

Opinnäytetyö (AMK)
Elektronikka
Tietoliikennejärjestelmät
2010

Pekka Kaarlela

PAKETTIVERKON SIGNALOINTIPROTOKOLLA



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Elektroniikka | Tietoliikennejärjestelmät

Opinnäytetyön valmistumisajankohta 2010 | Sivumäärä 30

Ohjaaja

TkL, yliopettaja, Juha Nikkanen

Pekka Kaarlela

PAKETTIVERKON SIGNALOINTIPROTOKOLLA

Verkkoyhteydet ovat kolmannen sukupolven verkkojen myötä siirtymässä yhteneviin ratkaisuihin, joissa kaikki tietoliikenneyhteydet Internetistä matkapuheluihin toimivat yhdessä ja samassa verkossa. Samalla myös pyritään yksinkertaisempiin ja helpommin ymmärrettäviin kokonaisuuksiin. Tämä asettaa tiettyjä vaatimuksia myös yhteyden muodostavalle signaalointiprotokollalle, joka luo, muokkaa ja purkaa yhteyksiä.

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia signaalointiprotokollaa nimeltä Session Initiation Protocol, josta käytetään yleisesti lyhennettä SIP. Työssä kartoitettiin protokollan yleisrakenne ja toiminnallisuus sekä tarkastellaan sen mahdollisuuksia eri palveluihin. Työssä myös vertailtiin SIPiä vastaavaan signaalointiprotokollaan nimeltä H.323.

Työssä on käytetty kirjallisia lähteitä ja Internetlähteitä tarvittavan yleiskuvan sekä vertailukohtien muodostamiseksi. Työn tuloksena on selvinnyt, että SIPissä on potentiaalia signaalointiprotokollaksi monenlaisiin verkkoihin, ja muiden protokollien avustuksella sillä on mahdollista luoda multimediatehtäviä ja palveluita. SIP on silti kehittyvä protokolla, ja se vaatii vielä aikaa muodostaakseen hienostuneen ja rakenteellisesti yhtenevän kokonaisuuden.

ASIASANAT:

protokollat, tietoliikennejärjestelmät, tietoliikenneverkot.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Electronics | Telecommunication systems

Completion of the thesis 2010 | Total number of pages 30

Instructor

Lic.Tech., Principal Lecturer, Juha Nikkanen

Pekka Kaarlela

A SIGNALING PROTOCOL FOR A PACKET-BASED NETWORK

Network connections are going towards a solution where all services are provided by one and the same IP-based network. These so called all-IP-solutions have increasingly raised their popularity during the last few years and for example normal phone calls are also moving to IP-networks in the future. Phone calls and other real-time services need a tool for creating, managing and terminating connections between two or more users. Due to this fact, it was important to study one of this kind of tools called Session Initiation Protocol (SIP).

This Bachelor's Thesis deals with the main features of SIP, its capabilities and services. It also compares SIP to another signaling protocol called H.323. The main purpose of this thesis was to give an overview of SIP. The thesis was done by collecting information about SIP from several sources including foreign and domestic literature and the Internet.

After the study it was clear that SIP is simple, easy to modify and easy to expand. SIP has a lot of potential to be the one and only signaling protocol in IP-network but a lot of work needs to be done until it will reach its goal.

KEYWORDS:

protocols, communication systems, communication networks.

SISÄLTÖ

LYHENTEET

1 JOHDANTO	1
2 INTERNET JA SIP	2
2.1 Internet	2
2.2 SIP	3
3 HISTORIA	5
4 SIP-VERKON KOMPONENTIT	6
4.1 SIP-käyttäjäagentti	6
4.2 B2B-käyttäjäagentti	7
4.3 SIP-palvelimet	7
4.3.1 Välityspalvelin	7
4.3.2 Sijaintipalvelin	9
4.3.3 Uudelleenohjauspalvelin	9
4.4 Porttikäytävä	9
5 SIP-VIESTIT JA OTSIKKOKENTÄT	10
6 YHTEYDEN MUODOSTAMINEN SIP-VERKOSSA	13
7 PALVELUT	17
7.1 SIP-porttikäytävä	17
7.2 SIP-runkolinja	17
7.3 Vastaajapalvelu	18
7.4 Video	19
7.5 Faksi	19
7.6 Konferenssipalvelut	20
8 VASTAAVA SIGNALOINTIPROTOKOLLA	21
8.1 H.323	21
8.1.1 H.323-verkon komponentit	22
8.1.2 H.323-verkon yhteydenmuodostus	23
8.2 H.323 ja SIP vertailussa	26
9 LANGATTOMUUS JA PROTOKOLLAN KEHITYS	27
10 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30

KUVAT

Kuva 1. SIPin kerros protokollapinossa.	4
Kuva 2. Käyttäjäagentin käyttäytyminen.	6
Kuva 3. Välityspalvelin kahden käyttäjän välillä.	7
Kuva 4. INVITE-pyyntöviesti.	13
Kuva 5. 200 OK-vastausviesti.	14
Kuva 6. SIP-puolisuunnikkaan muotoinen yhteys kahden välityspalvelimen kautta.	15
Kuva 7. SIP-runkolinja yritysverkon ja palveluntarjoajan välillä.	18
Kuva 8. Puhelun kulku vastaajaan kun UA2 on tavoittamattomissa.	19
Kuva 9. Esimerkki SIP-konferenssista 3 käyttäjän kesken.	20
Kuva 10. Tyypillinen H.323-verkon protokollapino.	21
Kuva 11. H.323-verkon komponentit.	22
Kuva 12. H.323-verkon yhteydenmuodostus.	24
Kuva 13. H.323-verkon yhteyden katkaiseminen.	25

