Universitatea POLITEHNICA din Bucureşti Facultatea de Electronică şi Telecomunicaţii

VOICE OVER IP – VoIP

Îndrumător:

Conf.dr.ing. Ștefan STĂNCESCU

Masterand:

Cristina-Floriana GÎSCĂ

CUPRINS:

1. Noțiuni introductive
   1.1. Transmisia vocii în CNS(Circuit Switching Network) și în PSN(Packet Switching Network)
2. Principalele motive pentru dezvoltarea telefoniei de tip VoIP
3. Transportul fluxurilor multimedia
   3.1. Necesitatile transferului semnalului vocal
   3.2. Transmiterea de date in timp real prin retele de pachete
   3.3. Probleme aparute si metode de rezolvare
4. Calitatea serviciilor VoIP. Proceduri de menținere a calității serviciului.
5. Concluzii

Bibliografie

1. Noțiuni introductive

Ideea care a stat la baza aparitiei telefoniei prin Internet a fost realizarea unei convorbiri telefonice utilizand o infrastructura existenta.

Aceasta nevoie a condus la notiunea de retea convergenta, adica o retea care combina transmisia de voce, date si alte tipuri de semnale intr-o singura interfata de mare viteza. Progresul tehnologic si dezvoltarea retelei Internet, precum si acceptarea la scara larga a tehnologiei IP, au fost factori decisivi care au condus la aparitia infrastructurilor de tip convergent. Cum internetul beneficiaza de cea mai raspandita retea fizica care asigura traficul de date pe baza protocolului IP, a aparut tehnologia VoIP care reprezinta abilitatea de a efectua convorbiri telefonice si de a trimite faxuri peste o retea bazata pe protocolul IP (Internet Protocol), reusind sa asigure o anumita calitate a serviciului (QoS – Quality of Service) si cu un raport cost/beneficii superior telefoniei clasice.

1.1. Transmisia vocii în CNS(Circuit Switching Network) și în PSN(Packet Switching Network)

Rețelele cu comunicație de circuite (CSN) transmit vocea prin canale temporare de 64kb/s (8 biți transmiși cu frecvența de 8 kHz) folosind tehnica de multiplexare cu diviziune în timp (TDM = Time Division Multiplexing). Înainte ca doi utilizatori să poată comunica între ei, este necesar ca rețeaua să stabilească un circuit (canal) între cele două terminale ca și cum acestea ar fi conectate fizic între ele.

În Internet, care este o rețea cu comutație de pachete (PSN), cu ajutorul tehnologiei VoIP, semnalul vocal este împărțit și convertit în pachete de date ce se transmit de la sursă către destinație, unde sunt puse din nou în ordinea inițială și convertite înapoi în semnale acustice. VoIP sau Voice over IP (IP – Internet Protocol) reprezintă o tehnologie de transmisie a semnalului vocal prin rețeaua IP, oferind utilizatorului un serviciu de comunicație de tip telefon în timp real.

Avantajul principal al VoIP față de telefonia clasică (PSTN) este prețul redus, datorat faptului că se utilizează rețeaua IP care poate fi folosită în același timp și pentru alte servicii, precum navigarea web, e-mail etc. Utilizatorul își poate folosi serviciul VoIP indifferent de locul unde se conectează la internet.

2. Principalele motive pentru dezvoltarea telefoniei de tip VoIP

Principalele motive pentru dezvoltarea telefoniei de tip VoIP pot fi descries astfel:

- Reducerea costurilor: aşa cum s-a prezentat anterior, se pot face reduceri mari de cheltuieli mai ales pentru apelurile la mare distanţă, ceea ce este foarte important pentru companiile ce activează pe pieţele internaţionale
- Simplificare: o reţea integrată voce/date permite o mai mare standardizare şi un necesar mai redus de echipamente
- Aplicaţii avansate: beneficiile pe termen lung ale telefoniei IP include support pentru aplicaţii multimedia şi multiservicii, ceea ce telefonia clasică actual nu poate oferi.

