog kvaliteta ($R \geq 92$). Pri idealnim ostalim uslovima (nema drugih ometajućih činilaca) ukupno kašnjenje ne sme biti veće od 100ms. Pretpostavimo da je najmanje kašnjenje u mreži 60ms. Vidi se da kompresori GSM i G.723.1 ne mogu biti upotrebljeni jer bi samo svojim kašnjenjem prevazišli granicu kašnjenja. (Pored toga kompresori sami po sebi smanjuju kvalitet signala na prijemu).

9.38. Šta je odjek i koji su njegovi uzroci?

Odjek ili eho (*echo*) je smetajuća pojava kada govornik ili slušalac čuju ponovljeni signal. Glavni uzrok odjeka je neizbalansiranost prenosnog puta u račvalicama R, slika 9.38.

Odjek postoji i u analognim i digitalnim telefonskim mrežama ali se kao značajna smetnja pojavljuje tek u paketskoj telefoniji. Zbog čega? Razlog je u činjenici da povratni signal odjeka utoliko više smeta ukoliko je više zakašnjen u odnosu na primarni signal.

U analognim i digitalnim telefonskim mrežama ovo kašnjenje je određeno, uglavnom, vremenom prostiranja signala tj. od 4ms/1000km do 6ms/1000km. Vidi se da ova komponenta kašnjenja ne može da dostigne kritičnu vrednost od 50ms čak ni u najdužim vezama. Zbog toga je odjek u klasičnim telefonskim mrežama, izuzimajući satelitske veze, zanemarljiva pojava.



Slika 9.38.

9.39. Koliko vrsta odjeka postoje?

Dve. Jedna je odjek kod govornika (*talker echo*) koji čuje svoj zakasneli glas. Uzrok ovoga odjeka je neizbalansiranost opterećenja u račvalicama na daljem kraju.

Druga je odjek kod slušaoca (*listener echo*) koji čuje primarni signal sagovornika ali i njegovu zakašnjenju kopiju. Uzrok ovoga odjeka je neravnoteža opterećenja u račvalicama na oba kraja.

9.40. Postoji li odjek u četvorožičnim vezama bez račvalica?

Da. Pojava odjeka se ne može izbjeći ni u vezi dva digitalna telefona između kojih ne postoje račvalice. U ovom, na izgled, idealnom slučaju povratni put za odjek se zatvara preko parazitnih kapaciteta telefonskog kabla (gajtana), *curenjem* u analognim kolima telefonskih aparata, te mehaničkom i akustičkom spregom zvučnika i mikrofona u telefonskoj slušalici digitalnih telefonskih aparata.

9.41. Šta je lokalni efekat (*sidetone*)?

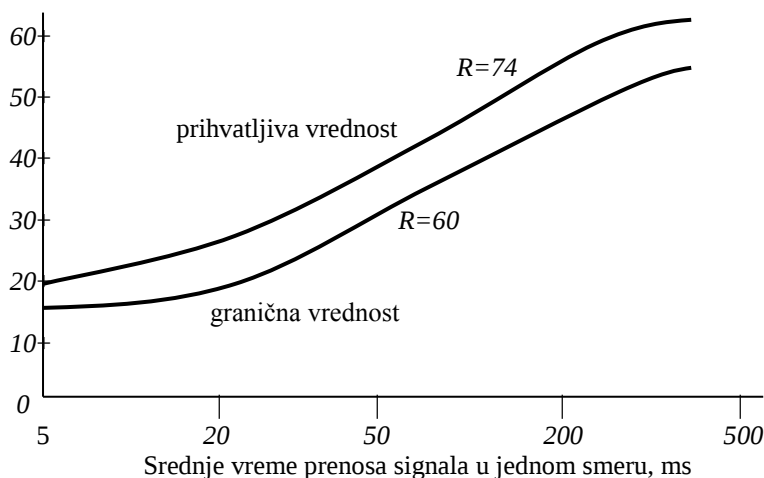
Lokalni efekat je ime za pojavu dela govornog signala koji se iz mikrofona telefonskog aparata namerno vodi u slušalicu (zvučnik) istog aparata. Lokalni efekat ima dvostruku ulogu. Korisniku stvara utisak ispravnosti aparata i linije a prikriva i signale odjeka koji se pojavljuju sa linije a kašnjenje za primarnim signalom im je relativno male vrednosti (desetice milisekundi).

9.42. Koja su dva osnovna svojstva smetnje zbog odjeka?

1. Smetnja zbog odjeka je direktno zavisna od snage signala odjeka tj. obrnuto zavisna od razlike snaga primarnog signala i signala odjeka, pri konstantnom kašnjenju.
2. Smetnja zbog odjeka je direktno zavisna od vremena kašnjenja odjeka za primarnim signalom ako je snaga signala odjeka konstantna.

Ove zavisnosti su takve da se jedna veličina može povećati a druga smanjiti a da smetajući efekat ostane isti. Drugim rečima, postoji niz parova vrednosti veličine signala odjeka i kašnjenja koji izazivaju isti efekat. Ovo svojstvo je prikazano na slici 9.42. koja je preuzeta iz ITU - T preporuke G.131 a gde je razlika snage izvornog govornog signala i signala odjeka (*Talker Echo Loudness Rating, TELR*) prikazana na ordinati.

Razlika izvornog i
signala odjeka
TEL_R, dB

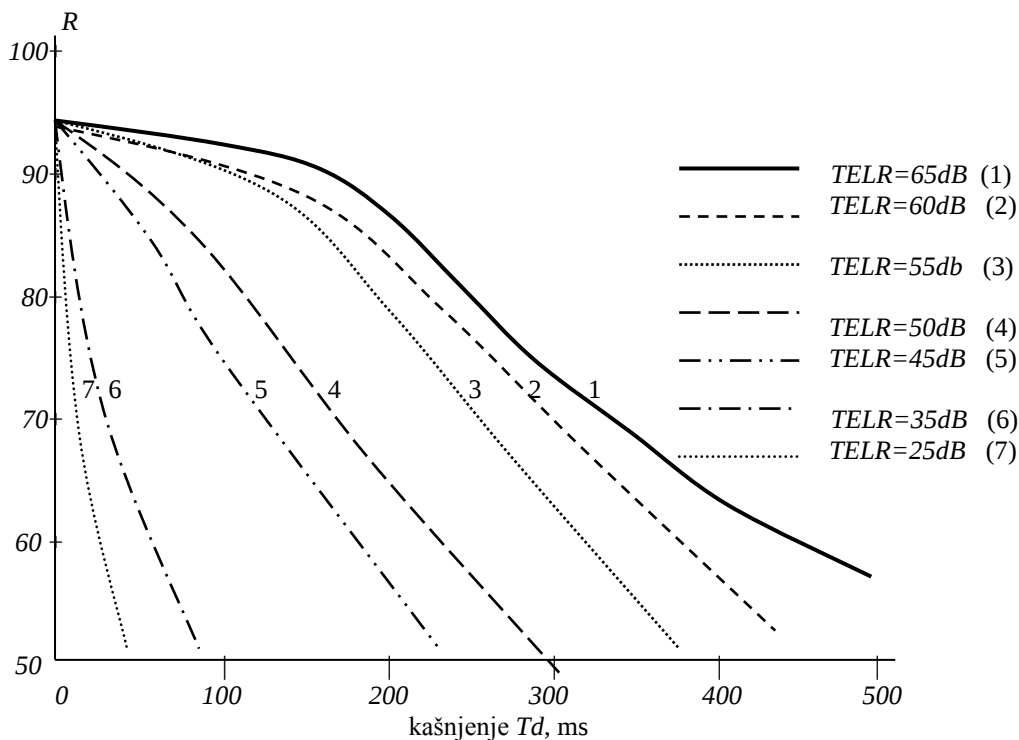


Slika 9.42.

9.43. Šta su to prihvatljiva i granična vrednost odjeka?

Prihvatljiva vrednost se odnosi na one vrednosti signala odjeka i njegovog kašnjenja u odnosu na izvorni signal, koje će kod 1% korisnika izazvati primetan eho. Koristeći terminologiju E modela kaže se da je prihvatljiva vrednost takva da, uz ostale idealne uslove telefonske veze (nema kompresora, šumova, gubitka paketa), daje kvalitet telefonske veze izražen činiocem $R=74$. U slučaju graničnih vrednosti veličine signala odjeka i njegovog kašnjenja, kvalitet veze će biti $R=60$.

9.44. Kako utiče odjek na kvalitet prenosa?



Slika 9.44.

Na slici 9.44. se vidi uticaj (samo) odjeka i kašnjenja na kvalitet govornog signala na prijemu. Sa slike se vidi da za veće snage signala odjeka (korisni signal je veći od signala odjeka samo 25 do 35dB) signal govora je vrlo slabog kvaliteta već pri kašnjenjima koje unose kompresori.

9.45. Kakve mere se koriste za smanjivanje uticaja odjeka?

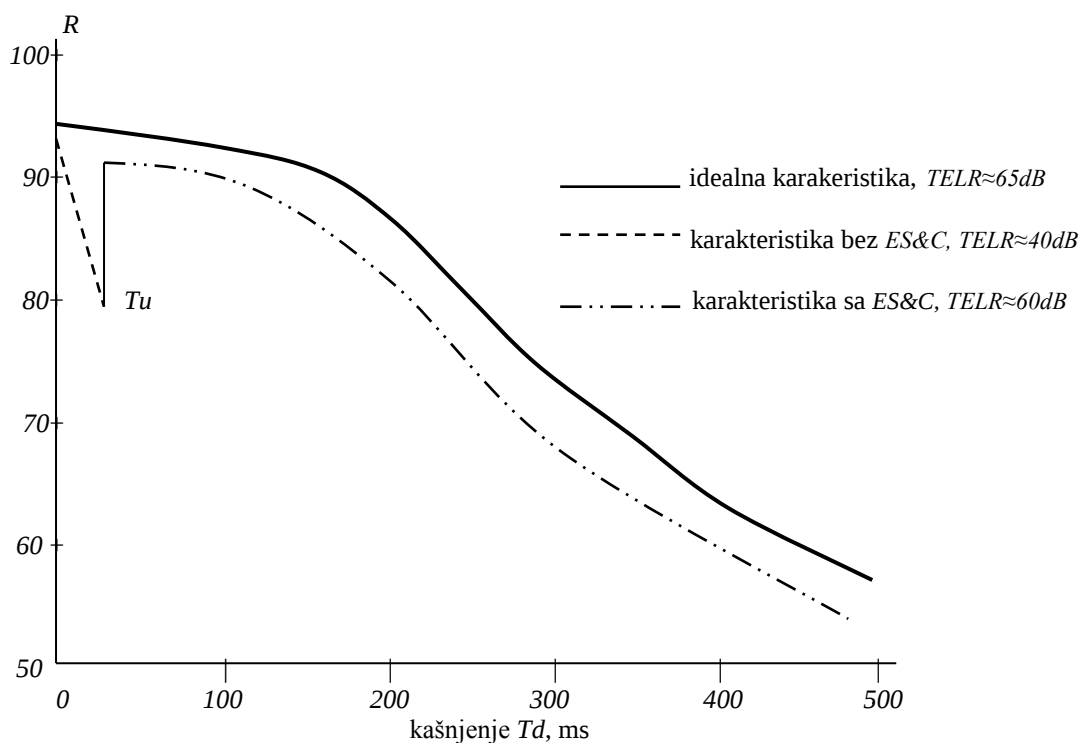
To su prigušenje (*echo suppressor*) ili poništavanje (*echo canceller*) odjeka. Ovaj postupak (ES&C) se naziva postupkom za upravljanje signalom odjeka. Njegovo delovanje se ogleda tako što povećavaju vrednost TELR tj. odnos primarnog signala i signala odjeka. Slikovito rečeno, uloga ovog postupka, ES&C, je da za jednu vezu napravi karakteristiku što sličniju karakteristici za $TELR=65dB$.

9.46. U kojim vezama treba uključivati kola za upravljanje odjekom?

Smatra se da kola treba uključiti ako je kašnjenje u mreži veće od 25ms. Kola treba da obezbede da odnos snage signala i signala odjeka bude bar $TELR \geq 52dB$ ali je poželjna vrednost $TELR \approx 65dB$.

9.47. Kako izgleda karakteristika popravljena kolom za upravljanje odjekom?

Na slici 9.47. se vidi da karakteristika za $TELR \approx 40dB$ već za kašnjenja od oko 30ms pada u srednje područje kvaliteta signala. To znači da bi neprihvatljiv kvalitet signala bio pri kašnjenju od 70-80ms. Ako se u tački T_u uključi ES&C, kvalitet govornog signala se može održati iznad granice prihvatljivosti čak i za kašnjenja 500ms pri ostalim idealnim uslovima.



Slika 9.47.

9.48. Koja su osnovna svojstva rada prigušivača odjeka?

U toku govora govornika, kola prigušivača odjeka *pamte* govorni signal. Kada je govornik u stanju tišine, iz dolaznog signala, koji sadrži signal sagovornika i signal odjeka, se oduzima deo signala odjeka i tako smanjuje odjek. Ovaj jednostavni opis se menja ukoliko oba

sagovornika istovremeno govore (*double talk*) pa se dobrota prigušivača često karakteriše otpornošću na odjek pri istovremenom govoru. Pored toga, prigušivači odjeka moraju uzimati u obzir nivo šuma u okolini sagovornika i promene veličune signala sagovornika u toku veze.

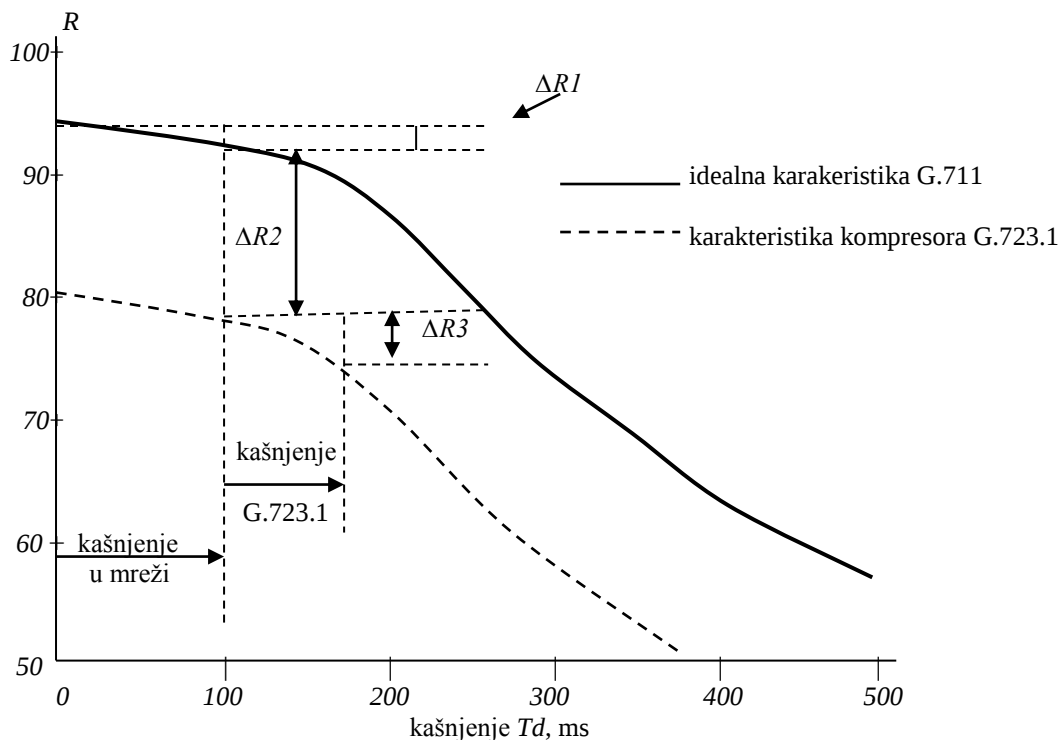
9.49. Kakav je uticaj kompresora govornog signala na kvalitet govornog signala?

Kompresori govornog signala sami po sebi smanjuju kvalitet govornog signala na prijemu. Prema ITU-T preporuci G.113 pojedini koderi i kompresori unose smanjenje kvaliteta govornog signala prema vrednostima iz tabele 9.49. Vrednosti se odnose na jedan postupak kodovanja – dekodovanja tj. komprimovanja – dekomprimovanja.

Tabela 9.49.