TAULUKOT

Taulukko 1. SIP-pyynnöt.	11
Taulukko 2. SIP-vastaukset.	12
Taulukko 3. H.323:n ja SIPin ominaisuuksia.	26
Taulukko 4. SIP-työryhmät.	28

LYHENTEET

ABNF	Augmented Backus–Naur Form, IETF:n käyttämä merkintätapa kommunikaatioprotokollille
ASN.1	Abstract Syntax Notation One, standardoitu merkintätapa, jonka avulla koodataan, kuljetetaan ja puretaan datarakenteita
ATM	Asynchronous Transfer Mode, asynkroninen tiedonsiirtotapa, joka pilkkoo siirrettävän datan 53 tavun soluihin
B2B-UA	Back-To-Back User Agent, eräänlainen SIP-käyttäjäagentti, joka vastaanottaa pyyntöviestin, muotoilee sen uudelleen ja lähettää eteenpäin uutena pyyntönä
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, verkkoprotokolla, jonka tehtävä on jakaa IP-osoitteita lähiverkkoon kytkeytyville laitteille
Ethernet	Pakettipohjainen lähiverkkoratkaisu, joka on yleisin ja ensimmäisenä laajasti hyväksytty lähiverkkotekniikka
E.164	ITU:n standardi puhelinnumeroille, joka määrittelee, kuinka puhelut, palvelut ja verkot voidaan tunnistaa numeroilla
HTTP	Hypertext Transfer Protocol, hypertekstin siirtoprotokolla, jota käytetään Internet-selaimien ja palvelimien väliseen tiedonsiirtoon
H.225.0	H.323-verkon protokolla, joka määrittelee yhteyden signalointiin kuuluvat osat
H.245	H.323-verkon kanavan kontrollointiprotokolla
H.248	Täytöntöönpano siitä, miten MGCP kontrolloi mediaporttikäytäviä
H.323	ITU-T:n standardi protokollille, jotka mahdollistavat reaaliaikaisen audiovisuaalisen yhteyden kahden tai useamman käyttäjän välille missä tahansa paketteihin pohjautuvassa verkossa
IP	Internet Protocol, Internet-verkon kerros, joka huolehtii IP-pakettien kuljettamisesta
IETF	Internet Engineering Task Force, avoin organisaatio, joka kehittää ja edistää Internet-standardeja
ISDN	Integrated Services Digital Network, ryhmä standardeja, jotka määrittelevät yhtäaikaisen digitaalisen tiedonsiirron äänelle, kovalle, datalle ja muille palveluille perinteisen puhelinverkon (PSTN) yli

ISUP	ISDN User Part, sovellus, jonka avulla luodaan puhelu perinteisessä puhelinverkossa (PSTN)
ITU-T	International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector, kansainvälisen televiestintä unionin organisaatio, joka määrittelee ja koordinoi standardit tietoliikenteelle
IVR	Interactive Voice Response, interaktiivinen puhelinvastaaja, jota soittaja voi ohjata painamalla numeronäppäimiään tai puheella
MC	Multipoint Controller, MCU:n ohjainyksikkö, joka hoitaa puhelun signaloinnin
MCU	Multipoint Control Unit, laite, jonka avulla rakennetaan siltoja videokonferenssiyhteyksien välille
MGCP	Media Gateway Control Protocol, arkkitehtuuri, jonka avulla kontrolloidaan mediaporttikäytäviä IP- ja PSTN-verkoissa.
MMUSIC	Multiparty MULTimedia Session Control, työryhmä, joka perustettiin kehittämään protokollia, jotka tukevat multimediasyhteyksiä Internetissä
MP	Multipoint Processor, MCU:n valinnainen prosessoriyksikkö, joka hoitaa median sekoittamisen, kytkemisen tai muut mediaan liittyvät tehtävät
OSI	Open Systems Interconnection, viitemalli, jonka ideana on antaa laitevalmistajille ja tietoliikenneverkkojen käyttäjille ympäristö, jonka mukaiset järjestelmät kykenevät kommunikoimaan keskenään
PCM	Pulse-code Modulation, pulssikoodimodulaatio, menetelmä, jolla analoginen signaali koodataan digitaaliseen muotoon
PSTN	Public Switched Telephone Network, perinteinen piirikytkentäinen puhelinverkko
Q.931	ITU-T:n standardi ISDN-verkon yhteydenmuodostus protokollasta
RFC	Request for Comments, IETF-organisaation tekemiä standardeja koskien Internetiä
RTP	Real-time Transport Protocol, tietoliikenneprotokolla, jonka avulla lähetetään tosiaikaista dataa esim. kuvaa ja ääntä päätelaitteiden välillä
SCTP	Stream Control Transmission Protocol, kuljetuskerroksen protokolla, joka tarjoaa UDP:n tehokkuuden ja TCP:n luotettavuuden samassa protokollassa
SDP	Session Description Protocol, protokolla Internetin multimediasyhteyksien kuvaamista varten