Pe lângă avantajele aduse datorită utilizării reţelelor cu comunicaţie de pachete pentru transmisia vocii (posibilitatea utilizării unei benzi variabile în funcţie de necessitate, posibilitatea realizării unor sesiuni multiple (de exemplu: voce şi download de fişiere), inexistenţa unei conexiuni fixe, ca în cazul reţelelor cu comutaţie de circuite) există şi o serie de dezavantaje ce pot influenţa considerabil calitatea serviciului, cum ar fi:

- Posibilitatea de pierdere a pachetelor prin reţea
- Întârzierea şi variaţia întârzierii

Din cauza acestor dezavantaje este necesară implementarea unor metode care să asigure livrarea în timp real şi protecţia la pierderile de pachete.
Formarea pachetelor de voce ce se transmit prin retea pe durata unei comunicaţii este realizată cu ajutorul protocolului RTP (Real-Time Transport Protocol), iar protocolul RTCP (Real-Time Transport Control Protocol) se ocupă de controlul fluxului prin reţea şi controlul calităii transmisiei vocii. Practic, pentru fiecare conexiune de voce, fiecare membru (client) trebuie să aibă o adresă şi două porturi deschise, un port pentru semnalele audio şi altul pentru schimbul de pachete RTCP.

Protocolul RTCP asigură un feedback în ceea ce priveşte calitatea serviciului pentru o conexiune medie, colectând statistici şi informaţii precum:

- Numărul de pachete transmise
- Numărul de pachete pierdute
- Jitter-ul
- Întârzierea

Aceste informații pot fi utile pentru a controla adaptive parametrii de calitate ai serviciului, prin alocarea unei benzi mai mari sau prin modificarea standardului de codare. Pentru transmiterea vocii de la un abonat al unei rețele cu comunicație de circuite (CSN, de exemplu: PSTN (Public Switching Telephone Network) sau ISDN (Integrated Services Digital Network)) către un abonat din internet (rețea de tip PSN) este necesar ca cele două rețele (CSN și PSN) să fie interconectate printr-un VGW (Voice Gateway) care să asigure adaptarea pentru transmiterea vocii (TDM <-> RTP).

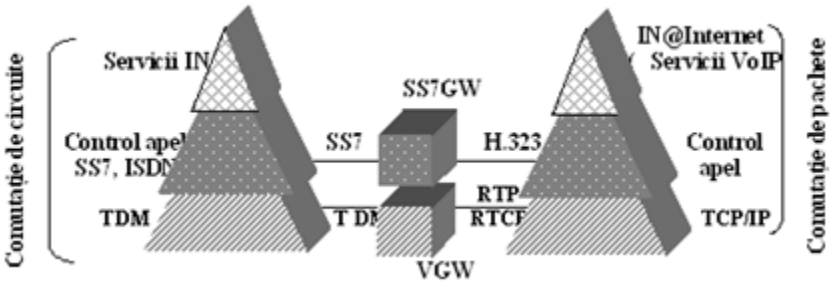

Fig. Transmisia vocii între rețele CSN – PSN

Pentru controlul conexiunilor între abonați este necesar să se asigure adaptare între sistemele de semnalizare folosite în cele două tipuri de rețele, respectiv adaptare între sistemele de semnalizare SS 7 din CSN și H.323 sau SIP din PSN. Această adaptare este asigurată de SS7 GW (SS7 Gateway). Din punct de vedere hardware, de regulă, cele două gateway-uri, VGW și SS7 GW, sunt construite împreună. Aceste gateway-uri servesc ca o interfață între rețelele H.323 și rețelele non-H323. Pe de o parte, se conectează la lumea tradițională a vocii (PSTN), iar pe de cealaltă parte la echipamentele ce funcționează cu comutație de pachete.

3. Transportul fluxurilor multimedia

Acest capitol este dedicat problemelor pe care le ridica transferul fluxurilor de date in timp real prin retele de date, in special transferul semnalului vocal. Vom observa care sunt necesitatile unei transmisii de voce de calitate si vom avea o privire de ansamblu asupra problemelor ce apar la transmiterea de date in timp real prin retelele de pachete si asupra modului in care aceste probleme se pot rezolva.