Koder	Protok, kb/s	smanjenje kvaliteta, I_e
G.711	64	0
G.726,G.727	40	2
G.721,G.726,G.727	32	7
G.726,G.727	24	25
G.726,G.727	16	50
G.728	16	7
G.728	12,8	20
G.729	8	10
G.729A+VAD	8	11
G.723.1	6,3	15
G.723.1	5,3	19
GSM 06.10	13	20
GSM 06.20	5,6	23
GSM 06.60	12,2	5

9.50. Kako kompresori smanjuju kvalitet govornog signala?



Slika 9.50.

Korišćenje kompresora smanjuje kvalitet govornog signala na prijemu po dva osnova. Prvi je uticaj obrade govornog signala u postupku kompresije i dekompresije, koji je prikazan u tabeli 9.49. Drugi razlog smanjenja kvaliteta je dodatno kašnjenje koje izaziva postupak kompresije. Na slici 9.50. je prikazan primer koji pokazuje za koliko se smanji kvalitet govornog signala ako se umesto koda G.711 primeni kompresor G.723.1. U ovom primeru je pretpostavljeno kašnjenje u mreži 100ms a drugih uzroka smanjenja kvaliteta nema. Za signal G.711 se vidi da kašnjenje unosi smanjenje kvaliteta govornog signala za $\Delta R1 \approx 2$ jedinice tako da na prijemu kvalitet ima vrednost $R \approx 92$.

Ukoliko se primeni kompresor G.723.1 (6,3kb/s), tada je ukupno smanjenje kvaliteta $\Delta R = \Delta R1 + \Delta R2 + \Delta R3$ gde su: $\Delta R1 \approx 2$ smanjenje kvaliteta zbog kašnjenja u mreži, $\Delta R2 \approx 15$ smanjenje kvaliteta zbog obrade signala kompresorom G.723.1 i $\Delta R3 \approx 4$ smanjenje kvaliteta zbog kašnjenja u kompresoru G.723.1. Razlika kvaliteta nije, dakle, samo ona iz tabele već ima dve komponente, te kvalitet govornog signala u vezi sa kompresorom G.723.1 iznosi $R \approx 73$.

9.51. Šta je to višestruko kodovanje?

Postupak u kome se na govornom signalu od izvora do odredišta primenjuje više različitih koda i kompresora. Ovo se najčešće dešava u paketskim telefonskim vezama koje prolaze kroz više od jedne mreže.

9.52. Šta je *TRANSCODING*?

Višestruka kompresija različitim koderima – kompresorima (*transcoding*) je postupak gde je u jednom delu telefonske veze primenjen jedan kompresor niskog protoka (na primer G.729) u drugom delu veze drugi kompresor niskog protoka (GSM 06.60). Obično je između ova dva kompresora govorni signal kodovan po G.711.

9.53. Šta je *TANDEMING*?

Višestruka kompresija istim koderima - kompresorima između kojih je koder po G.711, na primer, niz: G.729 – G.711 – G.729, se u engleskoj literaturi naziva *tandeming*.

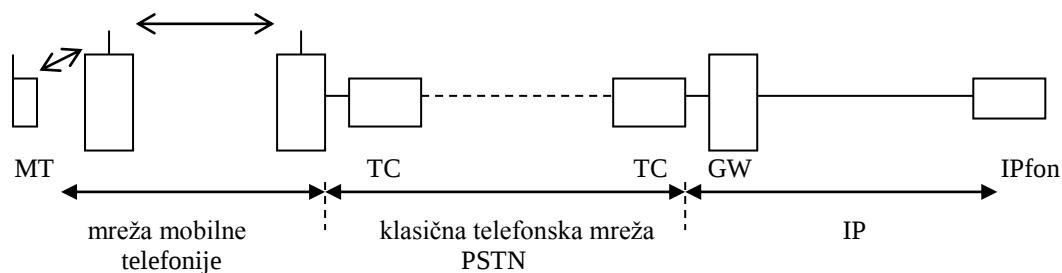
9.54. Šta je višestruka asinhrona kompresija?

To je postupak kompresije signala u nekim delovima veze ako se između njih nalazi analogni deo veze. Može se razlikovati asinhrono transkodovanje (različiti kompresori) i asinhrono tandemiranje (isti kompresori).

9.55. Kako višestruko kodovanje utiče na kvalitet prenetog IP telefonskog signala?

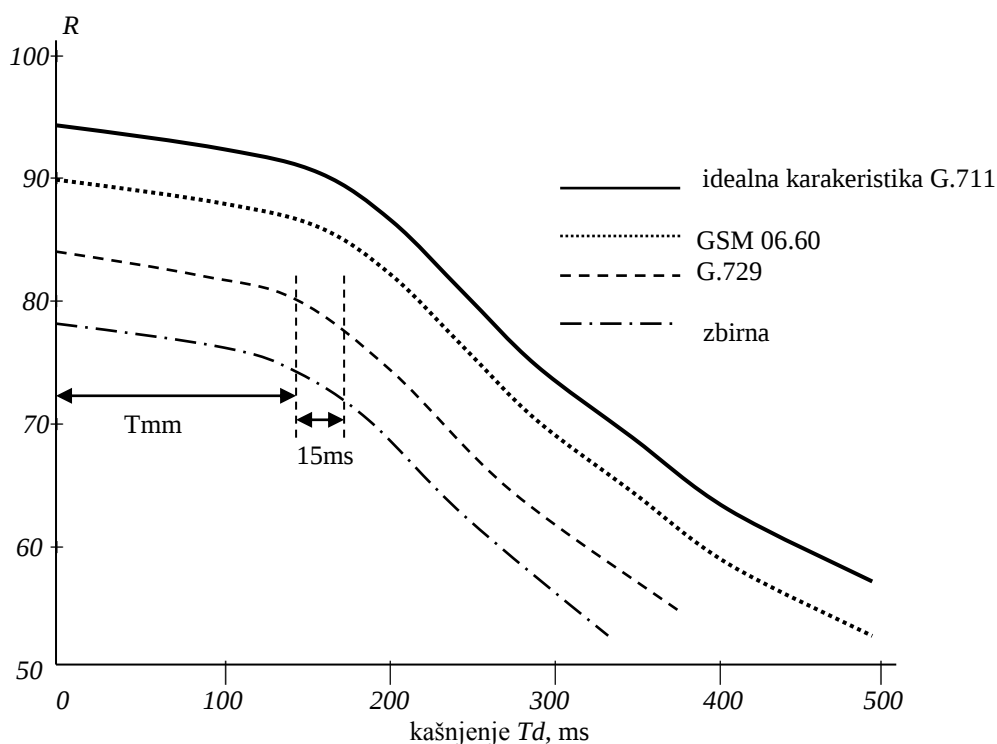
Tako što se uticaji na kvalitet veze pojedinih kompresora sabiraju. Posmatramo vezu između korisnika mobilnog telefona (MT) koji preko mreže mobilne telefonije (MMT) ulazi u klasičnu digitalni telefonsku mrežu (PSTN), slika 9.55a. Na izlazu iz ove mreže veza se nastavlja kroz Internet do IPfona. Govorni signal se u MMT komprimuje kompresorom GSM 06.60. U PSTN se primenjuje koder G.711 a u Internetu kompresor G.729.

Karakteristika kvaliteta govornog signala obrađenog koderom GSM 06.60 je za $\Delta R \approx 5$ jedinica niža od referentne karakteristike kvaliteta za koder G.711, slika 9.55b. Karakteristika kvaliteta govornog signala obrađenog koderom G.729 je za $\Delta R \approx 11$ jedinica niža od referentne karakteristike kvaliteta za koder G.711. Dakle, karakteristika kvaliteta govornog signala koji pređe obradu koderima GSM 06.60 pa G.711 pa G.729 je za $\Delta R \approx 16$ jedinica lošija (niža) od referentne karakteristike kvaliteta za koder G.711. To je najniža karakteristika na slici 9.55b.



Slika 9.55a.

Ali to još nije sve. Pretpostavimo da je ukupno kašnjenje u mobilnoj mreži bilo $T_{mm} \approx 140\text{ms}$. Kada koderi u Internetu ne bi unosili kašnjenje, kvalitet govornog signala bi bio oko $R \approx 74$. Ali pošto koderi G.729A unose kašnjenje od 15ms kvalitet veze pada na $R \approx 70$.



Slika 9.55b.

9.56. Šta je **TANDEMING (TRANSCODING) FREE OPERATION?**

Očigledno je da višestruko kodovanje smanjuje kvalitet govornog signala. Postoji način ostvarenja veze kroz različite mreže koji izbegava višestruko kodovanje. Ovaj način se zasniva na postojanju svih vrsta koderi u terminalima različitih mreža. U toku uspostave veze se razmene podaci i uključuju se oni (de)koderi i (de)kompresori koji postoje u obe mreže. Kroz javnu mrežu se sadržaj govornih paketa prenosi nedekodovan. Ovaj metod se u engleskoj literaturi naziva *Tandeming (Transcoding) free Operation (Ta(Tr)FO)* i očigledno zahteva visoki nivo upravljanja pozivima. Prema ovom načinu rada, u prethodnom primeru internetski telefon bi morao imati koder GSM 06.60 ali bi zato kvalitet bio određen

karakteristikom označenom sa GSM 06.60, tj. bio bi samo za $\Delta R \approx 5$ lošiji od idealnog kvaliteta dobijenog koderom G.711.

9.57. Šta je gubitak paketa i koji su njegovi uzroci?

Gubitak paketa predstavljaju oni paketi koji uopšte ne stignu do odredišta, stignu oštećeni ili stignu suviše kasno.

Paketi, preneti protokolom RTP, koji sadrže grešku se odbacuju na prijemu.

U intervalima zagušenja mreže, mrežni čvorovi eliminišu neke pakete kako bi se zagušenje smanjilo.

Previše zakasneli paketi, a potrebni za rad u realnom vremenu, postaju, praktično izgubljeni (*late and lost packets*).

Kvarovi u paketskoj mreži kao i preusmeravanja u upućivanju, takođe, mogu dovesti do gubitaka paketa.

9.58. Kakva je razlika između izgubljenih paketa koji nose signalizaciju i govor?

Izgubljeni paketi koji nose signalnu informaciju se moraju ponovo slati (retransmitovati). Kod ovih paketa je informacija koju nose važnija od rada u realnom vremenu. Kod paketa koji nose govornu informaciju je obrnuto, rad u realnom vremenu je najvažniji.

9.59. Zašto se ne vrši retransmisija govornih paketa?

Zato što bi se povećalo kašnjenje govornog signala na prijemu. Kvalitet koji bi se dobio prenosom svih paketa izgubio bi se zbog prevelikog kašnjenja.

9.60. Koje mere se primenjuju da se smanji uticaj gubitka paketa?

Mere se dele na one koje smanjuju verovatnoću gubitka paketa i na one koje vrše nadoknadu izgubljenih paketa.

Mera koja smanjuje posledice gubitka paketa je slanje paketa sa dva govorna uzorka, jedan sa neparnim brojevima (na primer: 1 i 3) a sledeći sa parnim (na primer: 2 i 4). Gubitak ovakvog paketa sa dva govorna uzorka izaziva jednopaketske prekide niza paketa koji su sa gledišta prijema bolji od dvopaketskih.

Jedna od preventivnih mera koja smanjuju verovatnoću gubitka a koja se primenjuje na predajnoj strani (*Forward Error Correction, FEC*), je i višestruko (n) slanje istih uzoraka govora kao kod prenosa signalizacije u FR tehnici. Ovaj postupak dozvoljava gubitak $n-1$ paketa bez posledica.

Mere nadoknade izgubljenih paketa na prijemu mogu biti manje ili više složene. Jednostavna mera je ponavljanje poslednjeg paketa umesto nedostajućeg. Ova mera zadovoljava kod gubitka pojedinačnih paketa ali ne i kod gubitka uzastopnih paketa. Ponavljanje istog uzorka govora umesto nekoliko uzastopnih izgubljenih paketa izaziva приметne smetnje već kod nekoliko ponavljanja.

Složenije mere se sastoje u proceni svojstava govornog signala u toku njegovog trajanja. Ova svojstva se čuvaju za period neposredne prošlosti. U slučaju gubitka paketa moguće je, na osnovu ovih svojstava, sintetizovati izgubljene uzorke govora. Kada pravi paketi ponovo počnu da stižu na odredište potrebno je izvršiti postepeni prelaz sa sintetizovanog govora na pravi. Ovaj način je lakše primeniti u slučaju parametarskih nego talasnih kodera jer se i sam prenos parametrizovanog govora zasniva na sintetizovanju.

9.61. Šta je loša strana kvalitetne nadoknade izgubljenih paketa?

Nadoknada izgubljenih paketa, koja se vrši na osnovu prethodnih paketa, se u engleskoj literaturi naziva *Packet Loss Concealment, PLC*. Postupci PLC su razvijeni za sve kodere koji su predviđeni za paketsku mrežu. Jasno je da sam postupak PLC zahteva neko vreme (na

primer 5ms) za nadoknadu izgubljenog paketa pa samim tim doprinosi povećanju kašnjenja tj. smanjenju kvaliteta. Treba napomenuti da najjednostavniji način nadoknade izgubljenog paketa, ponavljanje prethodnog paketa, ne zahteva dodatno vreme.

9.62. Od čega zavisi veličina uticaja gubitaka paketa na kvalitet telefonskog signala?

Pored broja (procenta) izgubljenih paketa (*PIP*) još od primenjenog koder - kompresora, od vrste gubitaka paketa (slučajni ili grupisani), od primene postupka nadoknade izgubljenih paketa i od broja govornih odsečaka koje nosi jedan paket.

9.63. Koji koder – kompresor je najosetljiviji na gubitke paketa?

To je najkvalitetniji koder G.711. Ova činjenica ima istorijsko opravdanje. Glas prenet ovim koderom, kao i još nekim koderima razvijenim pre pojave prenosa paketizovanog glasa, je veoma osetljiv na gubitke paketa zbog nepostojanja iskustva sa gubicima paketa u doba razvoja ovih koder. Noviji kompresori, razvijeni posle pojave prenosa paketizovanog govora, naporedo sa tehnikom kompresije imaju razvijen i postupak koji umanjuje uticaj izgubljenih paketa. U tabeli 9.63. (preuzetoj iz ITU-T preporuke G.113) je prikazan činilac umanjenja kvaliteta govornog signala (*Ie*) na prijemu u zavisnosti od procenta gubitaka, vrste gubitaka i (ne)postojanja PLC-a.

Tabela 9.63.

Procentat izgubljenih paketa (<i>PIP</i>)	<i>Ie</i> G.711 bez PLC	<i>Ie</i> slučajni gubici	<i>Ie</i> G.711 sa PLC grupisani gubici
0	0	0	0
1	25	5	5
2	35	7	7
3	45	10	10
5	55	15	30
7		20	35
10		25	40
15		35	45
20		45	50

Vide se dve značajne činjenice. Prva je da je koder G.711 bez PLC-a praktično neupotrebljiv pri gubicima paketa $PIP \geq 5\%$. Druga je da grupisani (uzastopni) gubici paketa lošije utiču na kvalitet govornog signala od slučajnih gubitaka.

9.64. Kakav je uticaj gubitka paketa kod savremenih kompresora?

Tabela 9.64.

Procentat izgubljenih paketa (<i>PIP</i>)	<i>Ie</i> G.729+VAD	<i>Ie</i> G.723.1+VAD	<i>Ie</i> GSM 06.60
0	0 (11)	0 (15)	0 (5)
0,5	2 (13)	2 (17)	
1	4 (15)	4 (19)	11 (16)
1,5	6 (17)	7 (22)	
2	8 (19)	9 (24)	16 (21)
3	12 (23)	12 (27)	21 (26)
4	15 (26)	17 (32)	
5			28 (33)
8	25 (36)	26 (41)	
16	38 (49)	40 (55)	

U tabeli 9.64. je prikazano umanjenje kvaliteta govornog signala od dela izgubljenih paketa za savremene kompresore G.729+VAD (bez govornih pauza), G723.1(6,3kb/)+VAD i GSM 06.60. Paketi sa komprimovanim glasom po G.729 nose po dva govorna odsečka u jednom paketu. Za svaki kompresor su date vrednosti činioca I_e koji potiče samo od gubitka paketa i zbirne vrednosti (u zagradi) koje potiču i od gubitaka paketa i od kompresije.