SIP	Session Initiation Protocol, pakettipohjaisiin verkkoihin perustuva sovellustason protokolla, joka luo, muokkaa ja lopettaa yhteyksiä kahden tai useamman käyttäjän välille
SIP-UA	SIP-User Agent, SIP-käyttäägentti, jolla tarkoitetaan yleensä ihmisellä olevaa päätelaitetta esim. SIP-puhelinta tai ohjelmistoa tietokoneella
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol, TCP-pohjainen protokolla, jota käytetään sähköpostin siirtämiseen asiakkaan sähköpostiohjelmasta sähköpostipalvelimen kautta vastaanottajan sähköpostiohjelmaan
TCP	Transmission Control Protocol, tietoliikenneprotokolla, jonka avulla luodaan yhteyksiä päätelaitteiden välille, joilla on pääsy Internetiin
TLS	Transport Layer Security, salausprotokolla, jolla voidaan suojata sovellusten tietoliikenne IP-verkkojen yli
T.38	ITU:n standardi faksin lähettämisestä IP-verkkojen yli reaaliajassa
UDP	User Datagram Protocol, tietoliikenneprotokolla, jonka avulla välitetään viestejä tietokoneelta toiselle
URI	Uniform Resource Indicator, merkkijono, jonka avulla osoitetaan tietyn tiedon sijainti tai yksikäsitteinen nimi
VoIP	Voice over IP, kattotermin tekniikalle, jonka avulla voidaan siirtää ääntä reaaliaikaisesti Internetissä tai muussa IP-verkossa

1 JOHDANTO

Nykyisin kehitys siirtyy jatkuvasti kohti yhtenäisempiä kokonaisuuksia tehokkuuden lisäämiseksi. Näin on myös käymässä verkkoyhteyksille. Uuden sukupolven verkkoratkaisut suuntaavatkin ns. all-IP (all-Internet Protocol)-verkkoihin, joissa kaikki tietoliikennepalvelut toimivat yhdessä ja samassa IP-verkossa. Tämä tarkoittaa myös sitä, että puhelut siirtyvät näihin verkkoihin ja vanhoista piirikytkentäisistä arkkitehtuureista (PSTN) siirrytään VoIP (Voice over IP)-ratkaisuihin. VoIP-puhelut ja myös muut yhteyksiä vaativat palvelut tarvitsevat protokollan, jonka avulla luodaan, muokataan ja lopetetaan yhteys sovellusten sekä käyttäjien välillä IP-verkossa. Session Initiation Protocol eli lyhennettynä SIP tarjoaa johdonmukaisen ja helposti muokattavan ratkaisutavan edellä mainittuihin tehtäviin.

Tässä opinnäytetyössä esitellään SIPin ominaisuudet, toimintaperiaate, mahdolliset palvelut ja vertaillaan SIPiä muihin vastaaviin signaalointiprotokolliin. Työssä myös luodaan katsaus SIPin langattomuuteen ja protokollan kehitykseen. Aiheen valintaan vaikutti oma kiinnostus SIPiin ja sen voimakas kehitys viime vuosina. Aihetta on sivuttu aikaisemmin muutamissa opinnäytetöissä suppeammin, ja siitä on hyvin vähän kotimaista kirjallisuutta.

Työ on tehty itsenäisenä projektina hyödyntäen lähteenä kotimaista ja ulkomaista kirjallisuutta, Internet-lähteitä sekä omaa kokemusta vaihtoopiskeluajalta. Internet-lähteet ovat osoittautuneet työn edetessä hyvin ongelmallisiksi usein niiden kaupallisuuden vuoksi, joten vertailun muodostamiseksi lähteitä on pyritty tarkastelemaan kriittisesti.

Tämän työn tarkoituksena on tutkia SIP-protokollaa ja toimia käsikirjana protokollan toimintoihin. Tavoitteena on ollut keskittyä protokollan olennaisiin osiin, jolloin on helpompi ymmärtää protokollan toimintaa ja perehtyä aiheeseen yksityiskohtaisemmin.

2 INTERNET JA SIP

2.1 Internet

Internetillä tarkoitetaan yleisesti TCP/IP (Transport Control Protocol/Internet Protocol)-protokollaperheeseen perustuvaa pakettikytkentäistä verkkoa, jossa erilaiset tietoverkot on joustavasti yhdistetty toisiinsa TCP/IP-protokollaperheen avulla. Tällaisten tietoverkkojen data liikkuu IP-pakettien avulla verkosta toiseen ja käyttäjältä toiselle.[1] Seuraavassa käydään läpi TCP/IP-protokollaperheen perusrakenne ja ominaisuudet.