3.1. Necesitatile transferului semnalului vocal

Studiile efectuate de-a lungul timpului, comparativ cu telefonia clasica, au dus la determinarea unei serii de factori care afecteaza calitatea convorbirilor telefonice si de asemenea la determinarea limitelor intre care pot varia acesti facori fara a fi afectata foarte grav calitatea convorbirii telefonice.

Analiza calitatii vocii este destul de subiectiv, deoarece depinde foarte mult de persoanele supuse la test. Prin experimente realizate pe grupuri mai mari de persoane s-a ajuns la concluzia ca trei sunt parametrii care afecteaza cel mai mult calitatea convorbirilor:

- **Claritatea**

  Se referă la fidelitatea, inteligibilitatea şi lipsa de distorsiuni a semnalului vocal. În sistemele clasice de telefonie claritatea este afectată direct de atenuarea semnalului şi de zgomotul ce se suprapune peste semnalul vocal. În comunicaţiile de voce prin reţele de date nu mai apar atenuarea şi zgomotul deoarece vocea este digitizată înainte de transmisie, cel mai important factor fiind pierderea de pachete.

- **Întârzierea**

  În reţelele clasice de telefonie, întârzierea este dată de timpul de propagare a semnalului. Recomandarea G.114 a ITU-T specifică o întârziere maxim acceptabilă de 150ms pentru convorbirile terestre (deşi în ultimul timp această limită a fost scăzută la 100ms). Pentru convorbirile prin satelit se acceptă şi întârzieri de 500-600ms. Pentru convorbirile locale limita este de 30ms, care este sub pragul de percepţie al majorităţii persoanelor.

  În sistemele VoIP întârzierea este dată în principal de timpii de prelucrare a semnalului: timpii de eşantionare, acumulare şi codare de la transmisie, apoi timpii de aşteptare în cozile ruterelor de pe traseu şi timpii de procesare la recepţie.

- **Ecoul**

  Ecoul este reprezentat de sunetul de la transmiţător care se întoarce. Atunci când nivelul acestui ecou este foarte scăzut sau întârzierea semnalului este foarte mică, efectul nu este deranjant. Devine însă foarte supărător pentru nivele mai mari de -25dBm şi întârzieri de peste 20-30ms. Ecoul este cauzat de neadaptarea impedanţelor liniilor de transmisiune sau de interferenţele între microfon şi receptor. La comunicaţiile VoIP, întârzierea suplimentară duce la accentuarea efectului negativ pe care îl are ecoul asupra calităţii comunicaţiei. Procedurile de combatere a ecoului presupun evaluarea caracteristicilor legăturii şi estimarea ecoului ce va apărea, pe baza semnalului transmis. Acest estimat este apoi scăzut din semnalul recepţionat. Tehnica aceasta este numită eliminarea ecoului.

Parametrii nu sunt compet independenti unul de altul dupa cum am observat, cresterea intarzierii duce la accentuarea efectului ecoului si la scaderea calitatii vocii.
Pentru ca o convorbire sa se realizeze corespunzator este nevoie ca acesti parametrii sa fie tinuti in limitele acceptabile.

3.2. Transmiterea de date in timp real prin retele de pachete.

La ora actuala multe tari folosesc o retea telefonica digitala. Aici, desi linia abonatului ramane analogica, semnalul este convertit la un flux digital in prima centrala.
Mai multe canale de voce sunt pe acceasi linie de transmisiune si folosesc tehnologia numita multiplexare cu diviziune in timp (TDM). Fluxul digital ce reprezinta o singura conversatie este impartit in blocuri (octeti, denumite si esantioane), si blocuri de la mai multe conversatii sunt intretinute intr-o maniera round-robin in slot-urile temporale ale liniei de transmisiune.

Cu aceasta tehnologie digitala, zgomotul care se amesteca cu semnalul original nu influenteaza calitatea comunicatiei deoarece semnalele digitale pot fi refacute. Mai mult, multiplexarea cu diviziune in timp face posibila comutatia digitala. Comutatorul trebuie sa copieze continutul unui slot temporal din transmisia de intrare in alt slot temporal din transmisia de iesire.