9.65. Koji je novi pristup u proračunu uticaja kompresora i gubitaka paketa na kvalitet govora?

U ITU-T preporuci G.107 iz 2005. godine se združeni uticaj nekog kompresora i gubitaka paketa ocenjuje činiocem I_{ecl} koji se izračunava na sledeći način.

$$I_{ecl} = I_e + (95 - I_e)P_{pl} / [(P_{pl}/BurstR) + B_{pl}]$$

gde su:

I_e umanjenje kvaliteta zbog primene kompresora,

P_{pl} verovatnoća gubitka paketa (PIP),

$BurstR$ činilac grupisanosti izgubljenih paketa (za slučajne gubitke $BurstR=1$),

B_{pl} otpornost na gubitke paketa. Iz jednačine se vidi da je uticaj izgubljenih paketa na smanjenje kvaliteta glasa utoliko veći ukoliko je vrednost B_{pl} manja.

Otpornost na gubitke paketa je veličina koja karakteriše svaki konkretni kompresor a neke konkretne vrednosti su date u tabeli 9.65. koja je preuzeta iz ITU-T preporuke G.113, Appendix I:

Tabela 9.65.

Vrsta koda ili kompresora	G.729+VAD	G.723.1+VAD	GSM 06.60	G.711	G.711+PLC
Otpornost na gubitak paketa (B_{pl})	19	16,1	10	4,3	25,1

Činilac I_{ecl} , koji pokazuje zajednički uticaj kompresora i gubitaka paketa na smanjivanje kvaliteta paketizovanog govora, sada postaje deo osnovne jednačine E modela:

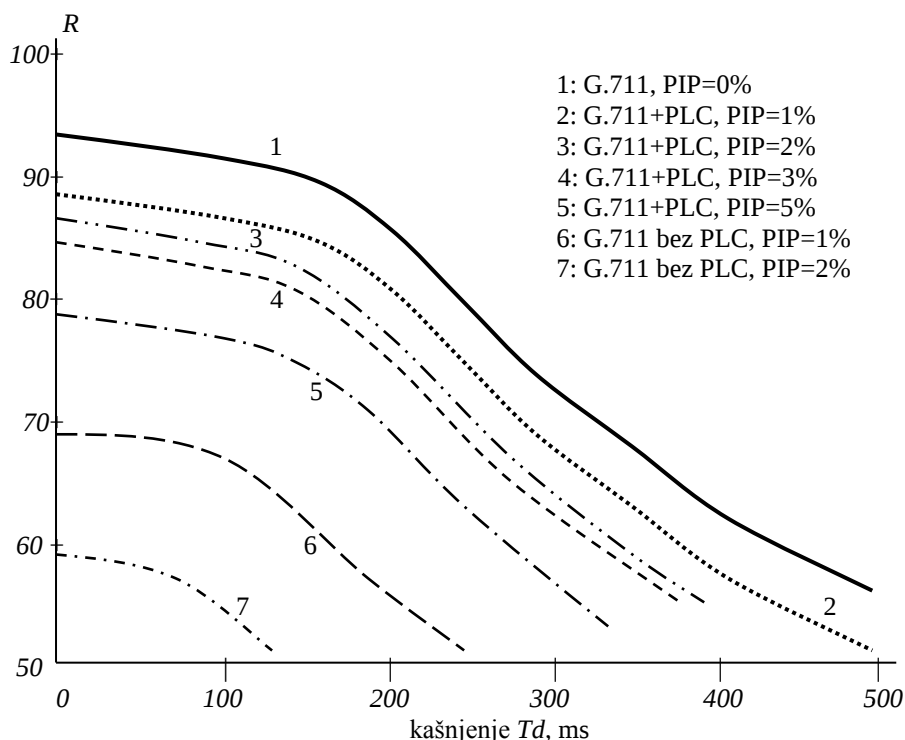
$$R = R_0 - I_s - I_d - I_{ecl} + A.$$

9.66. Kakav je združeni uticaj gubitka paketa i kašnjenja?

Na slici 9.66. se vidi promena kvaliteta govornog signala (kodovanog po G.711) na prijemu pod uticajem kašnjenja i gubitka paketa. Promena je velika, od idealnog (za $PIP=0\%$) do lošeg kvaliteta (za $PIP=2\%$ bez PLC-a).

Sa slike 9.66. se vide dve značajne činjenice u vezi uticaja izgubljenih paketa na kvalitet paketizovanog govornog signala kodovanog po G.711. Prva je značajan pad kvaliteta veze pri pojavi gubitka paketa ako se ne koristi PLC, ($\Delta R > -25$, $PIP=1\%$) ($\Delta R > -35$, $PIP=2\%$).

Druga činjenica koja se može videti sa slike je uticaj PLC-a na poboljšanje kvaliteta govora. Vidi se da PLC poboljša kvalitet za $\Delta R \approx 20$ pri $PIP=1\%$ a za $\Delta R \approx 28$ pri $PIP=2\%$.



Slika 9.66.

9.67. Kako se može proračunati kvalitet jedne IP telefonske veze?

Tako što se prema E modelu proračuna pad kvaliteta paketizovanog govora pod uticajem kašnjenja, odjeka, kompresora i gubitka paketa.

9.68. Kako se može proračunati kvalitet mešovite IP i ne-IP telefonske veze?

Tako što se prema E modelu izračuna pad kvaliteta paketizovanog govornog signala na IP deonicama pa se na ovo doda pad kvaliteta zbog višestrukog A/D pretvaranja, višestrukog kodovanja i višestrukog komprimovanja na prelazima IP i ne-IP deonica.

9.69. Koja su osnovna pravila očuvanja kvaliteta Internet telefonije?

Pravila kojih se treba držati prilikom izgradnje IP telefonske mreže su sledeća.

1. Koristiti koder G.711 jer on ima najmanje vrednosti I_e činilaca i ostavlja mogućnosti za najveće kašnjenje kroz mrežu a da se pri tome održi kvalitet.
2. Treba težiti što kratkotrajnijim odsečcima govornog signala.
3. Treba prenositi jedan govorni odsečak u jednom paketu.
4. Što više smanjiti kašnjenje izgladivačkog (*de-jitter*) bafera.
5. Težiti što manjem kašnjenju od govornika do slušaoca.
6. Koristiti rezultate koje daje E – model.
7. Koristiti sve tehnike prioritnog upućivanja govornih paketa.
8. Ako je moguće, izbegavati niskopropusne linkove.
9. Upotrebljavati kompresore zaglavlja paketa, naročito na linkovima male propusnosti.
10. Koristiti fragmentaciju u prenosu ostalih podataka, u cilju smanjenja čekanja tj. kašnjenja govornih paketa.
11. Kodere različite od G.711 tj. kompresore koristiti jedino ako propusnost linkova to zahteva.
12. Smanjiti višestruka kodovanja na najmanju meru.
13. Održavati procenat izgubljenih paketa ispod 1%.
14. Koderima G.711 obavezno pridruživati PLC-ove.

15. Ukoliko se koriste koderi – kompresori različiti od G.711 obavezno izabrati one koji imaju PLC.
16. PLC-ove podesiti da daju najbolje rezultate kod PIP manjih od 1%.
17. Ukoliko se koriste višestruka kodovanja proračunati kvalitet preko sabiranja I_e činilaca i povećanja kašnjenja.
18. Gde god je moguće ugraditi u internetske kodere govora i kodere koji se koriste u mreži mobilne telefonije.
19. Koristiti rad bez višestrukog kodovanja (*Transcoding Free Operation*) gde god je to moguće.
20. Izbegavati asinhrono višestruko kodovanje gde god je moguće.
21. Dozvoliti višestruko kodovanje samo između G.711 i G.729.

9.70. Šta je kvalitet u ostvarivanju veze?

To je, posle kvaliteta govornog signala, najvažniji pokazatelj kvaliteta telefonske tehnike. Pokazatelj se često naziva stepenom usluge koji se, u prvim decenijama razvoja klasične telefonske tehnike, odnosio prvenstveno na mogućnost tj. verovatnoću ostvarivanja veze. Razvojem telefonske tehnike pokazalo se da je i brzina ostvarivanja veze takođe veličina koja utiče na stepen usluge. U klasičnoj telefoniji je brzina uspostave veze propisivana i ograničenjem najvećeg broja mrežnih čvorova kroz koje veza može da prođe.

9.71. U kojim propisima su date norme brzine uspostave veze?

To su ITU-T preporuke serije E. Preporuke E.520, E.521, E.720, E.721 se odnose na brzinu uspostave veza u klasičnim telefonskim mrežama.

Telefonska mreža zasnovana na paketskoj tehnici ne sme imati lošija svojstva u pogledu brzine ostvarivanja veze od klasičnih mreža. U savremenim klasičnim telefonskim centralama se moraju poštovati standardi brzine rada centrale kao što je opisano u ITU-T preporuci Q.543 a u mrežnom radu delotvornost signalizacije određuju preporuke Q.7xx (posebno Q.706). Ovi standardi se često navode kao uporedni za paketske telefonske mreže.

9.72. Šta je glavni uzrok relativno sporog procesa ostvarivanja veze?

Sve savremene paketske mreže, ISDN, ATM, FR, i IP ostvaruju veze i prosleđuju informaciju isključivo na načelu “deonica po deonica” (*link by link*) tj. od čvora do čvora.

U paketskoj telefoniji se takođe moraju poštovati standardi koji propisuju brzinu uspostave veze. Ovi standardi propisuju najveći broj mrežnih tačaka kroz koje veza može da prođe i najduže vremenske intervale za koje se neke operacije moraju obaviti.

9.73. Kako su date preporuke za brzinu ostvarivanja veze?

Date su kroz dve vrednosti vremena za koje treba da se završi neka faza uspostave veze. Jedna je najveća srednja vrednost vremena neke faze a druga je najveća vrednost vremena u kome će bar 95% zahteva biti uslužno.

9.74. Koje su vrednosti brzine rada u paketskim mrežama do sada normirane?

Brzina ostvarivanja veza u paketskim mrežama je precizno određena samo za ATM mreže. Propisi se odnose na dozvoljene srednje vrednosti vremena pojedinih faza veze kroz mrežu i na dozvoljeno vreme, $t_{0,95}$, za koje će 95% poziva da ostvari posmatranu fazu veze. Propisane vrednosti se odnose samo na uslove normalnog sabračajnog opterećenja.

Vreme od biranja do signala uspešnog biranja (*post selection delay*), u sekundama, je dato u ITU-T preporuci E.726 (Tabela 9.74a.):

Tabela 9.74a

vrsta veze	srednja vrednost	$t_{0,95}$
lokalne veze	0,5	1
veze u nacionalnoj mreži	1	2
međunarodne veze	2	4

Kašnjenje signala odgovora (*answer signal delay*), E.726 (Tabela 9.74b.), u sekundama:

Tabela 9.74b.

vrsta veze	srednja vrednost	$t_{0,95}$
lokalne veze	0,2	0,4
veze u nacionalnoj mreži	0,4	0,8
međunarodne veze	0,8	1,5

Kašnjenje signala prekida veze (*release signal delay*), E.726 (Tabela 9.74c.), u sekundama:

Tabela 9.74c.

	srednja vrednost	$t_{0,95}$
za sve veze	0,1	0,2

9.75. Koja verovatnoća neuspeha ostvarivanja paketske veze se dozvoljava?

Dozvoljeni gubici tj. verovatnoća neostvarivanja veze u paketskoj mreži (*probability of end-to-end blocking*), E.726 (Tabela 9.75.):

Tabela 9.75.

vrsta veze	ver. blokade
za lokalne veze	0,005
za veze u nacionalnoj mreži	0,01
za međunarodne veze	0,05

9.76. Koja vrednost najvećeg broja mrežnih čvorova se dozvoljava u paketskim mrežama?

Broj mrežnih čvorova u širokopojasnoj ISDN mreži je dat takođe u ITU-T preporuci E.726 (Tabela 9.76.):

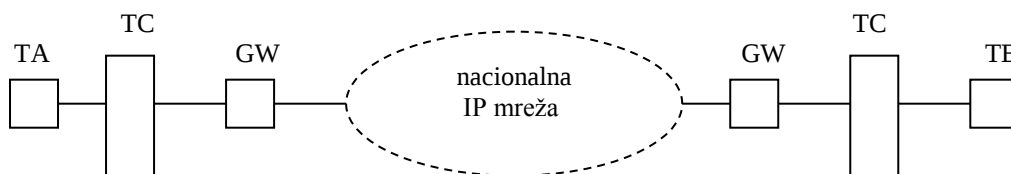
Tabela 9.76.

vrsta veze	broj čvorova
za lokalne veze	3
za veze u nacionalnoj mreži	6
za međunarodne veze	9

9.77. Koje preporuke postoje za IP telefonske veze?

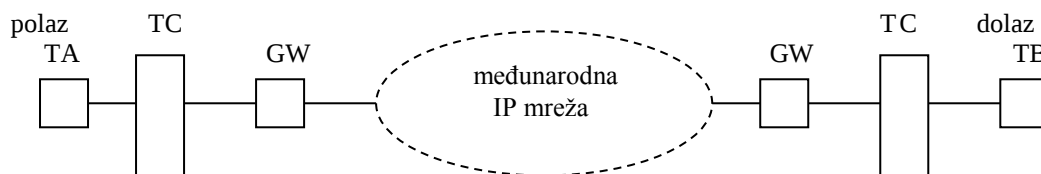
Preporuke za Internetske telefonske veze, uglavnom, ne postoje, sem preporuke koja se odnosi na vreme od biranja do signala uspešnog biranja (*post selection delay*). Ona su, takođe, određena kao najduže srednje vreme od završetka »biranja« pa do signala uspešnosti biranja i kao vreme za koje će bar 95% pozivajućih korisnika dobiti signal uspešnog biranja ($t_{0,95}$). Ove vrednosti se određuju za normalno i povećano saobraćajno opterećenje. (Normalno opterećenje je ono koje se često može pojaviti u mreži a povećano opterećenje je ono koje se ređe pojavljuje u normalnom korišćenju mreže, videti, na primer, ITU-T preporuku E.500).

Vreme od biranja do signala uspešnog biranja, za telefonske veze koje koriste Internet prema slikama 9.77a. i 9.77b., u sekundama, je dato ITU-T preporukom E.671, tabela 9.77.:



TA, TB telefoni, TC telefonska centrala, GW gejtvej

Slika 9.77a.



Slika 9.77b.

Tabela 9.77.

	normalno opterećenje		povećano opterećenje	
	sr. vrednost	$t_{0,95}$	sr. vrednost	$t_{0,95}$
za tel. veze preko nacionalne IP mreže (slika 9.77a.)	5	8	7,5	12
za tel. veze preko međunarodne IP mreže (slika 9.77b.)	8	11	12	16,5

Vidi se da su ova vremena dosta velikih vrednosti. Doduše, treba reći da se u međunarodnoj telefonskoj IP vezi dozvoljava i jedna deonica ostvarena satelitskom vezom. U manjim IP mrežama postiže se znatno veća brzina uspostave veze.

Vežbe uz poglavlje 9.

1. Šta je najkraća definicija dobrog kvaliteta telefonskog signala?
2. Koja su dva glavna nedostatka objektivnog merenja kvaliteta govornog signala?
3. Šta znači svojstvo aditivnosti E modela?
4. Zašto je lokalna ISDN veza uzeta kao veza najboljeg kvaliteta?
5. Može li se u osnovnoj jednačini E modela desiti da se ona svede na oblik $R=R_0+A$?
6. Koji su najpoznatiji uzročnici umanjenja kvaliteta klasične telefonske veze?
7. Koji su najpoznatiji uzročnici umanjenja kvaliteta IP telefonske veze a koji ne postoje u klasičnoj telefonskoj tehnici?
8. Može li kašnjenje biti uzročnik lošeg kvaliteta telefonskog signala na prijemu u klasičnoj telefonskoj mreži?
9. Da li digitalizacija smanjuje kvalitet telefonskog signala?
10. Koliko je kašnjenje signala preko satelita ako je njegova visina 40000km a brzina prostiranja radio signala 300000km/s?
11. Za koliko se smanji kvalitet IP telefonske veze samo zbog kašnjenja signala preko satelita na visini 40000km ako su ostali uslovi idealni?
12. Mogu li se koristiti dva satelita za jednu vezu tako što će veza imati dva koraka preko satelita?
13. Koja kašnjenja su približno konstantnih vrednosti a koja su promenljiva?
14. Kako promenljivo kašnjenje utiče na prenos govornih paketa?
15. Šta je osnovni cilj proračuna kašnjenja u telefonskoj paketskoj mreži?
16. Ako kvalitet paketizovanog telefonskog signala zavisi samo od kašnjenja, koja kašnjenja smatramo manje važnim?
17. Koje je dobro a koje loše svojstvo izgladivačkog bafera u IP telefoniji?
18. Kako se može smanjiti kašnjenje izgladivačkog bafera?
19. Koja je loša posledica smanjivanja izgladivačkog bafera?
20. Posmatra se jedna telefonska paketska (IP) mreža u kojoj se zahteva visoki kvalitet govornog signala od $R \geq 90$. Koji se postupci mogu primeniti u toj mreži?