TCP/IP-protokollaperheen rakennetta voidaan kuvata kerrostumana, jossa kunkin kerroksen protokollalla on omat tehtävänsä. Nämä kerrokset perustuvat ns. OSI (Open Systems Interconnection)-malliin, jossa tietoliikenneverkon rakenne on jaettu 7:ään eri kerrokseen. Mallissa jokainen kerros käyttää 1 alemman kerroksen palveluja ja tarjoaa palveluja yhtä ylemmälle kerrokselle. Myös TCP/IP-verkko perustuu tähän viitemalliin, mutta sillä on vain 4 tai 5 kerrosta riippuen tulkinnasta:

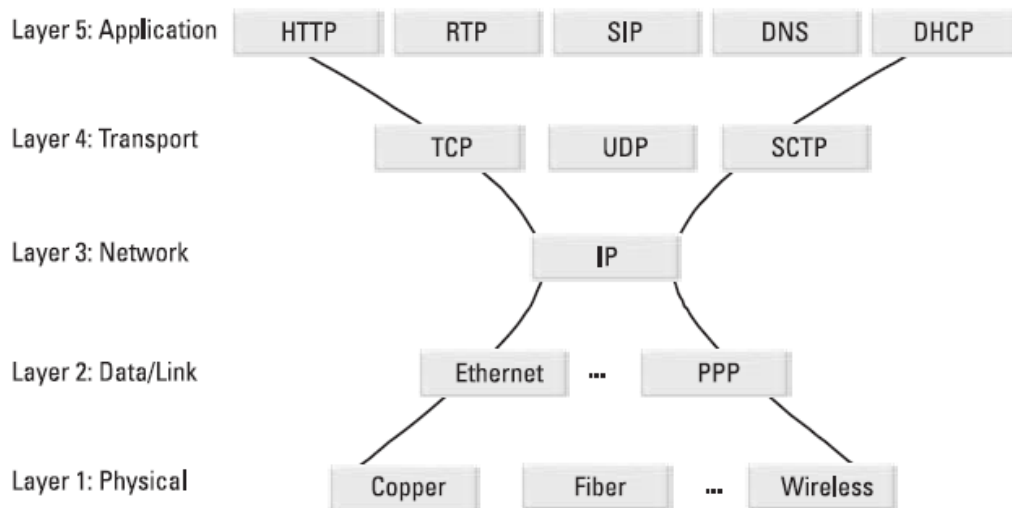
- Sovelluskerros (application layer), jossa toimivat konkreettisesti käyttäjälle näkyvät sovellukset kuten Internet-selaimet, sähköpostiohjelmat, verkonhallintaohjelmat ym. ohjelmistot. Sovelluskerros poikkeaa muista kerroksista siinä, että sen ei tarvitse tarjota palveluja ylemmille kerroksille, joten se toimii viimeisenä rajapintana tiedonsiirron ja sovelluksen välillä.
- Kuljetuskerros (transport layer), joka muodostaa yhteyden suoraan toistensa kanssa kommunikoivien järjestelmien välille. Se varmistaa myös tarvittaessa pakettien uudelleenlähetysistä ja vastaanottojärjestyksestä. Kuljetuskerroksen tärkein protokolla on TCP ja toinen tärkeä protokolla on UDP (User Datagram Protocol).
- Verkkokerros (network layer), jonka tärkein tehtävä on reitittää IP-paketit oikeisiin paikkoihin IP-osoitteiden avulla. Verkkokerros voi myös tarjota vuonvalvontaa ja laatuvaatimusten tarkkailua.

- Siirto- ja fyysinen kerros (link- and physical layer), jotka usein yhdistetään yhdeksi kerrokseksi. Kerroksen tehtävä on siirtää data siirtotietä pitkin. Fyysisellä kerroksella taas tarkoitetaan johtoja ja kaapeleita laitteiden välillä. Fyysistä verkkoa ovat myös langattomat yhteydet.[1]

IP-verkon ajatusmalli eroaa merkittävästi yleisesti käytetyistä kytkennäisistä ja yhteydellisistä tekniikoista, kuten ATM (Asynchronous Transfer Mode). ATM-verkoissa yhteyksille neuvotellaan aluksi kiinteä reitti ja varareitit. Reittien käyttö ei vaadi yhteyden aikana maailmanlaajuisesti yksikäsitteisiä osoitteita, vaan kaikki lähetetyt paketit tunnistetaan paikallisesti kuuluvaksi oikealle yhteydelle. Datan välittäminen voidaan suorittaa kaikissa verkon laitteissa yhteyskohtaisesti ja paikallisella osoitteistuksella, jolloin voidaan puhua kytkinverkosta. IP-verkossa taas paketit voivat kulkea eri reittejä, jolloin tarvitaan yksikäsitteinen osoitteistus ja mekanismit, joilla järjestää mahdollisesti väärään järjestykseen menneet paketit. IP-verkossa ei ole kiinteitä kytkettyjä yhteyksiä, vaan siinä datan siirtäminen perustuu IP-pakettien reititykseen.[1]