Cu această tehnologie digitală, zgomotul care se amestecă cu semnalul original nu influenţează calitatea comunicaţiei deoarece semnalele digitale pot fi refăcute. Mai mult, multiplexarea cu diviziune în timp face posibilă comutaţia digitală. Comutatorul trebuie să copieze conţinutul unui slot temporal din transmisia de intrare în alt slot temporal din transmisia de ieşire. De aceea funcţia de comutare poate fi realizată folosind calculatoare. Totuşi o mică întârziere este introdusă de fiecare comutator deoarece pentru fiecare conversaţie un slot temporal este disponibil numai la fiecare T microsecunde, şi în unele cazuri ar putea fi necesar să se aştepte până la T microsecunde pentru a copia conţinutul unui slot în altul. Ţinând cont că T este 125μs în cele mai multe reţele digitale, acest timp este neglijabil şi întârzierea depinde în principal de timpul de propagare.

Spre deosebire de telefonia digitală VoIP se confruntă cu destul de multe probleme tehnice deoarece reţelele IP existente nu au fost proiectate să servească aplicaţiile în timp real adică aplicaţii care au limite impuse privind timpul de răspuns.

3.3. Probleme aparute si metode de rezolvare

Cerinţele pentru voce sunt dure: pentru o comunicaţie în timp real de calitate bună este necesară o întârziere maximă dus-întors de 200 – 300ms adică pe un sens întârzierea

nu trebuie să depăşească 100 – 150ms. În plus, în reţelele de date pachetele au de obicei timpi diferiţi de propagare, la recepţie ele nu mai sunt sincronizate în timp (variaţia întârzierii este numită jitter). Pentru a compensa jitterul este folosit la recepţie un buffer (o memorie tampon), lungimea acestui buffer influenţează direct întârzierea dus-întors (deci mărimea bufferului nu poate fi foarte mare). De aceea jitterul trebuie să fie mic astfel încât redarea sunetului la recepţie să rămână lină.

Pierderea pachetelor trebuie şi ea să fie mică, deoarece fluxul de voce este sensibil la pierderea de pachete (pierderea unor pachete duce la pierderea unor bucăţi din semnalul primit de la microfonului transmiţătorului şi astfel redarea la recepţie se face cu întreruperi.) Din păcate pierderea de pachete în reţelele IP este corelată deoarece pierderile apar în timpul congestiilor şi aceste pierderi continue de pachete reduc substanţial inteligibilitatea vocii.

3.4. Pierderea pachetelor

Este un lucru comun în reţelele cu comutaţie de pachete, deoarece pe măsură ce rutele devin congestionate, cozile de aşteptare în elementele de rutare devin neîncăpătoare şi nu va mai fi loc pentru alte pachete şi acestea vor fi aruncate. Pierderea de pachete poate duce la degradarea calităţii vocii. Fiecare pachet conţine între 20 – 80ms, în funcţie de codec-ul folosit, din semnalul captat de microfon.
Când sunt doar câteva pachete pierdute, creierul uman este capabil să reconstruiască zonele pierdute, dar dacă numărul pachetelor este mare vocea redată este neinteligibilă, fiind afectată foarte grav claritatea semnalului.

Metodele prin care se poate rezolva problema pierderii pachetelor:

- Îmbunătăţirea reţelei

Deoarece fenomenul de aruncare a pachetelor este strâns legat de banda insuficientă a conexiunilor şi de viteza de procesare a elementelor de rutare, îmbunătăţirea reţelei poate fi o soluţie pentru această problemă.

- Înlocuirea cu pauze

La destinaţie conţinutul pachetelor este redat, apărând probleme atunci când pachetele a căror informaţie trebuia redată nu mai sosesc fiind întârziate sau pierdute. Înlocuirea cu pauze rezolvă această problemă prin redarea de linişte în locul informaţiei din pachetele pierdute. Din păcate, dacă rata de pierdere a pachetelor este prea mare sau pachetele sunt prea mari (adică conţin fragmente mari de semnalul captat) în semnalul

redat apar frânturi din semnalul original, lucru ce deteriorează semnificativ calitatea vocii.