21. Kako kompresori govornog signala utiču na kvalitet paketizovanog govornog signala?
22. Zašto odjek više smanjuje kvalitet govornog signala u paketskoj nego u klasičnoj telefoniji?
23. Koji činioci odjeka utiču na kvalitet paketizovanog telefonskog signala?
24. Posmatraju se dve telefonske paketske veze. U jednoj je odjek zanemarljiv (-65dB) a u drugoj je snaga odjeka za 50dB manja od snage primarnog signala. U vezama se traži kvalitet od bar $R=80$. Koliko se kašnjenje sme dozvoliti u prvoj a koje u drugoj vezi?
25. Posmatra se kompresor po G.723.1. Koliko smanjenje kvaliteta unosi ovaj kompresor zbog kompresije?
26. Posmatra se kompresor po G.723.1. Koliko smanjenje kvaliteta unosi ovaj kompresor zbog algoritamskog kašnjenja?
27. Posmatra se kompresor po G.723.1. Koliko smanjenje kvaliteta unosi ovaj kompresor zbog algoritamskog kašnjenja i paketizacije (T_d od 67,5ms do 97,5ms)?
28. Posmatraju se tri IP telefonske veze bez kompresora. U prvoj nema gubitaka paketa, u drugoj procenat izgubljenih paketa (PIP) je 3% ali postoji postupak nadoknade izgubljenih paketa a u trećoj je $PIP=1\%$ ali ne postoji postupak nadoknade izgubljenih paketa. Koliko se kašnjenje sme dozvoliti u ovim vezama ako je zahtevani kvalitet $R \geq 75$?
29. Zahtevani kvalitet veze je $R \geq 80$ a kašnjenje kroz mrežu 180ms. Kakve su kombinacije uticaja sada moguće?
30. Zašto je paketizovani govorni signal sa odsečcima nekomprimovanog signala (G.711) osetljiv na gubitke paketa?
31. Ako se u jednom paketu prenosi više odsečaka govornog signala, kako ih treba prenositi da se smanji uticaj gubitka paketa?
32. Neka je kašnjenje paketske mreže 180ms a zahtevani kvalitet govornog signala je oko $R \approx 75$. Sme li se u idealnom slučaju bez gubitka paketa i bez odjeka primeniti kompresor govornog signala po G.723.1(6,3kb/s, $I_e=15$)?
33. U jednoj telefonskoj paketskoj mreži je kašnjenje 190ms od čega 50ms otpada na prijemni bafer za izgladivanje džitera. Sa ovim kašnjenjem bafer potpuno eliminiše gubitke paketa. Signal odjeka je -50dB. Kodovanje je po G.711. Šta će se desiti ako se kašnjenje u baferu za izgladivanje džitera kašnjenje smanji na 20ms i tada izazovu gubici paketa u iznosu od 1% a ostali uticaji se mogu zanemariti?
34. Koliki je kvalitet govornog signala na prijemu kada je kašnjenje mreže 100ms, veza prolazi kroz dva postupka kompresije-dekompresije po G.723.1 (6,3kb/s, $I_e=15$)? Između deonica veze gde je signal komprimovan nalazi se deonica gde se govorni signal prenosi u digitalnom (G.711) ali nekomprimovanom obliku (*transcoding*). Uticaj odjeka i gubitka paketa se mogu zanemariti.

35. Koja je osnovna načelna preporuka za brzinu ostvarenja IP veze?
36. Koja je faza ostvarenja veze najkritičnija?

10. Pitanja o adresiranju tj. numeraciji u paketskim i mešovitim mrežama

10.1. Koje razlike klasične i IP mreže postoje?

Postoje tri vrste ključnih razlika između klasičnih telefonskih i IP telefonskih mreža koje se odnose na mešovitu komunikaciju.

Prva je razlika u signalnim postupcima jedne i druge mreže. Ova razlika se prevazilazi pretvaranjem i učeurenjem signalizacije (SIP-T, SIP-I, SIGTRAN).

Druga je razlika u obliku prenosa korisnog signala. Ova razlika se prevazilazi MG-ovima.

Treća razlika je u korisničkim adresama jedne i druge mreže. Adresiranje u klasičnim telefonskim mrežama je određeno pozivnim brojevima i brojevima za upućivanje (kod prenetih brojeva), a tabele upućivanja se nalaze ili u svakom mrežnom čvoru tj. centrali ili centralizovanim bazama. Adresni sistem u Internetu se sastoji od negeografskih adresa tj. imena koja čine ravni imenik. Internetske adrese se često ne mogu birati sa tastature običnog telefona.

10.2. Šta je ITAD a šta TAD?

Skup servera, GW-ova i terminala jednog vlasnika tj. kontrolisan od jednog administratora naziva se ITAD (*IP Telephony Administrative Domain*). Kada se govori o numeraciji, ITAD je IP mreža koja je uređena kao celina u smislu numeracije. ITAD se može smatrati IP ekvivalentom klasične telefonske mreže jednog vlasnika.

TAD (*Telephony Administrative Domain*) je administrativna celina u klasičnoj telefonskoj mreži.

10.3. Šta su to kvalifikovani telefonski brojevi?

To su tzv. geografski telefonski brojevi čija struktura zadovoljava načela ITU-T preporuke E.164 a to znači da se sastoji od koda zemlje tj. države (predstavljen sa 1-3 cifre), koda oblasti i pretplatničkog broja, a ukupan sadržaj broja nema više od 15 cifara. Posmatrajući kvalifikovani telefonski broj s leva na desno, može se utvrditi da hijerarhijski red opada (kod države, međumesni kod, pretplatnički broj). Analiza broja prilikom upućivanja počinje od hijerarhijsku najznačajnijeg dela tj. sa leve strane, tzv. *big endian* postupak.

10.4. Šta su to kvalifikovana domenska imena?

Imena kojima se može pretraživati DNS baza. Ova imena moraju zadovoljavati ograničenja po broju delova, broju karaktera u delu imena i moraju biti registrovana. Posmatrajući kvalifikovano domensko ime s leva na desno, može se utvrditi da hijerarhijski red delova imena raste (korisnik, firma, mreža, državna mreža). Analiza imena počinje od hijerarhijski najznačajnijeg dela tj. sa desne strane.

10.5. Šta su to URI adrese IP telefona?

Jednoliki identifikator resursa, URI (*Uniform Resource Identifier*), može biti adresa SIP terminala, H.323 terminala, elektronske pošte, kvalifikovani telefonski broj, adresa web stranice, itd.

10.6. Koji je prvi osnovni problem adresiranja u mešovitoj PSTN - IP telefonskoj mreži?

Poznat je telefonski broj korisnika telefona u klasičnoj telefonskoj mreži. Isti korisnik ima i neki IP terminal. Prvi osnovni problem je određivanje URI adrese korisničkog terminala na osnovu telefonskog broja klasičnog telefona istog korisnika. Ovaj problem proističe iz

činjenice da korisnik običnog telefona ne može jednostavno da bira URI adresu nekog IP terminala sa svoje tastature ili brojčanika. Ovaj se problem može rešiti postupkom ENUM.

10.7. Koji je drugi osnovni problem adresiranja u mešovitoj PSTN - IP telefonskoj mreži?

Poznat je telefonski broj traženog u klasičnoj telefonskoj mreži. Poziv se započinje iz IP telefonske mreže. Drugi osnovni problem je određivanje onog GW-a koji može da ostvari optimalnu vezu do traženog telefona. Problem proističe iz činjenice da svi GW-ovi na granici IP i klasične mreže ne mogu istovremeno imati podatke o optimalnom uspostavljanju veze između pozivajućeg IP terminala i pozvanog telefona. Problem se pretvara u problem automatskog osvežavanja pravila upućivanja u IP mreži. Ovaj se problem može rešiti protokolom TRIP.

10.8. Koji je treći osnovni problem adresiranja u mešovitoj PSTN - IP telefonskoj mreži?

Pozivi iz klasične mreže se upućuju po fiksnom planu upućivanja. Treći osnovni problem mešovite mreže je automatsko osvežavanje planova upućivanja u klasičnoj mreži. Ovaj problem se može rešiti protokolom CTRIP.

10.9. Šta je to ENUM?

Skraćenica ENUM, pored nekoliko tumačenja skraćenice (*Electronic NUMbering, tElephone NUMbering, E.164 NUmber Mapping, tElephone NUmber Mapping, Enhanced NUMber*), ima i nekoliko značenja.

Najšira definicija je da je ENUM postupak koji omogućava da imenik u mešovitoj digitalnoj i IP telefonskoj mreži bude jedinstven. Njegova primena je još i šira od prostog univerzalnog telefonskog imenika. Naime, ovaj postupak omogućava biranje ne samo IP telefona već i drugih IP resursa.

Suštinska definicija je da je ENUM postupak povezivanja kvalifikovanog telefonskog broja i identifikatora pojedinih resursa u IP mreži.

Često se naziv ENUM koristi kao ime radne grupe koja pripada organizaciji IETF (*Internet Engineering Task Force*) a koja se (grupa) bavi rešavanjem problema univerzalnog telekomunikacionog imenika. Ponekad se osnovni standard iz ove oblasti RFC (*Request For Comments*) 2916 (*E.164 number and DNS*) naziva ENUM standardom.

10.10. Na čemu se zasniva ENUM?

Na E.164 numeraciji i DNS-u. Oba resursa su globalno rasprostranjena i proverena u praksi. Ideja ENUM-a je da se svakom IP terminalu dodeli kvalifikovani telefonski broj. To onda omogućava korisnicima koji imaju samo telefonski aparat da jednostavno biraju IP terminale.

10.11. Koji su osnovni koraci postupka ENUM?

Pretvaranje kvalifikovanog telefonskog broja u domensko ime, slanje DNS upita, pretraživanje dela DNS baze, prijem DNS odgovora sa URI adresama IP terminala koji odgovaraju telefonskom broju.

10.12. Kako se kvalifikovani telefonski broj pretvara u domensko ime?

Ovo pretvaranje se može prikazati sledećim primerom.

Pretpostavimo da registrovani ENUM korisnik u Beogradu bira broj 30-73-600. Ovo nije kvalifikovani broj prema E.164 jer mu nedostaju međunarodni kod i kod oblasti (međumesni kod).

Zbog toga se on dopunjava i postaje +381-11-30-73-600. Ovde znak «+» označava da niz cifara iza njega predstavlja telefonski broj koji je u saglasnosti sa E.164 (kvalifikovani telefonski broj). Samo na ovaj broj se može primeniti sledeći korak.

U sledećem koraku se odbacuju svi znaci (karakteristi) sem cifara pa se dobija 381113073600. Broj se obrće i dobija se 0006370311183.

U sledećem koraku se dodaju tačke između cifara pa se dobija 0.0.0.6.3.7.0.3.1.1.1.8.3.

Najzad, ovom nizu se dodaju dva vršna dela domenskog imena, .e164.arpa (ili .e164.tld), pa domensko ime traženog korisnika postaje 0.0.0.6.3.7.0.3.1.1.1.8.3.e164.arpa.

10.13. Zašto se redosled cifara telefonskog broja obrće u stvaranju domenskog imena?

DNS pretraživanje počinje od dela domenskog imena najvišeg hijerarhijskog nivoa (*com*, *rs*, *org*) koje se u domenskom imenu nalazi na desnoj strani. DNS pretraživanje počinje, dakle, od desnih delova domenskog imena.

Deo telefonskog broja najvišeg nivoa (kod države) se nalazi prvi sleva. Da bi se domensko ime, dobijeno od telefonskog broja, pretraživalo na uobičajen način, od dela najvišeg nivoa, telefonski broj se mora obrnuti.

10.14. Zašto se iza svake cifre u domenskom imenu stavlja tačka?

Zato što svaka cifra može (ali ne mora) biti deo domenskog imena. Na primer,

.1.e164.arpa je ekvivalent delu domenskog imena iz severne Amerike,
 .44.e164.arpa je ekvivalent delu domenskog imena uk,
 .381.e164.arpa je ekvivalent delu domenskog imena sr.

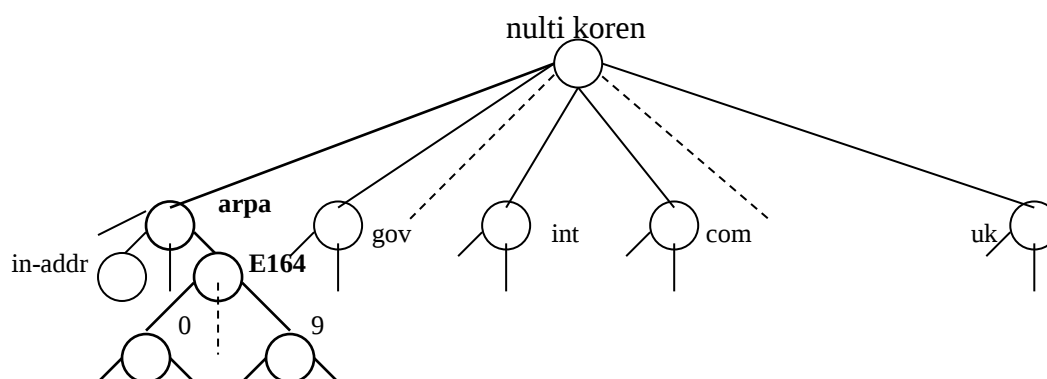
10.15. Kako se šalje zahtev za pretvaranje domenskog imena u URI adrese?

Šalje se standardnim DNS zahtevom u kome je vrednost polja *vrsta DNS upita* 35. Ova vrednost označava da se u DNS odgovoru očekuju podaci u obliku tzv. NAPTR RR (*Naming Authority Pointer Resource Record*).

10.16. U kom domenu se vrši traženje URI adresa vezanih za domensko ime dobijeno od kvalifikovanog telefonskog broja?

U domenu .arpa. ARPA (*Address and Routing Parameter Area*) je domen prvog sloja koji vodi do domena drugog sloja koji služe za pretvaranje: IP adresa u domenska imena, domenskih imena u URI adrese, IPv6 adresa u domenska imena, itd.

10.17. Šta je e164.arpa domen?



Slika 10.17.

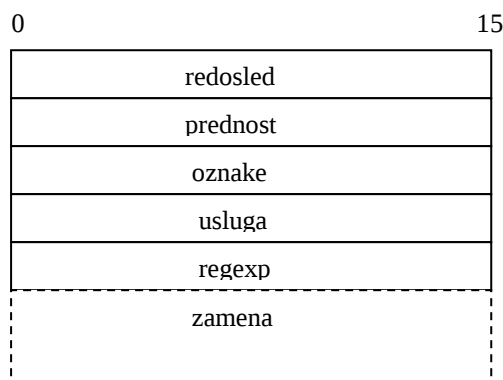
To je DNS domen drugog sloja koji sadrži veze (*mapping*) domenskih imena dobijenih od kvalifikovanih telefonskih brojeva i URI adrese svih terminala koji pripadaju korisniku posmatranog telefonskog broja, slika 10.17.

10.18. Šta je NAPTR RR?

To je oblik zapisa (*NAPTR RR, Naming Authority Pointer Resource Record*) podataka koji se mogu naći u bazama. Ovaj oblik se često koristi u DNS bazama. Deo DNS baze koji pripada grani *e164.arpa* sadrži ovakve zapise. Svakom domenskom imenu dobijenom od telefonskog broja odgovara jedan ili više ovakvih zapisa. Po dobijanju DNS upita, DNS baza šalje DNS odgovor koji sadrži NAPTR RR. Ovaj zapis sadrži URI adrese svih terminala koje koristi vlasnik telefonskog broja od kojega smo pošli. U primeru u kome smo pošli od telefonskog broja *30-73-600* NAPTR RR sadrži sve brojeve telefona koje koristi vlasnik broja *30-73-600*, adresu njegovog SIP telefona, broj faksa *38111108801*, adresu elektronske pošte *info@iritel.com*, itd. U zavisnosti od želje pozivajućeg jedna od ovih adresa će biti iskorišćena za komunikaciju.