2.2 SIP

SIP on IP-verkon sovellustason signaalointiprotokolla (k. kuva 1.), jonka avulla luodaan, muokataan ja lopetetaan kahden tai useamman käyttäjän välinen yhteys. SIPin avulla luodussa yhteydessä voidaan muiden protokollien avulla välittää reaaliaikaista puhetta (VoIP), videota, pikaviestejä ja tarjota useita muita palveluita. Palveluiden rajoituksena on ainoastaan kehittäjien kekseliäisyys. SIP on yksinkertainen, avoin ja joustava tekstipohjainen protokolla, joka pitkälti muistuttaa Internetissä yleisesti käytettyjä HTTP (Hypertext Transfer Protocol)- ja SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)-protokollia. Esim. SIP-käyttäjien osoitteet noudattavat URI (Uniform Resource Indicator)-muotoa, jolloin osoite voi olla esim. `sip:pekka.kaarlela@students.turkuamk.fi` (vrt. sähköposti `mailto:pekka.kaarlela@students.turkuamk.fi`).[2]



Kuva 1. SIPin kerros protokollapinossa.[3]

SIP ei itsessään tarjoa palveluita vaan toimii työkaluna yhteyden muodostamiseen. Yhteyden luomisen jälkeen muut protokollat hoitavat yhteyden sisäisen datasiirron tarpeen mukaan. Esim. VoIP-puhelussa reaaliaikaiseen äänen siirtoon käytetään RTP (Realtime Transport Protocol)-protokollaa. SIP käyttää viestien kuljetuskerroksena TCP-, UDP-, TLS (Transport Layer Security)- ja SCTP (Stream Control Transmission Protocol)-protokollia. SIP nojaa myös palvelun laadun varmistamiseksi edellä mainittuihin protokolleihin ja niiden ominaisuuksiin.[3]

3 HISTORIA

SIP on protokollaksi jo aika iäkäs. SIPin kehitys aloitettiin ensimmäiseksi IETF:n (Internet Engineering Task Force) työryhmässä nimeltä MMUSIC (Multiparty MUltimedia Session Control). Ensimmäinen versio julkaistiin Internetin standardiluonnoksena vuonna 1997 ja vuoden jälkeen siitä seurasi uusi 2.0 versio, joka sisälsi jo merkittäviä uudistuksia. SIP sai standardiehdotuksen aseman maaliskuussa 1999 ja se julkaistiin virallisena standardina nimeltä RFC 2543 (Request for Comments) saman vuoden huhtikuussa. [3]

Kasvavan kiinnostuksen myötä perustettiin SIP-työryhmä, joka ryhtyi korjaamaan protokollaa ja selkeyttämään sitä. Työryhmä julkaisi vuonna 2000 standardiluonnoksen RFC 2543 ”bis”, joka myöhemmin julkaistiin nyt voimassa olevana virallisena standardina nimeltä RFC 3261 korvaten edellisen RFC 2453-standardin. [3]

SIPiin on kehitetty vuosien varrella monia eri lisäosia, jotka on esitelty RFC-dokumentteina ja niistä jokaisen parissa työskentelee omia työryhmiään. Ydinprotokollan kehityksestä vastaa SIPCORE-työryhmä. [3] Työryhmistä on lisää luvussa 9.

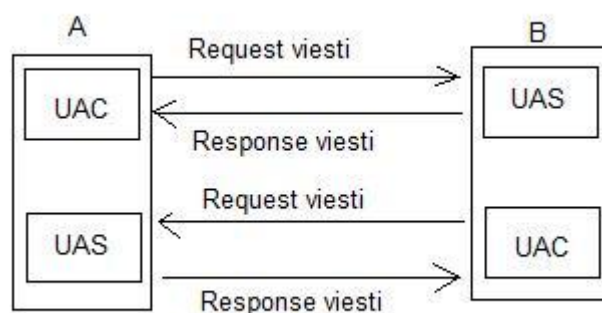
4 SIP-VERKON KOMPONENTIT

4.1 SIP-käyttäjäagentti

SIP-käyttäjäagentilla (SIP-UA) tarkoitetaan useimmiten käyttäjällä olevaa verkon osaa, joka voi olla tietokoneella oleva ohjelmisto tai oma fyysinen SIP-laite, esimerkiksi tavanomaista lankapuhelinta tai matkapuhelinta muistuttava laite. Käyttäjäagentti voi myös jossain tapauksessa olla porttikäytävä, joka yhdistää SIP-protokollan johonkin toiseen protokollaan. Käyttäjäagentti sisältää itsessään kaksi eri osaa, joiden toiminta ja käyttäytyminen ei käytännössä erotu loppukäyttäjälle:

- User Agent Client (UAC) eli asiakaskäyttäjäagentti
- User Agent Server (UAS) eli palvelinkäyttäjäagentti. [3]

Käyttäytyminen tulee ilmi kuvassa 2. Käyttäjäagentti A käyttäytyy asiakkaan tavoin, kun se lähettää request eli pyyntöviestin (esim. `INVITE`) käyttäjäagentille B, ja B-käyttäjäagentti toimii palvelimen tavoin vastaamalla käyttäjäagentille A response-vastausviestillä (esim. `200 OK`). Käyttäytyminen muuttuu, kun käyttäjäagentti B haluaakin lopettaa yhteyden pyyntöviestillä (`BYE`), jolloin B-käyttäjäagentti käyttäytyy asiakkaan tavoin. Tähän käyttäjäagentti A lähettää vastausviestin toimien palvelimen tavoin. [4]



Kuva 2. Käyttäjäagentin käyttäytyminen.[4]