- Înlocuirea cu zgomot

Această metodă înlocuieşte zonele fără informaţie cu zgomot. Studiile arată că se obţin performanţe mai bune decât metoda precedentă.

- Repetarea pachetelor

Redarea informaţiei din ultimul pachet recepţionat corect, atunci când un pachet lipseşte este o altă metodă de a recupera din pagubele produse de pierderea de pachete.

- Interpolarea pachetelor

Foloseşte caracteristicile vocii din pachetele învecinate pentru a estima informaţia audio ce s-a pierdut. Sunt câteva tehnici de interpolare şi studiile în această privinţă au arătat că această metodă poate avea performanţe mai bune decât cele menţionate mai sus.

- Întreţeserea eşantioanelor audio pe mai multe pachete

În reţelele cu comutaţie de pachete fenomenul de pierdere a pachetelor este corelat şi astfel nu numai un pachet este pierdut în cazul congestiei ci mai multe pachete consecutive.
Acest fapt degradează calitatea vocii considerabil. Întreţeserea eşantioanelor audio pe mai multe pachete poate reduce acest efect. Această metodă este totuşi limitată de întârzierea pe care o produce o astfel de prelucrare a semnalului vocal.

- Transmisie redundantă

Informaţia dintr-un pachet este în mod redundant transmisă în pachete consecutive. În cazul în care pachetul original este pierdut, acesta poate fi refăcut din pachetele următoare. Dezavantajul este încărcare suplimentară pricinuită în acest mod.

3.5. Întârzierea pachetelor

Întârzierile de lungă durată provoacă intrarea participanţilor la o conversaţie într-un mod de comunicaţie half-duplex, adică unul dintre ei vorbeşte şi ceilalţi aşteaptă un timp pentru ca să fie siguri că vorbitorul a terminat ce are de zis. Dacă timpul de aşteptare este ales în mod eronat, pot exista doi sau mai mulţi vorbitori care încearcă sa vorbească în acelaşi timp.

Întârzierile de lungă durată provoacă un efect păgubos şi din cauza ecoului care face ca vorbitorul să-şi audă propria sa voce după un timp după ce a terminat de vorbit. Cerinţele exacte în privinţa întârzieri nu pot fi date din cauză că este un fenomen subiectiv, dar există anumite limite. Se spune că o redare a vocii interlocutorului cu 150ms decalată faţă de momentul când vorbeşte, este acceptabilă pentru cele mai multe aplicaţii.

Pe măsură ce întârzierea creşte interlocutorii încep să vorbească în acelaşi timp sau se confruntă cu un ecou deranjant, iar calitatea convorbirii scade în mod drastic. Totuşi, întârzieri între 150 şi 400ms sunt acceptate pentru convorbiri între persoane aflate la mare distanţă.

Factorii care provoacă întârzierea sunt:

- Întârzierea produsă de codec-uri

Funcţia principală a unui codec este de a digitaliza semnalul vocal analog, dar şi de a realiza o compresie pentru a reduce necesarul de bandă. Ratele mari de compresie pot fi obţinute cu ajutorul unor algoritmi complecşi dar aceşti au ca dezavantaj timpul de procesare destul de mare.

Întârzierea este compusă din timpul necesar prelucrării eşantioanelor ce intră într-un singur pachet şi din timpul necesar observării eşantioanelor următoare pentru a exploata anumite corelaţii ce ar putea apare.

Timpul necesar decodării este de obicei jumate din timpul necesar codării deci la recepţie întârzierea produsă este mai mică decât cea produsă la transmisie.

- Întârzierea din cauza transmisiei.

Reprezintă timpul necesar pentru a pune un pachet pe linia de transmisiune şi este determinat de debitul liniei şi de mărimea pachetului.

- Întârzierile produse de cozile de aşteptare

Acest timp pierdut reprezintă problema cea mai importantă introdusă de reţelele cu comutaţie de pachete. Depinde de numărul de pachete ce aşteaptă în coadă şi variază enorm de la un pachet la altul. Întârzierea produsă de cozile de aşteptare este principala problemă pentru aplicaţiile în timp real deoarece este o sursă pentru jitter.