10.19. Kakav je format NAPTR RR?

NAPTR RR se može sastojati od više zapisa. Svaki zapis ima format kao na slici 10.19.



Slika 10.19.

Sva (dvooktetska) polja iz zapisa se ne koriste u ENUM postupku. Najvažnija polja su *prednost* (*preference*), *usluga* (*service*) i *regex*. Polje *prednosti* određuje koji će zapis, od njih više, biti obrađen prvi. Polje *usluga* govori koja se usluga može koristiti URI adresom iz ovog zapisa. Polje *regex* sadrži URI adresu terminala usluge čija oznaka se nalazi u polju *usluga*.

10.20. Kako se popularno označava ENUM postupak?

Oznakom *E2U (E.164 to URI)* pretvaranje.

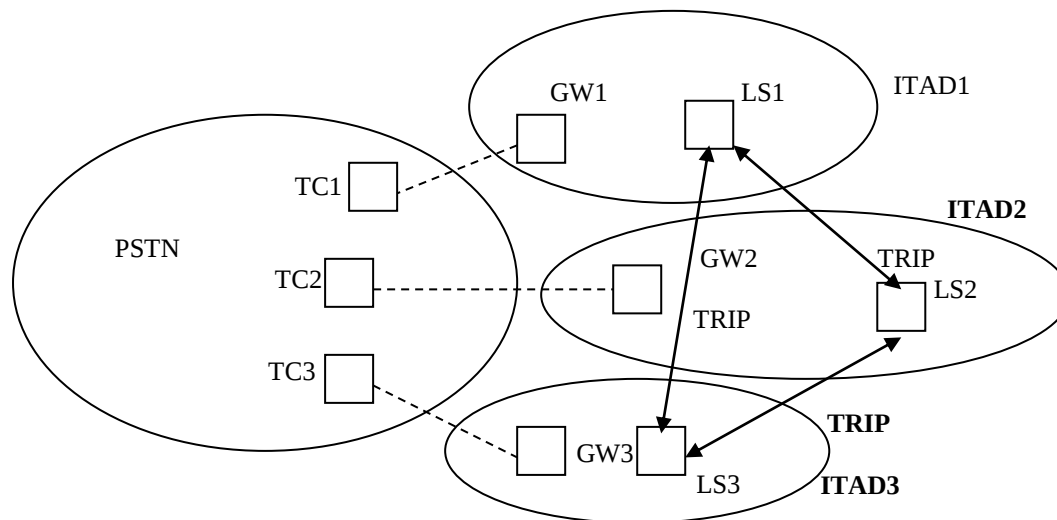
10.21. Šta je to privatni ENUM?

Postupak koji povezuje telefonske brojeve koji ne zadovoljavaju E.164 strukturu i URI adrese. Koristi se u privatnim, korporacijskim, mešovitim telefonskim (telekomunikacionim) mrežama.

10.22. Šta je TRIP?

TRIP (*Telephony Routing over IP, RFC 3219*) je protokol koji omogućava razmenu podataka između lokacijskih servera različitih ITAD-a o upućivanju kako bi se postiglo da se pozivi iz IP mreže upućuju ka klasičnoj mreži na jednoznačan i optimalan način. Ovde je lokacijski

server (LS) zajedničko ime za proksi server u SIP mreži i gejtkeeper u H.323 mreži. Razmena je *interdomenska* tj. vrši se između GW-ova i lokacijskih servera različitih ITAD-a, slika 10.22.



Slika 10.22.

10.23. Zbog čega je potreban TRIP?

TRIP je protokol koji služi za razmenu podataka između čvorova IP mreže o upućivanju poziva iz IP mreže ka javnoj telefonskoj mreži. Postavlja se pitanje: zašto se potreba za ovakvim protokolom ne pojavljuje u tako oštrom vidu i na strani telefonske mreže. Odgovor leži u različitosti ovih mreža.

- Telefonska mreža se više ne razvija a broj i obim IP mreže se neprekidno povećavaju.
- Upućivanje u telefonskoj mreži je jednoznačno određeno planom upućivanja i retko se i malo menja. Često osvežavanje tabela upućivanja u lokacijskim serverima IP mreže od strane administracije mreže postaje suviše složeno kod većih IP mreža.
- U telefonskoj mreži nisu moguće zatvorene petlje u planu upućivanja a u IP mreži jesu.
- Vlasnik javne mreže je često jedan a vlasnika IP mreža (*IP provajdera*) ima više.
- Dešava se da vlasnici IP mreža nisu i vlasnici GW-ova prema klasičnoj mreži.

Sve ove razlike ukazuju na tzv. problem lokalizacije GW-a za pozive koji se upućuju iz IP u klasičnu telefonsku mrežu. Jedna šira definicija TRIP-a je da je on rešenje lokacijskog problema u IP mreži.

Fiksno upućivanje veza u smeru od PSTN ka IP zbog nepostojanja protokola sličnog TRIP-u u PSTN znači da neke veze iz PSTN ka IP neće biti upućene optimalnim putem. Zbog toga se predlaže protokol CTRIP koji bi u klasičnoj telefonskoj mreži imao istu ulogu kao TRIP u IP mreži.

10.24. Gde se drže podaci u lokacijskom serveru IP mreže?

U TRIB-u (*Telephone Routing Information Base*). Ova baza se deli na bazu za podatke o eksternim LS-ovima (onima koji pripadaju drugim ITAD), bazu sa podacima o internim LS-ovima i bazu sa lokalnim podacima.

10.25. Kako se obavlja protokol TRIP?

Uspostavljanjem TCP veze a zatim signalizacijom protokola BGP-4. Uspostavom TCP veze, posle pregovaranja, lokacijski serveri jedan drugome pošalju sadržaj svojih baza a svaka

promena baze se šalje kao dopuna ostalima. Suština razmene podataka iz baza pojedinih LS je da svi lokacijski serveri *znaju* preko kojih GW-ova su dostupni koji telefonski brojevi.

10.26. Šta je CTRIP?

Protokol koji u klasičnoj telefonskoj mreži vrši distribuciju podataka o upućivanju naziva se CTRIP (*Circuit Telephony Routing Information Protocol*, 2005. je još u fazi razmatranja). Ovaj protokol funkcioniše isto kao TRIP uz razliku u parametrima koje distribuira.

10.27. Kako se izmenjuju podaci o upućivanju u mešovitoj mreži?

Distribucija podataka o upućivanju kreće iz oblasti u kojoj je došlo do promene. Novi podaci se šalju susednim oblastima. Ukoliko poruke distributivnog protokola prelaze tehnološku granicu TAD – ITAD protokol CTRIP se pretvara u TRIP i obrnuto. Na ovaj način se podaci o upućivanju raspodeljuju po čitavoj mešovitoj mreži.

10.28. Šta je prenosivost broja?

Prenosivost broja (*Number Portability, NP*) je mogućnost da korisnik zadrži svoj pozivni broj ako promeni davaoca telekomunikacione usluge, vrstu usluge ili lokaciju a da se zbog toga ne naruše kvalitet i pouzdanost usluge.

Kao što se iz ove definicije može videti prenosivost pozivnog broja se odnosi na zadržavanje istog pozivnog broja kada se promeni usluga (na primer: obična telefonska usluga se zameni ISDN telefonskom uslugom), davalac usluge (na primer: prelazak sa mreže 064 na mrežu 063) i lokacija korisnika (na primer: selidba iz jednog grada u drugi).

10.29. Zbog čega se u savremenim mrežama zahteva prenosivost broja?

U procesu ujednačavanja konkurentnosti svih ponuđača usluga u telefonskoj ili telekomunikacionoj mreži prenosivost pozivnog broja igra ključnu ulogu. Naime, smatra se da će korisnici lako birati novog ponuđača usluga samo ako im se omogući da zadrže svoj pozivni broj. Smatra se, takođe, da lako menjanje ponuđača od strane korisnika značajno podstiče napredak telekomunikacione industrije.

10.30. Koji su ključni termini vezani za prenosivost broja?

To su:

Korisnički broj je pozivni broj korisnika koji odgovara ITU-T preporuci E.164. Ovaj broj ne podrazumeva međunarodne (“99” ili “00”) i međumesne (“0”) prefikse već samo međunarodni kod države (*country code*), oblasti (međumesni kod, *area code*) i broj pretplatnika (*subscriber number*). Sastoji se od 10 do 15 cifara.

Preneti broj je korisnički broj koji je predmet prenosa u smislu izložene definicije prenosivosti broja.

Broj za upućivanje (*Routing Number*) je broj koji mreže i centrale koriste da bi se poziv uputio kroz mrežu do traženog korisnika sa prenetim brojem.

Donorska mreža ili centrala je mreža ili centrala gde je posmatrani broj bio registrovan prvi put.

Polazna mreža ili centrala je mreža ili centrala iz koje polazi poziv ka korisniku koji je preneo broj.

Dolazna mreža ili centrala je mreža ili centrala u kojoj je korisnik sa prenetim brojem.

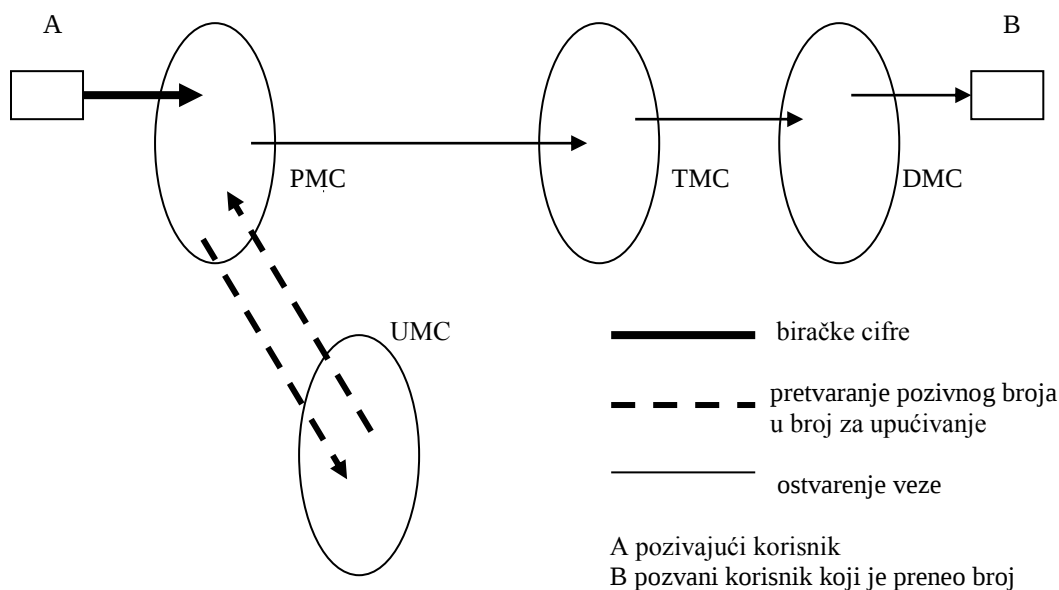
Uslužna mreža ili centrala je ona mreža ili centrala u kojoj postoje podaci o prenetim brojevima i u kojima se može dobiti broj za upućivanje.

Tranzitna mreža ili centrala je mreža ili centrala koja se može (ali ne mora) naći između dve od mreža ili centrala koje su pomenute: polazna, uslužna, donorska i dolazna.

10.31. Koje je osnovno načelo ostvarenja veze sa korisnikom koji je preneo broj?

Opšte načelo o ostvarenju veze sa korisnikom koji je “preneo” broj je sledeće. Po izabranom broju ostvaruje se veza sa uslužnom centralom. Tu se dolazi do broja za upućivanje i veza se pomoću njega ostvaruje do traženog pretplatnika. Sama telefonska veza se može ali ne mora ostvariti preko uslužne centrale.

Na slici 10.31. je prikazano načelo ostvarivanja veze.



PMC, UMC, TMC, DMC – polazna, uslužna, tranzitna, dolazna mreža ili centrala

Slika 10.31.

Slika 10.31. je sasvim načelna jer se u realizacijama može naći slučaj da su UM i PM ista mreža, da su TM i UM ista mreža, itd.

10.32. Koje promene u mrežu unosi mogućnost prenosivosti broja?

Korenite promene se moraju izvršiti u numeraciji tj. imeniku, signalizaciji, postupku upućivanja i sistemu naplate usluge.

Uvođenjem funkcije prenosivosti broja imenik telefonske centrale (mreže) od popisa geografskih i hijerarhijskih brojeva koji je istovremeno i popis adresa za upućivanje postaje ravni imenik tj. popis virtuelnih brojeva.

Iz samih postupaka ostvarenja veze sa terminalima koji su preneli brojeve, vidi se da se signalizacija koristi na složeniji način.

Postupak upućivanja se menja: od hijerarhijskog na osnovu pozivnog broja, koristi pretvaranje pozivnog broja u broj za upućivanje.

Sistem naplate usluge se mora menjati zato što ne postoji čvrsta vezanost broja iz imenika i broja resursa mreže koji se koriste za vezu, kao kod mreža bez prenosivosti broja.

10.33. Šta u realizacijama mreža sa prenosom brojeva predstavlja broj za upućivanje?

Tu se razlikuje nekoliko slučajeva. Broj za upućivanje može biti adresa:

- pozvanog telefona,
- dolazne centrale,
- dolazne mreže ili
- neke tačke u mreži preko koje se može doći do traženog korisnika koji je preneo broj.

Samo u prvom slučaju je broj za upućivanje dovoljan za ostvarenje veze a u tri preostala potrebne su dodatne informacije, najčešće izabrani korisnički broj pozvanog.

10.34. Da li se u vezi sa korisnikom koji je preneo broj moraju zadržati korisničke mogućnosti vezane za numeraciju?

Prilikom ostvarenja veze sa korisnikom koji je preneo broj moraju se zadržati funkcije identifikacije pozivajućeg, CLI, (*Calling Line Identification*) i identifikacije strane B, tj. linije na kojoj je veza završena, COLI, (*Connected Line Identification*).

10.35. Kakva je signalizacija neophodna u mreži sa prenosivošću brojeva?

Funkcija prenosivosti broja je uslovljena korišćenjem signalizacija koje mogu preneti razne podatke kao što je to signalizacija ITU-T broj 7. Ova signalizacija se, kao što je poznato obavlja signalnim porukama a za ostvarenje veze se koriste poruke iz korisničkog dela signalizacije koji se nazivaju TUP (*Telephone User Part*) i ISUP (*ISDN User Part*). Prva poruka koja se koristi za ostvarenje veze je IAM (*Initial Address Message*) ili IAI (*Initial Address message with additional Information*). Ova poruka nosi, pored brojnih podataka i identifikatora i izabrani broj. Ovaj broj se u najjednostavnijem slučaju koristi za uspostavu veze. U slučaju prenetog broja ovaj broj se u uslužnoj centrali može iskoristiti da se utvrdi broj za upućivanje. Kada se utvrdi broj za upućivanje on može zauzeti mesto u novoj poruci IAM' (IAI') i tako doći do pozvanog pretplatnika. Treba napomenuti da se pored broja za upućivanja šalje i prvoizabrani broj.