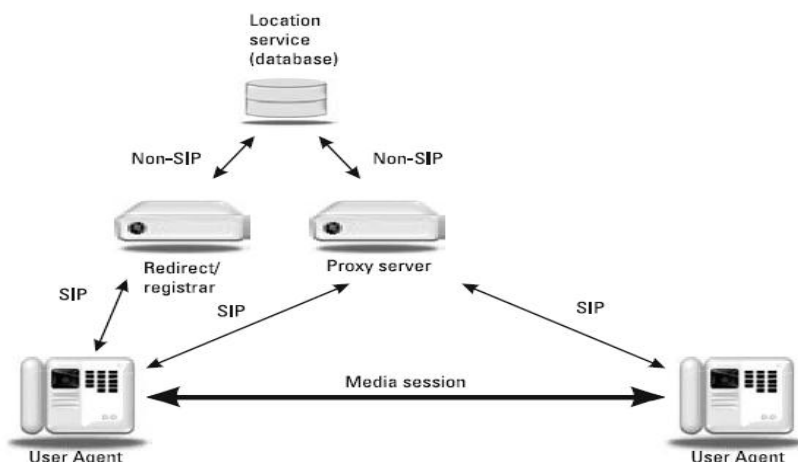
4.2 B2B-käyttjäagentti

B2B (Back-to-Back)-käyttjäagentti on SIP-käyttjäagentti, joka muotoilee uudelleen pyyntöviestin ja lähettää sen eteenpäin uutena pyyntönä. B2B-käyttjäagentti toimii välityspalvelimen tavoin, mutta ilman välityspalvelimen sääntöjä. B2B-käyttjäagentti voi esimerkiksi toimia anonyymipalveluna, jolloin SIP-käyttjäagentit voivat kommunikoida keskenään tietämättä toisen osapuolen nimikettä, IP-osoitetta tai muuta informaatiota. [3]

4.3 SIP-palvelimet

4.3.1 Välityspalvelin

Välityspalvelin (proxy server) on SIP-verkon yksi tärkeimmistä osista (kuva 3). Välityspalvelin reitittää käyttäjän lähettämät viestit eteenpäin. Se ottaa vastaan käyttjäagenttien lähettämät pyynnot ja kyselee sijaintipalvelulta vastaanottajakäyttjäagentin osoitetiedot. Seuraavaksi välityspalvelin lähettää yhteydenottopyynnön suoraan vastaanottajalle, mikäli vastaanottaja on samalla toimialueella, tai vastaavasti lähettää toiselle välityspalvelimelle, mikäli vastaanottaja on eri toimialueella. Välityspalvelin eroaa B2B-käyttjäagentista siinä, että se seuraa viestien välityksessä ja muokkauksessa tiukkoja sääntöjä, jotka on määritelty RFC 3261-dokumentissa. Välityspalvelimella voi olla kaksi eri tilaa; tilaton (stateless) ja tilallinen (stateful). [3]



Kuva 3. Välityspalvelin kahden käyttäjän välillä.[3]

4.3.1.1 Tilaton välityspalvelin

Tilaton välityspalvelin ei nimensä mukaisesti pidä yllä mitään tilaa. Se toimii käytännössä yksinkertaisen viestivälittäjän tavoin ja toimittaa vastaanottamansa viestit yksitellen eteenpäin. Yleensä SIP-viestit järjestetään jonkin toiminnon mukaan, mutta tilaton välityspalvelin ei näin tee eikä ota kantaa viestien järjestykseen. [5]

Tilattoman välityspalvelimen etuja ovat sen yksinkertaisuus ja nopeus verrattuna tilalliseen välityspalvelimeen. Tilattomia välityspalvelimia voidaan käyttää yksinkertaisina datamäärien tasoittajina, viestien kääntäjinä ja reitittiminä. [5]

Tilattoman välityspalvelimen käyttöä rajoittaa sen muistamattomuus, jolloin se ei voi esimerkiksi lähettää viestiä uudelleen tai toimia edistyneempien reitittimien tavoin, kuten esimerkiksi haarukoimaan vastaanottajaa useasta eri kohteesta. [5]

4.3.1.2 Tilallinen välityspalvelin

Tilallinen välityspalvelin on monimutkaisempi kuin tilaton välityspalvelin ja se muistaa välittämänsä viestit. Kun tilallinen välityspalvelin ottaa vastaan pyyntöviestin, se luo itselleen pyynnön mukaisen tilan ja pitää tilan yllä niin kauan kuin vuorovaikutus osanottajien välillä kestää. Tämä vuorovaikutus voi olla erittäin pitkäkestoista (esim. puhelu), jolloin tilallinen välityspalvelin joutuu myös pitämään tilaansa yllä pitkään, joka taas vastaavasti rajoittaa palvelimen suorituskykyä. [6]

Tilallisen välityspalvelimen muistaminen perustuu palvelimen tilaan, jonka se pitää yllä ja päättelee tilan vaiheista mikä viesti vaatii esim. uudelleenlähetyksen. Tilallisia välityspalvelimia käytetään vaativia toimintoja tarvittaessa ja näitä toimintoja ovat esimerkiksi kirjanpito ja vastaanottajan haarukointi useasta eri kohteesta. [6]