- Întârzierile cauzate de propagare

Reprezintă timpul necesar pentru ca semnalul să ajungă de la un punct al reţelei la celălalt şi este determinată de viteza lumini. Acest timp devine important dacă distanţele între puncte este mare cum ar fi cazul legăturilor prin satelit.

3.6. Jitterul

Jitterul reprezintă variaţia duratei de timp între pachetele primite la recepţie. Mai poate fi definit ca variaţia întârzierilor la care sunt supuse pachetelor. Acest fenomen este o problemă importantă ce trebuie depăşită în comunicaţiile prin voce.
Jitterul apare mai ales din cauza întârzierilor produse de cozile de aşteptare, dar poate proveni si din faptul că pachetele pot parcurge trasee diferite. Pentru a-l compensa, la recepţie, se foloseşte un buffer în care sunt ţinute primele pachetele sosite pentru o durată de timp definită înainte ca informaţia conţinută să fie redată.

Întârzierea produsă de acest buffer se adaugă la întârzierea totală deci pentru a avea o comunicaţie de calitate trebuie să avem de asemenea un jitter mic. În mod ideal, dimensiunea buffer-ului este aleasă în mod dinamic în concordanţă cu situaţia reţelei. De obicei dimensiunea buffer-ului este de 50 – 100ms.

4. Calitatea serviciilor VoIP. Proceduri de menținere a calității serviciului.

Acest capitol se ocupă de mecanismele legate de calitatea transmisiilor de voce prin reţele IP. Fiind încă o tehnologie în dezvoltare, reţelele care există în acest moment pun la dispoziţie capabilităţi de asigurare a calităţii serviciului foarte limitate la nivel LAN, iar Internet-ul, cu structura sa hibridă, este o arhitectură în care s-au implementat foarte puţine soluţii de asigurare a calităţii serviciului.

Cu toate aceste, nu doar partea ce ţine de reţea este importantă în arhitectura sistemelor VoIP. Din punct de vedere al calităţii capăt-la-capăt sunt foarte importante toate elementele din lanţul de comunicaţie. Iar utilizatorii serviciului VoIP de cele mai multe ori nu sunt interesaţi de detaliile tehnice, de tehnologiile şi parametrii ce definesc calitatea unei conexiuni. Pentru ei calitatea se exprimă în termeni de satisfacţie referitor la serviciu.

Metodele care pot fi utilizate de către terminale şi porţi pentru a răspunde la stările de congestie se pot grupa în : metode care răspund la probleme pe termen scurt şi metode

care răspund la probleme de durată. Aceste metode nu caută să păstreze un nivel ridicat al calităţii serviciului, doar să ducă la o degradare controlată a calităţii.

Răspunsurile pe termen scurt se ocupă de probleme de genul pierderilor sau întârzierilor de pachete. Pe termen lung probleme ce pot apărea se referă la creşterea congestiei reţelelor. Ordinea în care se vor degrada fluxurile este: video, audio şi control.

Pe termen scurt sunt trei răspunsuri tipice:

- reducerea debitului pentru un timp
- reducerea ratei de pachete prin amestecarea fluxurilor audio şi video în aceleaşi pachete
- reducerea ratei de pachete prin fragmentarea fluxurilor la nivel de macro-blocuri.

Răspunsuri mai sofisticate pot fi:

- creşterea informaţiei redundante din pachete
- creşterea cantităţii de informaţiei de corecţie a erorilor

Pe termen lung, soluţiile sunt:

- reducerea debitului fluxurilor media
- întreruperea fluxurilor media mai puţin importante
- indicarea congestiei printr-un semnal „ocupat”

Trimiterea unui astfel de semnal de tip „ocupat” poate fi combinată cu întreruperea fluxurilor neesenţiale.

Într-o configuraţie cu un număr mare de rutere este foarte greu de găsit un răspuns la variaţia timpului de transfer. În acest caz este aproape imposibil să se determine care este sursa jitter-ului deoarece numărul mare de rutere duce la pierderea ordinii pachetelor şi la variaţii mari ale timpului de transfer.