10.36. Koliko načela ostvarivanja prenosivosti broja postoje?

Četiri:

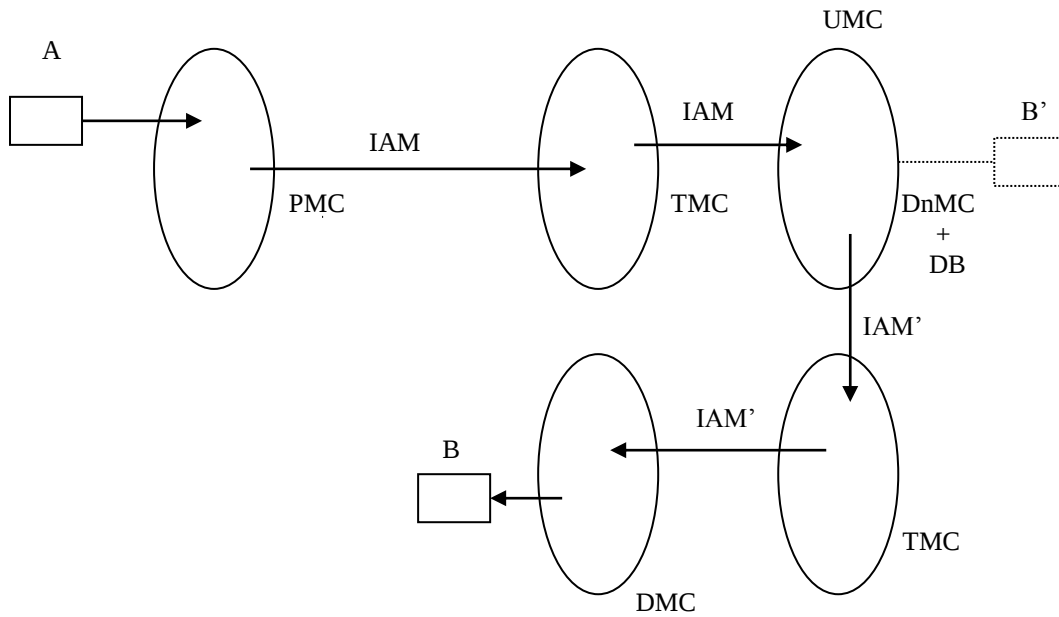
1. preusmeravanje poziva u donorskoj centrali (*Onward Routing, OR*),
2. preusmeravanje poziva posle "slepog" zauzimanja donorske centrale (*dropback* ili *Return To Pivot, RTP*),
3. preusmeravanje poziva posle prekida iz donorske centrale (*Query on Release, QoR*),
4. preusmeravanje u jednom koraku (*All Call Query, ACQ*).

10.37. Kako se primenjuje prvo načelo?

U ovom rešenju donorska centrala sadrži bazu podataka o prenetim brojevima. (U svim sledećim primerima realizacije preusmeravanja poziva radi ostvarenja mogućnosti prenosa brojeva koristiće se izraz *centrala* mada se on uvek može zameniti izrazom *centrala ili mreža* kao što je to na slikama i označeno).

Po prijemu signalne poruke IAM (*Initial Address Message*) u donorskoj centrali se upućuje upit bazi podataka i dobija se broj za upućivanje.

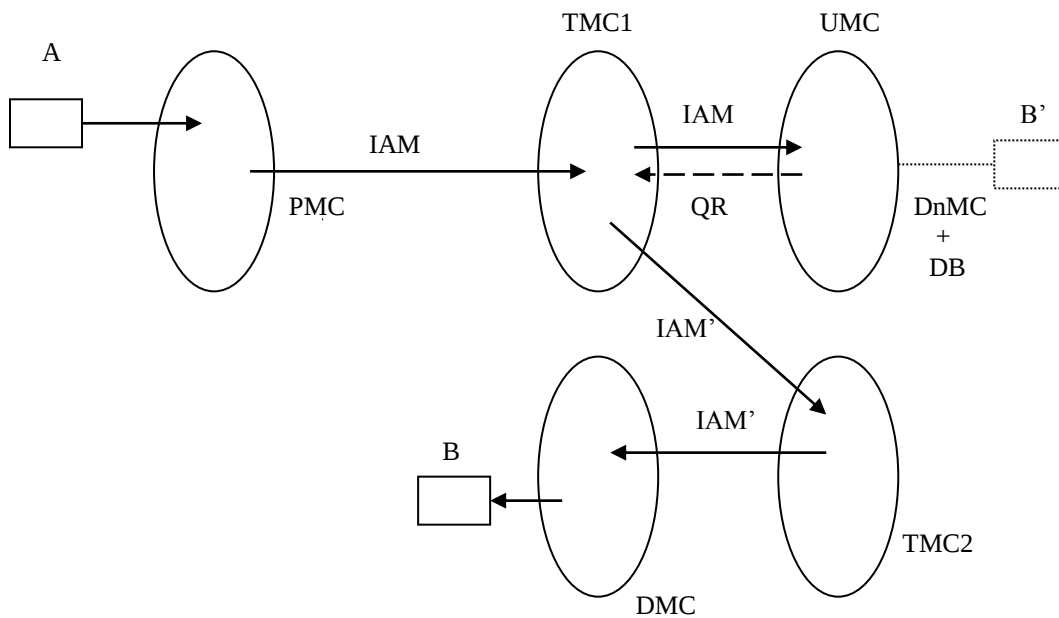
Broj za upućivanje se ugrađuje u novu signalnu poruku IAM' kojom se poziv može uputiti do pretplatnika B, kao na slici 10.37. Treba reći da u nekim slučajevima tranzitne centrale ili mreže ne postoje. Očigledno je da je u ovom slučaju donorska centrala istovremeno i uslužna.



A (B) pozivajući (pozvani) korisnik, B' traženi pretplatnik pre prenošenja broja
 PMC, UMC, TMC, DMC, DnMC – polazna, uslužna, tranzitna, dolazna, donorska mreža ili centrala
 DB baza podataka o prenetim brojevima

Slika 10.37.

10.38. Kako se primenjuje drugo načelo?



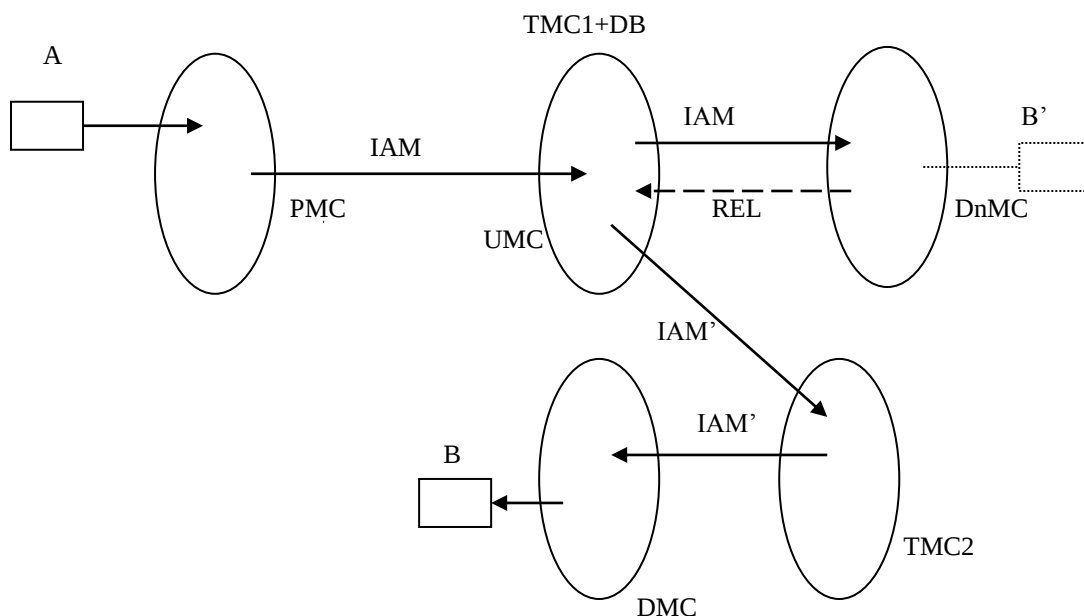
A (B) pozivajući (pozvani) korisnik, B' traženi pretplatnik pre prenošenja broja
 PMC, UMC, TMC, DMC, DnMC – polazna, uslužna, tranzitna, dolazna, donorska mreža ili centrala
 DB baza podataka o prenetim brojevima

Slika 10.38.

Sličan slučaj prethodnom je sledeći. Baza podataka o prenetim brojevima i brojevima za upućivanje se i u ovom slučaju nalazi u donorskoj centrali. Poziv se i u ovom slučaju uputi donorskoj centrali ali ona, umesto preusmeravanja poziva, vrati unazad (*dropback*) informaciju sa brojem za upućivanje (QR) do one centrale koja ima mogućnost promene signalne poruke IAM. Na slici 10.38. je pretpostavljeno da je to tranzitna centrala mada to može biti i polazna centrala.

10.39. Kako se primenjuje treće načelo?

Sledeća mogućnost preusmeravanja je ona koja se zasniva na postojanju baze podataka u tranzitnoj centrali TC1. Primarni poziv se upućuje u donorsku centralu koja, našavši da je broj prenet, prekida vezu signalnom porukom REL. Ova poruka prekida nosi podatak da je traženi broj prenet tj. da se ne radi o prekidu zbog biranja nepostojećeg broja. Po prijemu ove signalne poruke u tranzitnoj centrali se upućuje upit (*Query on Release*, QoR) bazi podataka za izabrani broj, dobija se broj za upućivanje i veza se preusmerava kao na slici 10.39.



A (B) pozivajući (pozvani) korisnik, B' traženi pretplatnik pre prenošenja broja
 PMC, UMC, TMC, DMC, DnMC – polazna, uslužna, tranzitna, dolazna, donorska mreža ili centrala
 DB baza podataka o prenetim brojevima

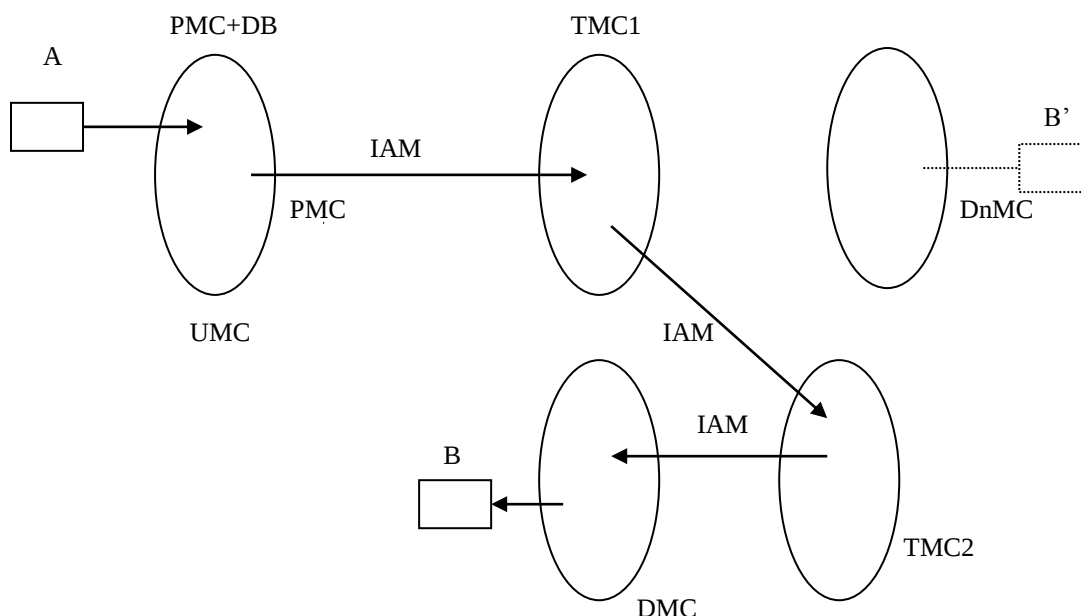
Slika 10.39.

10.40. Kako se primenjuje četvrto načelo?

Ovaj način uspostavljanja veza do pretplatnika podrazumeva postojanje centralne baze podataka o prenetim brojevima u polaznoj centrali, kao što je prikazano na slici 10.40. ili u prvoj tranzitnoj centrali.

Pošto je pozivajući korisnik završio sa biranjem broja upućuje se upit centralnoj bazi a kao odgovor se dobija broj za upućivanje.

U ovom slučaju je važno uočiti da donorska centrala nije uključena u proces preusmeravanja poziva. Adresa pretplatnika koji je preneo broj se nalazi u jednom koraku tj. upitu tako da nema tzv. slepih zauzimanja.



A (B) pozivajući (pozvani) korisnik

B' traženi pretplatnik pre prenošenja broja

PMC, UMC, TMC, DMC, DnMC – polazna, uslužna, tranzitna, dolazna, donorska mreža ili centrala

DB baza podataka o prenetim brojevima

Slika 10.40.

10.41. Kako se izvodi prenosivost broja u IP telefonskoj mreži?

Tako što se promene podaci u DNS bazi i primenom postupka ENUM. Naime, IP telefon koji je preneo broj u neku drugu računarsku mrežu promenio je i URI adresu. Ova promena mora da se izvrši i u DNS domenu *.e164.arpa*. Posle ove promene, na DNS upit sa domenskim imenom dobijenim od telefonskog broja, dobiće se DNS odgovor sa NAPTR RR u kome se nalazi nova URI adresa.

10.42. Kako se ostvaruje veza iz IP mreže sa PSTN telefonom koji je preneo broj?

Ako nema CTRIP-a, promenom u TRIP bazi lokacijskih servera. Pozivni broj koji je prenet predstavlja virtuelni broj. Posle prenosa je sasvim moguće da neki drugi GW u IP mreži može da ostvari optimalni put ka traženom prenetom broju. Treba naponenuti, da se kod prenosa brojeva, podaci u bazama u PSTN, DNS i lokacijskim serverima moraju promeniti u što kraćem vremenu.

Ako postoji CTRIP onda se promena distribuira po svim delovima mešovite mreže.

10.43. Kako se ostvaruje veza iz PSTN mreže sa IP telefonom koji je preneo broj?

Preko TRIP - CTRIP distribucije podataka za upućivanje. Prema ostatku IP mreže promena se prenosi TRIP-om. Na tehnološkoj granici ova se promena distribuira CTRIP-om u delovima klasične mreže.

10.44. Kako se naplaćuje pozivanje lokacijski prenetog broja?

Posmatra se prenos telefonskog broja u fiksnoj mreži iz jednog mesta A u drugo B, zbog selidbe. Pozivanje prenetog broja može izazvati veće troškove pozivajućim korisnicima iz mesta A a da oni toga nisu svesni pre biranja broja. Zbog toga se sistem naplate kod prenosa broja razlikuje od naplate kod vrlo slične funkcije preusmeravanja poziva, dodatne usluge ITU-T preporuka I.252. Naime, prenosivost brojeva je mogućnost koja je zakonski obavezna

za vlasnika mreže i zbog toga preovlađuje mišljenje da korišćenje ove mogućnosti treba da bude besplatno za korisnike. Dodatne usluge su mogućnosti koje olakšavaju korišćenje telefonske tehnike, dobijaju se na korisnikov zahtev i zbog toga se plaćaju. Samo uvođenje ove mogućnosti, postupak njenog ostvarenja i odnose među mrežama koje su uključene u prenosivost broja regulišu tzv. nacionalna regulatorna tela (agencije).

Vežbe uz poglavlje 10.

1. Šta znači oznaka *little end(ian)* i *big end(ian)* u pogledu procesa analize adrese?
2. Zašto se IP adrese ne mogu birati sa brojanika običnog telefona?
3. Čemu služi postupak ENUM?
4. Čemu služi postupak TRIP?
5. Čemu služi postupak CTRIP?
6. Za šta je vezan termin rutiranje u klasičnoj mreži a šta u IP telefonskoj mreži?
7. Šta su to geografske adrese?
8. Da li je adresar javne klasične telefonske mreže geografski?
9. Da li IP adrese pripadaju geografskim adresama?
10. Po čemu se upućivanje poziva kod geografskih brojeva razlikuje od upućivanja negeografskih?
11. Da li su adrese u mreži mobilne telefonije geografske?
12. Koja savremena mogućnost klasične telefonske mreže pretvara adresar/imenik u negeografski?
13. Koliko vrsta adresa postoji u klasičnoj telefonskoj mreži sa geografskim imenikom, telefonskoj mreži sa prenosivošću brojeva i IP mreži?
14. Gde se lakše rešava problem prenosivosti broja: u klasičnoj ili IP telefonskoj mreži?

11. Pitanja o proračunu paketskih resursa

11.1. Kakve su suštinske razlike između proračuna resursa klasične i IP telefonske mreže?

U klasičnoj telefonskoj mreži nedostatak resursa izaziva nemogućnost ostvarenja veze (gubici, *loss*, *blocking*) ili čekanje na ostvarenje veze. Po uspostavljanju veze saobraćajna svojstva korisnika i resursa ne mogu uticati na kvalitet govornog signala.

U paketskoj mreži, praktično, ne postoje gubici poziva zbog nedostatka resursa. Ukoliko su resursi preopterećeni, povećava se kašnjenje paketa i, najzad, paketi počinju da se gube (*packet loss*). Ovo dovodi do smanjenja kvaliteta govornog signala na prijemu.