4.3.2 Sijaintipalvelin

Sijaintipalvelin (registrar server) on SIP- verkossa oleva palvelin, joka sisältää kaikkien verkon alueella olevien käyttäjien sijaintitiedot. Sijaintipalvelin vastaa kaikkiin käyttäjiltä tuleviin REGISTER-pyyntöihin. Sijaintipalvelin palauttaa ja lähettää osanottajien IP-osoitetietoja ja muita tarvittavia tietoja välityspalvelimelle.[3]

4.3.3 Uudelleenohjauspalvelin

Uudelleenohjauspalvelin (redirect server) vastaa käyttäjältä tai välityspalvelimelta tuleviin pyyntöihin, mikäli vastaanottaja on siirtynyt johonkin toiseen sijaintiin. Palvelin etsii käyttäjätietoja tietokannastaan ja vastaa pyyntöön viestillä, joka sisältää muuttuneet käyttäjätiedot. Se voi sijaita fyysisesti samassa palvelimessa kuin välitys- tai sijaintipalvelin. [3]

4.4 Porttikäytävä

SIP-porttikäytävä on sovellus, joka yhdistää SIP-verkon toiseen eri protokollaa käyttävään verkkoon. Porttikäytävä katkaisee signalointireitin ja tarvittaessa myös mediareitin ja muuntaa ne sopivaan muotoon, jotta tiedonkulku voi jatkaa matkaansa uuden verkon sekä protokollan turvin. [3]

5 SIP-VIESTIT JA OTSIKKOKENTÄT

SIP on tekstiin perustuva protokolla, joka muistuttaa paljon internetissä käytössä olevaa HTTP-protokollaa. SIP sisältää kahdenlaisia viestejä; pyyntöjä (requests) ja vastauksia (responses). Pyyntöt ovat yleensä tekstimuotoisia ja vastaukset kolmenumeroisia lukuja, johon on liitetty informaatioteksti.

SIP-viesteissä niin pyynnöissä kuin vastauksissa informaatio välitetään otsikkokenttien avulla. Otsikkokentät sisältävät olennaista informaatiota viestin sisällön lisäksi käytettävästä yhteydestä ym. tarvittavista ominaisuuksista. Pyyntöissä ja vastauksissa käytetään paljon samoja otsikkokenttiä, mutta on myös sellaisia otsikkokenttiä, jotka esiintyvät ainoastaan toisessa. Otsikkokentät menettelevät pitkälti samaa tapaa kuin HTTP-protokollassa, joten ne soveltuvat hyvin Internet-maailmaan. Otsikkokenttä on muotoa:

Header: field , missä Header on kentän otsikko eli nimi ja field on kenttä joka sisältää informaation.

Esim:

Max-Forwards: 70 , missä Max-Forwards osoittaa enimmäismäärän hypyille palvelimien kautta ja 70 määritetyn määrän. [3]

Pyyntöviestin (INVITE) esimerkkikoodia [3]:

```
INVITE sip: Opiskelija1@turkuamk.fi SIP/2.0 //kutsutaan
Opiskelija1 yhteydenpitoon//
Via: SIP/2.0/UDP
kirjasto.kuopio.fi:5060;branch=z9hG4bKfw19b //määritetään
kuljetusprotokolla (UDP) ja välityspalvelin//
Max-Forwards: 70 //määritetään maksimi hyppyjen määrä palvelimien yli//
To: Opiskelija 1 <sip:Opiskelija1@turkuamk.fi> //vastaanottajan
URI//
From: Opiskelija 2 <sip:Opiskelija2@kuopio.fi>;tag=76341
//pyyntöviestin lähettäjän URI//
Call-ID: j2qu348ek2328ws //puhelun tunnus, joka pysyy
muuttumattomana//
CSeq: 1 INVITE //pyyntöviestin tyyppi//
```

...

Pyyntöjä käytetään yleensä käynnistämään jokin toiminto tai ilmoitetaan vastaanottajalle jokin toiminnon tarve.

Vastausviestin (180 Ringing) esimerkkikoodia [3]:

```
SIP/2.0 180 Ringing
Via: SIP/2.0/UDP
kirjasto.kuopio.fi:5060;branch=z9hG4bKfw19b
;received=100.101.102.103
To: Opiskelija 2 <sip:Opiskelija2@kuopio.fi>;tag=a53e42
From: Opiskelija 1 <sip:Opiskelija1@turkuamk.fi>;tag=76341
Call-ID: j2qu348ek2328ws
CSeq: 1 INVITE
...
```

Vastausviestejä käytetään vastaamaan pyyntöihin niin, että ne ilmaisevat vastaanotetun pyynnön rekisteröimistä ja jatkokäsittelyä.[7] Taulukoihin 1 ja 2 on kerätty yleisimmin esiintyvät SIP-viestit.