5. Concluzii

În telefonia clasică, numită şi cu comutaţie de circuite, s-a plecat de la nevoia de a stabili un canal de comunicaţie bidirecţional între cele două părţi implicate într-o conversaţie. Cum, evident, nu se putea face o interconectare totală a tuturor abonaţilor la acest serviciu, s-a optat pentru o structură ierarhizată.

Realizarea unei convorbiri presupune stabilirea şi menţinerea unui canal fizic între cei doi abonaţi pe toata durata conversaţiei. Acest canal este format dintr-o secvenţă de legături fizice între nodurile din reţea. Pe fiecare din această legătură fizică se alocă pentru conversaţie un canal logic dedicat conexiunii. Se realizează astfel un canal transparent utilizatorilor, un “circuit” temporar. De aici şi numele tehnologiei – comutaţie de circuite.

Comunicaţia printr-o reţea cu comutaţie de circuite implică trei faze:

- Stabilirea circuitului (realizarea conexiunii). Înainte de a se comunica este necesar să se stabilească un circuit complet, capăt-la-capăt.

- Transferul informaţiei (comunicaţia propriu-zisă). După stabilirea căii de comunicaţie este posibilă transmisia efectivă a informaţiei.

- Eliberarea circuitului (deconectarea). La încheierea conversaţiei (de obicei la iniţiativa uneia din părţi) este necesar să se elibereze toate canalele ce fuseseră rezervate pentru conexiunea respectivă.

Deci, înainte de convorbirea efectivă se face stabilirea conexiunii şi rezervarea resurselor între fiecare pereche de noduri implicate.

O astfel de comutaţie de circuite este destul de ineficientă. Întreaga capacitate a unui canal este dedicată pe durata conexiunii, chiar dacă uneori nu se transmit informaţii mai ales în cazul nostru, al comunicaţiei de voce, în care pauzele sunt foarte frecvente. Totuşi reţelele clasice de telefonie, bazate pe comutaţia de circuite, oferă avantajul că, în afară de întârzierea datorată stabilirii conexiunii, reţeaua este transparentă faţă de utilizatori. Informaţiile se transmit cu un debit constant fără alte întârzieri decât cele necesare propagării semnalului electric. Întârzierile în noduri sunt neglijabile.

VoIP reprezintă abilitatea de a face convorbiri telefonice şi de a trimite faxuri peste o reţea bazată pe protocolul IP ce reuşeşete să asigure o anumită calitate a serviciului (QoS) şi cu un raport cost/beneficii superior. Toată lumea vorbeşte despre VoIP şi fiecare doreşte o părticică din bucata cea mare :

Producătorii şi dezvoltatorii de echipamente văd o oportunitate de a inova şi de a concura. Acum sunt ocupaţi cu dezvoltarea unor echipamente ce suportă VoIP astfel încât să intre pe piaţă cu ele în timp.

Companiile de servicii de Internet (ISP) văd acum posibilitatea de a concura cu vechile companii de telecomunicaţii şi în domeniul voce.

Utilizatorii sunt interesaţi de integrarea serviciilor de date şi voce cu scopul reducerii cheltuielilor.

Bibliografie:

[1] PROTOCOLS.COM: „Voice over IP(VoIP)”, http://www.protocols.com/papers/voip.htm

[2] Jonathan Davidson, James Peters, ***“Voice over IP Fundamentals, Second Edition”,*** Cisco Press, 2006

[3] RFC 2326, H. Schulzrinne, Columbia U. şi alţii: „Real Time Streaming Protocol (RTSP)”, aprilie 1998, http://www.ietf.org/rfc/rfc2326.txt

[4] Recomandarea H.245.v7 a ITU-T: „Control protocol for multimedia communications” , ITU-T, 2000, disponibilă la http://www.packetizer.com/iptel/h323/

[5] Lucian Ioan, Grazziela Niculescu, ***„Calitatea servirii în reţele cu comutaţie de pachete”***, Ed. Matrix Rom, Bucureşti, 2008

[6] Olivier Hersent, David Gurle, Jean-Pierre Petit: „IP Telephony”, editura Pearsons Educations Limited, 2000