Kratko rečeno, nedostatak resursa u klasičnoj mreži izaziva manji broj veza od željenog ali su veze dobrog kvaliteta. U paketskoj mreži nedostatak resursa izaziva pad kvaliteta veza ali se sve veze ostvaruju.

Druga razlika je u upravljanju kvalitetom veze u toku njenog trajanja. Naime, u paketskim mrežama se prati opterećenje tj. stepen zagušenosti mrežnih čvorova. Na prve znake zagušenosti, uključuju se postupci smanjivanja intenziteta onih izvora čija informacija nije vezana za rad u realnom vremenu. Ovakvi postupci nisu potrebni u klasičnoj mreži jer su korisničke informacije u njoj nezavisne jedna od druge.

Treća suštinska razlika je u zajedničkom uticaju saobraćajnih i nesaobraćajnih veličina na kvalitet govornog signala u paketskoj mreži. U klasičnim mrežama saobraćajne veličine utiču na broj uspostavljenih veza a kvalitet govornog signala na prijemu zavisi od električnih i prenosnih svojstava mreže (šumovi, preslušavanje, kodovanje). U paketskim mrežama sve veličine imaju uticaj na kvalitet govornog signala (šum, eho, mali bafer i povećano čekanje paketa smanjuju kvalitet govornog signala).

11.2. Koje je osnovno pitanje saobraćajnog proračuna u paketskoj mreži?

Osnovni saobraćajni proračun u paketskim telekomunikacijama se svodi na traženje odgovora na pitanje: koliki protok paketskih linkova i koliki bafer (tražene veličine) treba da budu pa da kašnjenje i broj izgubljenih paketa budu ispod propisane vrednosti (propisana veličina) ako je poznat ponuđeni paketski protok korisnika (procenjena ili izmerena veličina).

11.3. Da li saobraćajni model ISDN pristupa predstavlja model klasične ili paketske telefonije?

Saobraćajni model ISDN pristupa predstavlja oba modela. Naime, korisnički (B) kanali se zauzimaju prema modelu sa gubicima koji je tipični model klasične telefonije. Ukoliko su svi B kanali zauzeti sledeći poziv ne može biti uslužen.

Signalni (D) kanal prenosi paketizovanu signalizaciju i paketizovane podatke. Paketi koji naiđu na zauzeti D kanal čekaju na njegovo oslobađanje i u ovom modelu nema gubitaka. Ovo je, dakle, tipični model paketskog usluživanja.

11.4. Šta je slično u proračunima resursa u klasičnim i paketskim telekomunikacijama?

To je osnovno načelo statističke ravnoteže procesa dolazaka zahteva (poziva, paketa) i procesa njihovog usluživanja. Naime, ovo načelo je posledica osnovnog zahteva usluživanja da se prosečni saobraćajni zahtevi ne menjaju sa vremenom. Samo u tom slučaju će se uspostaviti statistička ravnoteža između zahteva i usluge. U ovom ravnotežnom, stacionarnom stanju je moguće odrediti prosečne vrednosti svih veličina.

11.5. Koji su saobraćajni pokazatelji značajni u IP mreži?

To su: vreme aktivnosti i neaktivnosti izvora paketa, protok paketa jednog izvora, raspodela vremena između dva uzastopna paketa, srednje vreme trajanja paketa, promenljivost vremena trajanja paketa, najveći protok paketskog linka, iskorišćenost linka, broj mesta u baferu (veličina bafera), gubici paketa.

11.6. Šta je osnovni zadatak saobraćajnih proračuna u IP telefoniji?

Dimenzionisanje paketskog linka i bafera. Naime, u jednoj oblasti paketske telefonske mreže postoji određeni broj korisnika. Poznat je njihov saobraćajni profil. Osnovni zadatak je odrediti potrebni protok paketa u paketskom linku ka nekoj mrežnoj tački i potrebnu veličinu bafera tako da link bude dovoljno iskorišćen ali ne suviše tako da veličina bafera može da bude dovoljna da se ne izgubi više od zanemarljivog dela paketa.

11.7. Da li je isti način proračuna za govorne i signalne resurse?

Ne. Razlike proističu iz različitog stepena značaja govornih i signalnih paketa. Sve se čini da se signalni paketi ne izgube. Signalni paketi se prenose uglavnom protokolima sa proverom prijema i retransmisijom (TCP, SCTP) a govorni paketi se prenose brzim protokolom (RTP). Ukoliko se signalizacija prenosi RTP-om, bez mogućnosti retransmisije, tada se primenjuje višestruko slanje paketa koje smanjuje verovatnoću gubitka paketa do zanemarljivog stepena. Proračun resursa za govorne pakete u slučajevima velikih opterećenja pokazuju mogućnost gubitaka paketa koji u krajnjem slučaju vode do pada kvaliteta govornog signala izraženog kroz smanjenje vrednosti činioca kvaliteta veze R . Proračun signalnih resursa pokazuje da u slučajevima velikih opterećenja može doći do usporavanja postupka ostvarenja i raskidanja veze, ali ne i do gubitaka.

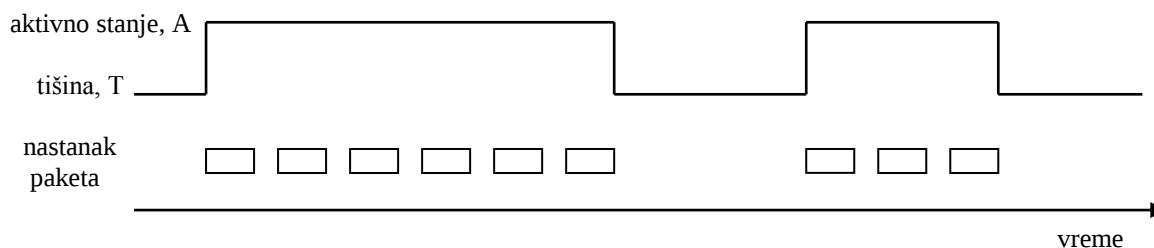
11.8. Kako može da se predstavi model izvora paketizovanog govornog signala?

Prvi model nekomprimovanog signala je jednostavan. Tu se može izračunati potreban protok koji je stalne vrednosti. Posmatrajmo tridesetokanalni multipleksni signal poznat pod imenom E1. Ukoliko ne postoji kompresija, za paketski prenos ovog signala je potrebno $30(pz+64)kb/s$ gde je pz protok paketskog zaglavlja koji se odnosi na jedan kanal (u kb/s).

Drugi, model komprimovanog signala, je složeniji u saobraćajnom smislu. Naime, prvi postupak u procesu kompresije je odbacivanje pauza u govoru. Posmatrajući grupu od N kanala kao grupu izvora saobraćaja, postupak odbacivanja pauza u govoru čini da broj aktivnih izvora saobraćaja nije konstantni broj već vremenski promenljivi broj. Ova činjenica usložnjava postupak izračunavanja potrebnog protoka, koji je u ovom slučaju, očigledno, manji nego u slučaju bez kompresije.

11.9. Kako izgleda model izvora govornog signala sa kompresijom?

Kompresija se, u prvom redu, počinje izborom važnijih delova signala tj. odbacivanjem pauza u govoru.

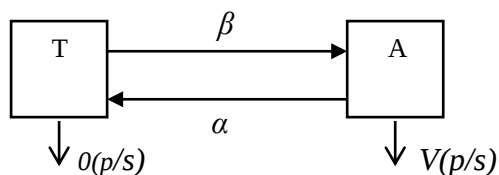


Slika 11.9.

Odbacivanje pauza u govornom signalu (*silence removal*) se zasniva na davno utvrđenoj činjenici da svaki govorni signal ima aktivna stanja (čije je trajanje $Ta=0.4s-1.2s$, srednja vrednost $1/\alpha$) i stanja govorne pauze (čije je trajanje $tp=0.6-1.8s$, srednja vrednost $1/\beta$). Prenos pauza se ne vrši. Prenos govornog signala se vrši tako što se u aktivnom stanju govor pretvara u konstantni tok govornih paketa čiji protok ima stalnu vrednost, slika 11.9.

11.10. Kako izgleda matematički model izvora govornog signala sa kompresijom?

To je model sa dva stanja, kao na slici 11.10. U stanju tišine (T) nema stvaranja paketa a u aktivnom stanju (A) se stvara V paketa u sekundi (p/s). U ovom modelu se definišu intenziteti prelazaka u aktivno stanje (β) i intenzitet prelazaka u stanje pauze (α).

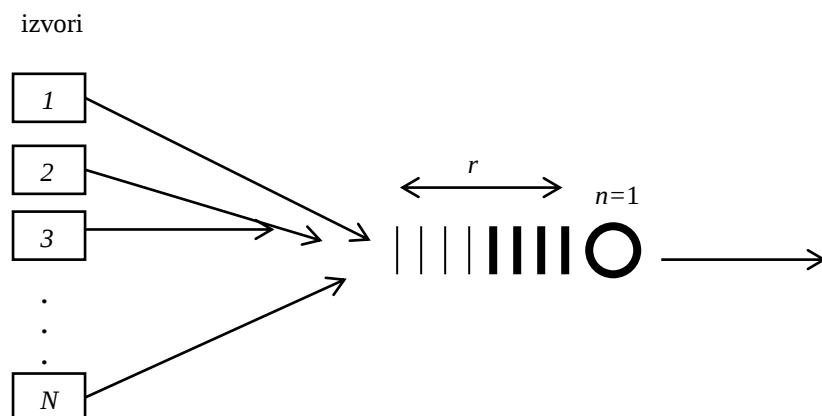


Slika 11.10.

Određuje se činilac aktivnosti izvora $\rho_i = \beta / (\alpha + \beta)$. Za prenos ovog *pakelizovanog* govora bez pauza jednog govornika potreban je protok od $\rho_i V(p/s)$.

11.11. Kako izgleda matematički model paketskog multipleksera sa baferom?

To je model koji se sastoji od N izvora govornih signala, jednog ($n=1$) uslužujućeg organa (odlazni link, čiji je protok CV a saobraćaj ρ) i određeni broj mesta za čekanje (r) od kojih svako može primiti po jedan paket a koja zajedno predstavljaju bafer, slika 11.11.



Slika 11.11.

11.12. Šta je osnovni zadatak proračuna bafera?

To je određivanje broja mesta za čekanje u baferu (r), ako su poznata svojstva govornog signala (α i β), broj izvora govornog signala N , svojstva linka (protok CV i saobraćaj ρ), na takav način da gubici budu manji od propisanih B_p .

Pokazuje se da je jednačina koja određuje gubitke sledeća:

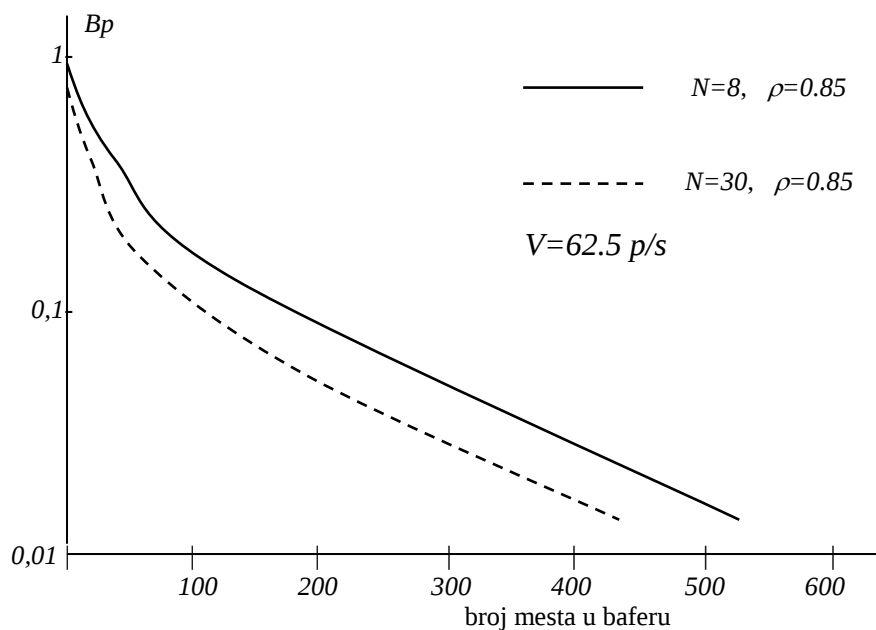
$$B_p \cong A_N \rho^N e^{-q\alpha r/V}$$

gde su:

$$q = (1-\rho)(1+\gamma)/[1-(C/N)], \quad \gamma = \beta/\alpha, \quad C = \gamma N/\rho (1+\gamma)$$

11.13. Šta pokazuje proračun u 11.12.?

Proračun pokazuje da se najlošiji rezultati tj. najveći gubici dobijaju za mali broj izvora. Povećanjem broja izvora (i srazmernim povećanjem protoka linka) gubici postaju sve manji i manji za isti broj mesta u baferu, slika 11.13.



Slika 11.13.

11.14. Kako se može izračunati kašnjenje paketa sa telefonskim govornim signalom na linku kojim se šalju sve vrste paketa?

Pomoću modela usluživanja M/G/1. Poznato je da je srednje vreme čekanja u modelu usluživanja jednim kanalom bez prioriteta za tražiocje usluge (pakete) dato sledećim izrazom

$$E[w] = W = \lambda E[t^2] / [2(1-\rho)] = \rho T [1 + (\sigma/T)^2] / [2(1-\rho)] \quad (11.14.1.)$$

gde su:

w – slučajna veličina dužine vremena čekanja na usluživanje slanje po linku (od trenutka spremnosti za slanje do početka slanja),

W – srednja vrednost dužine vremena čekanja na slanje,

λ – intenzitet svih paketa (broj govornih i negovornih paketa u jedinici vremena),

t – slučajna veličina dužina trajanja usluge tj. trajanje paketa,

T – srednja vrednost dužine trajanja svih paketa,

ρ – saobraćaj paketskog linka, $\rho = \lambda T$,

σ – standardna devijacija slučajne veličine t ,

$E[x]$ – u matematici uobičajena oznaka za srednju vrednost tj. matematičko očekivanje slučajne veličine x . Dakle, važi: $E[w] = W$ i $E[t] = T$.

$E[t^2]$ – srednja vrednost kvadrata slučajne veličine t se naziva još i drugi (početni) momenat slučajne veličine t i on je, kao što je poznato, jednak zbiru kvadrata matematičkog očekivanja (tj. kvadrata prvog početnog momenta) i disperzije (tj. drugog centralnog momenta):

$$E(t^2) = E^2(t) + \sigma^2(t)$$

11.15. Šta pokazuje proračun u 11.14.?

Pokazuje se velika zavisnost vremena čekanja govornih paketa od paketa sa negovornim sadržajem. Govorni paketi su kratkog i jednakog trajanja. Iz jednačine (11.14.1.) se vidi da vreme čekanja svih paketa pa i govornih zavisi od srednje dužine svih paketa i standardne devijacije svih paketa. Negovorni paketi mogu biti znatno dužeg trajanja od govornih a i promenljivog trajanja tako da oni znatno povećavaju vrednost srednjeg vremena čekanja.

11.16. Kako se čekanje govornih paketa može skratiti prioriternim usluživanjem?

Model usluživanja kojim se može skratiti srednje vreme čekanja govornih paketa je usluživanje sa prioriternom bez prekidanja započete usluge (*non-preemptive priority queueing system*). U ovom modelu se zahtevi za usluživanjem, klijenti, ili, u našem slučaju, paketi dele po važnosti na nekoliko klasa. Paketi višeg prioriteta imaju prednost pri usluživanju ako je kanal slobodan ali ne prekidaju uslugu paketa nižeg prioriteta koji je već započeo uslugu. Ukoliko postoje zahtevi na čekanju, usluživanje se vrši po prioritetu klasa a unutar klase po redu dolaženja.

Osnovno svojstvo usluživanja, srednje vreme čekanja klijenata prioriternne klase i (od ukupno R klasa, gde je prioritet i viši u od prioriteta $i+1$, $i=1,2,...,R$), $E[w_i] = W_i$, je dato izrazom

$$W_i = 0,5 \sum_{k=1}^R \lambda_k E[t_k^2] / (1 - \sum_{j=1}^{i-1} \rho_j) (1 - \sum_{j=1}^i \rho_j) \quad (11.16.1.)$$

gde su

- λ_k intenzitet dolazaka zahteva/paketa klase k ;
- $E[t_k^2]$ drugi (početni) momenat slučajne veličine t_k , $E(t_k^2) = E^2(t_k) + \sigma^2(t_k)$
- $\rho_j = \lambda_j T_j$ saobraćaj j -te klase zahteva tj. proizvod intenziteta dolazaka zahteva j -te klase i srednjeg vremena usluživanja zahteva j -te klase. Jasno je da mora biti $\sum \rho_j < 1$, $j=1,2,...,R$.

11.17. Šta pokazuje proračun u 11.16.?

Brojilac u izrazu (11.16.1.) prikazuje uticaj čekanje već započetih usluživanja, bez obzira na prioriternu klasu usluživanog klijenta/paketa. Vrednost imenioca prikazuje uticaj prioriternog usluživanja. Njegova vrednost je utoliko veća ukoliko je u pitanju klasa višeg prioriteta tj. ukoliko su vrednosti suma manje. Ukoliko bi se telefonski paketi proglasili paketima najvišeg prioriteta, vidi se da bi se srednje vreme čekanja znatno skratilo, a da bi se uticaj *dugih* paketa na čekanje govornih paketa ostvarivao samo preko već započetog usluživanja negovornih paketa.

12. Pitanja o standardima u paketskim tehnikama

12.1. Koji standardi određuju postupke Interneta?

To su tzv. RFC (*Requests For Comments*). RFC su standardi koji se označavaju trocifrenim ili četvorocifrenim brojevima (na primer *RFC 791, Internet Protocol, September 1981.* ili *RFC 3219, Telephony Routing over IP, January 2002*). Ove standarde uređuje telo koje se zove IETF (*The Internet Engineering Task Force*) sa adresom <http://www.ietf.org/>. Standardi se mogu naći i preuzeti besplatno na adresi <http://www.ietf.org/rfc.html>.

RFC standardi su počeli da se stvaraju 1969. Stvaranje ovih standarda se razlikuje od stvaranja ostalih. Dok je uobičajeni postupak da se standardi stvaraju u krugu eksperata nekog standardizacionog tela, RFC se stvaraju od početka do kraja u IP zajednici koju čine svi koji su zainteresovani.

Dok se nalaze u postupku predlaganja i diskusija (bar 6 meseci) nazivaju se predlozima (*draft*) a posle usvajanja mogu pripadati jednoj od četiri grupe: S - *Standards Track*, E – *Experimental*, B - *Best Current Practice*, I – *Informational*. Novije verzije zamenjuju stare (*SIP RFC 3261, 6.2002. zamenjuje SIP RFC 2543, 3.1999.*).

12.2. Koji standardi važe za FR mreže?

Standarde FR tehnike je ranije održavao tzv. FR forum (www.frforum.com). Sada je to *MPLS and Frame Relay Alliance* (<http://www.mplsforum.org/frame/>). Standardi se nazivaju *Implementation Agreements (IA) FRF X.Y* gde je X broj IA a Y broj verzije IA FRF .X. Za potrebe paketske telefonije su najvažniji FRF.10.1 (*Frame Relay Network-to-Network SVC Implementation Agreement - September 1996*) i FRF.11.1 (*Voice over Frame Relay Implementation Agreement - May 1997 - Annex J added March 1999*).

12.3. Koji standardi važe za ATM mrežu?

Standarde ATM tehnike (koji se zovu *Approved Specifications*) održava ATM Forum (www.atmforum.com). Standardi su razvrstani u grupe od kojih se svaka odnosi na jednu oblast: arhitektura, signalizacija, itd. Za oblast telefonije interesantna je grupa standarda *Voice & Telephony over ATM (VToA)*, koji nose oznake: *af-vtoa-abcd.efg* (a, b, c, d, e, f, g=0,...9) gde je *abcd* broj standarda *af-vtoa* a *efg* broj verzije standarda *af-vtoa-abcd*.

12.4. Koji se standardi primenjuju u IP telefoniji?

IP telefonija koristi sve standarde koji se odnose na telekomunikacije i paketsku tehniku. To su standardi čije je mesto nastanka ITU-T, IETF, FR forum, ATM forum, ETSI (*European Telecommunications Standards Institute, www.etsi.org*), ANSI (*American National Standards Institute, www.ansi.org*), ECMA (www.ecma-international.org). Poslednjih godina je primetna saradnja raznih organizacija na izradi zajedničkih standarda kao što je protokol MEGACO izrađen u zajedništvu IETF (*RFC 3015*) i ITU-T (*Recommendation H.248*).

12.5. Koji standardi određuju signalizaciju CCS7 a koji SIGTRAN?

Signalizacija CCS7 je razvijena za potrebe telefonskih mreža u organizaciji ITU-T. Vremenom je ova signalizacija dobijala nove primene, pa je pojavom paketske telefonije IETF grupa SIGTRAN (www.ietf.org/html.charters/sigtran-charter.html) nastavila izradu standarda koji omogućavaju prilagođavanje signalizacije CCS7 u paketskim mrežama.

12.6. Koji su još važni standardi u telefonskoj tehnici?

Signalizacija u privatnim ISDN mrežama, QSIG, je određena najpre ECMA (*European Computer Manufacturer Association*) standardima, zatim ETS (*European Telecommunications Standard*) standardima pa ISO/IEC (*International Standardization Organization and International Electrotechnical Commission*) standardima. Standardi ECMA su takođe poznati po tome što propisuju pretvarače signalizacije SIP – QSIG.

12.7. Koji način izrade kompatibilne tehnike je moguć sem standardizacije?

Posebna vrsta standardizacije je udruživanje zainteresovanih proizvođača opreme u cilju proizvodnje kompatibilne opreme. To je regulisano dogovorom kao što je to bio Memorandum o razumevanju (*Memorandum of Understanding*) u vezi proizvodnje korporacijskih ISDN centrala koje koriste signalizaciju QSIG.

13. Pitanja o skraćenicama i višeznačnim terminima

13.1. Šta sve znači IP i TCP/IP?

Mada označavaju dva protokola, ove skraćenice se često koriste za označavanje celokupne paketske tehnologije i svega što se na nju odnosi. Tako je, na primer, vrlo popularan izraz *IP cloud* za deo mreže u kome je primenjena paketska tehnika. Često se, takođe, sreću izrazi IP svet (*IP world*), IP zajednica (*IP community*, *IP entity*), itd.

13.2. Koje su najčešće korišćene skraćenice u Internet telefoniji?

To su skraćenice koje se odnose na imena protokola. One se, uglavnom, sastoje od dva, najčešće, tri i četiri slova. Pošto se često u skraćenici nalazilo slovo *P*(rotocol) moralo je da se pojavi dosta istih skraćenica. (RTP označava *Real-time Transport Protocol* i *Routing Table Protocol*). Sem toga, troslovne skraćenice iz oblasti Interneta imaju puno replika u drugim oblastima. (RTP je skraćenica i za: *Rapid Thermal Processing*, *Regional Transportation Plan*, itd.)

13.3. Mogu li skraćenice imati višestruko tumačenje?

Da. Čest je slučaj da se navode različiti izvori skraćenice: RTP (*Real-time Transport protocol*, *Real Time Protocol*, *Real time Transfer Protocol*). S druge strane, postoji mogućnost da se skraćenica čiji se izvori razlikuju stvarno odnosi na različite stvari. SIP može značiti: *Session Initiation Protocol*, *Simple Internet Protocol*, *Session Invitation Protocol* ali se prvo i treće tumačenje odnose na istu stvar. Zbog toga je jedini pouzdani način uporediti izvorne i najsvežije RFC koje se odnose na neku skraćenicu.

13.4. Od čega sve može nastati skraćenica ENUM?

Interesantno je videti šta se sve navodi kao izvor skraćenice ENUM:

Electronic NUMbering,
tElephone NUMbering,
E.164 NUmber Mapping,
tElephone NUmber Mapping.

Izvorni standard RFC 2916 ne pominje ni jedan izvor ove skraćenice.

13.5. Kakva je razlika između reči *routing* i *forwarding*?

U našem jeziku bi se obe reči mogle prevesti sa *upućivanje*. U klasičnoj telefonskoj mreži reč upućivanje značava proces u mrežnoj tački (centrali) koji određuje kojim putem će se uputiti veza. Planovi upućivanja su bili statični, retko menjani od strane administratora mreže. U Internetu se pojavljuje potreba za dinamičkom promenom pravila upućivanja pa se u stručnoj literaturi pojavljuju termini upućivanje (*routing*) i prosleđivanje (*forwarding*). Upućivanje je usklađivanje pravila prosleđivanja veza a prosleđivanje je proces određivanja naredne deonice veze kroz mrežu. Kratko rečeno, prosleđivanje danas označava postupak u mrežnom čvoru koji se u klasičnim mrežama zvao upućivanje.

Drugo tumačenje se svodi na objašnjenje da je prosleđivanje (*forwarding*) proces koji se dešava u jednom mrežnom čvoru a upućivanje (*routing*) je algoritam koji uzima u obzir celu mrežu tj. skup prosleđivanja od izvora do odredišta. Saglasno ovom tumačenju, tabele upućivanja u mrežnim čvorovima bi se mogle zvati tabelama prosleđivanja.

13.6. Koja značenja ima reč odjek u telefoniji?

Odjek (*echo*) označava dve pojave. Prva je neizbežna i štetna: to je pojava zakašnjenog signala govornika na strani govornika ili slušaoca a posledica je nemogućnosti sprečavanja međusobnog uticaja korisničkih signala u jednom i drugom smeru. Druga je korisna i plod je razvoja ISDN tehnike. U korisničkom delu ISDN mreže, između k-tog ISDN terminala (TEk) i mrežnog završetka (NT) postoju četvorožični prenos. Bitovi označeni sa E (šalju se u smeru NT→TE) predstavljaju iste bitove tj. odjek bitova D (šalju se u smeru TEk→NT) kao potvrda terminalu TEk da je njegova poruka po D kanalu poslata u smeru NT→ISDN centrala.

13.7. Koji se sve izrazi koriste da se označi paket?

Datagram, frejm, ram, okvir, ćelija ili segment.

13.8. Koji se izrazi koriste za oznaku (virtuelne) veze?

To su: LAP veza (ISDN), sesija (SIP), asocijacija (SCTP), kontekst (MEGACO), perzistentna veza (HTTP).

13.9. Kako se sve zovu jedinice na granicama mreža i koje su njihove funkcije?

Jedinica koje se nalaze na granicama dve mreže (GW, *gateway*, IWU, *InterWorking Unit*, *edge router*, *BICC interface serving node*) se najčešće nazivaju gejtvejem. Ovo uopšteno ime bi se moglo zameniti imenom prenosnik. Funkcije ovakvih prenosnika su različite. U nekima se menja format korisne informacije (paketizer - depaketizer). Mogu imati funkciju transkodovanja (G.711 – G.729). U nekima (signalni GW) se signalizacija prevodi a u nekima učauruje. U nekima se prevodi pozivni broj (iz URI-ja *broj@gateway* u telefonski broj) a u nekima se prevode protokoli (TRIP u CTRIP i obrnuto).

13.10. Šta sve znači dvosmernost veze?

Može značiti mogućnost dvosmernog slanja i prijema signalizacije ali i mogućnost dvosmernog slanja i prijema korisničkih podataka. Kada se govori o dvosmernosti razmene signalizacije, razlikuju se simetrične tj. izbalansirane veze i nesimetrične veze. Simetrične signalne veze su uobičajeno signalne veze između centrala (QSIG, CCS7). Nesimetrične signalne veze su između neravnopravnih entiteta (MGC - MG, ISDN terminal - ISDN centrala).

13.11. Kakva je razlika između izraza *full duplex* i *both-way*?

Ove izrazi imaju isto značenje u jezičkom smislu. U telekomunikacionom smislu *full duplex* označava dvosmernu vezu koja može da prenosi korisnički signal u oba smera u isto vreme. To je, na primer, Eternet prenos između dve tačke ili TCP veza. Korisnički ISDN prenos zasnovan na poništavaču odjeka je, takođe, potpuno dupleksni mada nema obezbeđene resurse za svaki smer prenosa.

Izraz *both-way* se odnosi na mogućnost dvosmernog prenosa signalizacije početka veze ali, naravno, ne istovremeno. ISDN korisnički kanal se može zauzeti u oba smera ali za svaku vezu se zauzima u jednom smeru.

13.12. Šta je *simplex* a šta *semi-duplex* (*half duplex*)?

Simpleksna veza je ona koja vrši prenos samo u jednom smeru. Tipičan primer je veza između prvih računara i štampača. Poludupleksna veza je ona koja se može koristiti za prenos u oba smera ali ne istovremeno. Računarska mreža sa Eternetom koja radi na načelu CSMA/CD je poludupleksna (ili semidupleksna) veza. Vrlo je interesantan korisnički ISDN pristup kod korporacijskih centrala koji je zasnovan na *ping - pong* tehnici ili TCM (*Time*

Compression Multiplex) tehnici. To je suštinski poludupleksna veza jer se prenos u pojedinim delovima vremena vrši samo u jednom smeru. Za korisnika je on potpuno dupleksni jer se u ostatku kola ovaj prenos pretvara u potpuno dupleksni.

13.13. Kako se sve naziva upravljačka jedinica (za deo) mreže u paketskoj telefoniji?

Upravljačka jedinica za deo mreže je softverski entitet koji se različito naziva kod različitih proizvođača opreme. Koriste se sledeći nazivi: *Media Gateway Controller*, *Proxy Server*, *Gatekeeper*, *Proxy Gatekeeper*, *Call Server*, *Call Agent*, *Softswitch* ili *Switch Controller*.

13.14. Kakva je razlika između skraćenica BRI (PRI) i BRA (PRA)?

Skraćenice BRI, PRI (*Basic, Primary Rate Interface*) i BRA, PRA (*Basic, Primary Rate Access*) se koriste ravnopravno jer se smatra da ISDN interfejs i pristup imaju isto značenje. Međutim, ovaj interfejs se sve više koristi za povezivanje korporacijskih centrala i centrala javne mreže tj. koristi se i u mrežnom povezivanju a ne samo u pristupnom. Zbog toga se može reći da je korišćenje skraćenice BRI (PRI) ispravnije od korišćenja BRA (PRA), sem kada se radi baš o korisničkom pristupu.

13.15. Šta znače skraćenice FSX i FSO?

Skraćenice FXS (*Foreign eXchange Subscriber*) i FXO (*Foreign eXchange Office*) se koriste za označavanje priključnih tačaka ili interfejsa. Oznake se koriste na sledeći način. Tačka centrale na koju se priključuje telefonska linija prema telefonu naziva se FXS a tačka na telefonu na koju se priključuje linija koja vodi do centrale se naziva FXO. Dakle, skraćenica se koristi prema strani na koju se povezuje tj. *koju vidi*. Zabuna se može desiti sa daljim pojednostavljenjem, kada se ceo uređaj naziva po priključnoj tački, pa se za telefonski aparat kaže da je on FXO uređaj a on je, očigledno, pretplatnički (FXS).

13.16. Kako se sve označavaju veze između mrežnih čvorova?

Same veze u javnoj klasičnoj telefonskoj mreži se često nazivaju trankovima (*trunk*) ili linkovima između centrala (*interexchange link*). U privatnim klasičnim mrežama ove se veze nazivaju međuvezama (*tie-line*). Kod paketskih mreža se češće koristi reč NNI (*Network to Network Interface, Network Node Interface*) interfejs. U telefonskoj tehnici je korišćen izraz IP trank za (virtuelnu) telefonsku paketsku vezu između dve centrale.

Sadržaj

1. Uvodna pitanja o telefonskoj tehnici
2. Pitanja o telefonskom signalu
3. Pitanja o Internetu
4. Pitanja o ostalim paketskim tehnikama
5. Pitanja o paketskoj telefonskoj signalizaciji
6. Pitanja o načinu komutacije u paketskim telefonskim mrežama
7. Pitanja o prenosu paketizovanog telefonskog signala kroz mrežu
8. Pitanja o iskorišćenosti resursa raznim tehnikama prenosa
9. Pitanja o kvalitetu paketskog telefonskog signala
10. Pitanja o adresiranju tj. numeraciji u paketskim i mešovitim mrežama
11. Pitanja o proračunu paketskih resursa
12. Pitanja o standardima u paketskim tehnikama
13. Pitanja o skraćenicama i višeznačnim terminima