Taulukko 1. SIP-pyyntöt.[3]

Pyyntö	Kuvaus	Määritelty dokumentissa
INVITE	Ilmaisee kutsua asiakkaalle osallistua sessioon.	RFC 3261 [2]
ACK	Vahvistaa että asiakas on vastaanottanut INVITE pyynnön.	RFC 3261 [2]
BYE	Lopettaa yhteyden.	RFC 3261 [2]
CANCEL	Peruuttaa kaikki vireillä olevat request pyynnöt.	RFC 3261 [2]
OPTIONS	Tiedustelee palvelimien kapasiteettia.	RFC 3261 [2]
REGISTER	Rekisteröi To otsikkokentässä olevan osoitteen eli käyttäjän nykyisen sijainnin SIP palvelimelle.	RFC 3261 [2]
PRACK	Samankaltainen kuin ACK, mutta tilapäisiä tarpeita varten.	RFC 3262 [8]
SUBSCRIBE	Tiedustelee jonkin toisen resurssin nykyistä tilaa ja tilapäivityksiä.	RFC 3265 [9]
NOTIFY	Sisältää informaatiota resurssin tilasta, josta tilaaja on kiinnostunut eli vastaa SUBSCRIBE pyyntöön.	RFC 3265 [9]
PUBLISH	Julkaisee tapahtuman palvelimelle.	RFC 3903 [10]
INFO	Lähetää informaatiota kesken session, mutta ei muokkaa session tilaa.	RFC 2976 [11]
REFER	Pyytää vastaanottajaa lähettämään edelleen pyynnön esim. soitinsiirto.	RFC 3515 [12]
MESSAGE	Kuljettaa pikaviestin SIP protokollaa hyödyntäen.	RFC 3428 [13]
UPDATE	Muokkaa session tilaa muuttamatta itse keskustelua.	RFC 3311 [14]

Taulukko 2. SIP-vastaukset.[3]

Vastaus	Kuvaus	Määritelty dokumentissa
1xx	Väliaikainen vastaus, pyyntö vastaanotettu ja jatketaan pyynnön käsittelyä.	RFC 3261 [2]
2xx	Onnistunut vastaus, pyyntö vastaanotettu, ymmärretty ja hyväksytty.	RFC 3261 [2]
3xx	Uudelleenohjaus, lisätoimintoja tarvitaan jotta pyyntö voidaan saattaa loppuun.	RFC 3261 [2]
4xx	Asiakas virhe, pyyntö sisältää huonon syntaksin tai pyyntöä ei voida täyttää palvelimella.	RFC 3261 [2]
5xx	Palvelin virhe, palvelin epäonnistui toteuttamaan oikeanlaisen pyynnön.	RFC 3261 [2]
6xx	Yleismaailmallinen virhe, mikään palvelin ei pysty toteuttamaan niille lähetettyjä pyyntöjä.	RFC 3261 [2]

6 YHTEYDEN MUODOSTAMINEN SIP-VERKOSSA

Yksinkertaisimmillaan käyttäjäagentit voivat keskustella keskenään SIP-verkossa suoraan toistensa kanssa, mutta yleisimmin käyttäjien välillä on yksi tai useampia palvelimia tai porttikäytäviä. SIP-verkossa muodostettu yhteys on looginen ja helposti ymmärrettävissä. Seuraavassa kappaleessa esitetään yleinen tilanne missä käyttäjien välille muodostetaan puhelu kahden välityspalvelimen kautta. Tällaista tilannetta voidaan kuvata havainnollistamalla sitä geometrisesti ns. SIP-puolisuunnikkaana (kuva 6). [2]

Kuvassa 6 käyttäjä Alice soittaa tietokoneellansa olevalla ohjelmistolla SIP-puhelun käyttäjän Bob SIP-puhelimeen. Alicen ohjelmisto ei tiedä Bobin tarkkaa sijaintia, jolloin se lähettää INVITE-pyyntöä (kuva 4) atlanta.com-palvelimelle, jonka osoite on esimerkiksi valmiiksi asetettuna Alicen ohjelmistoon tai sen on löytänyt DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Atlanta.com-palvelin on tässä tapauksessa välityspalvelin, joka vastaanottaa Alicen INVITE-pyyntöä ja lähettää sen edelleen biloxi.com-välityspalvelimelle. [2]

```
INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds
Max-Forwards: 70
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142
```

Kuva 4. INVITE-pyyntöviesti.[2]

Samaan aikaan atlanta.com vastaa Alicen INVITE-kutsuun 100 (Yrittää)-vastauksella, joka ilmoittaa Alicelle että kutsu on vastaanotettu ja palvelin tekee töitä reitittääkseen INVITE-kutsun oikeaan osoitteeseen.100-vastaus sisältää kaikki samat otsikkokentät kuin alkuperäinen INVITE-kutsu.

Tämän jälkeen atlanta.com-reititin mahdollisesti suorittaa DNS (Domain Name System)-etsinnän löytääkseen biloxi.com-palvelimen ja tallentaa löytämänsä palvelimen osoitteen tietoihinsa. Palvelin atlanta.com lisää INVITE-kutsuun ylimääräisen Via-otsikkokentän, johon se tallentaa oman osoitteensa ja välittää sen vasta sen jälkeen eteenpäin biloxi.com-palvelimelle. Kun INVITE-kutsu saapuu biloxi.com-palvelimelle, vastaa se 100-vastauksella atlanta.com-palvelimelle vahvistaakseen kutsun perille pääsyn. Biloxi.com-välityspalvelin tiedustelee paikallistamispalvelusta käyttäjän Bob sen hetkisen IP-osoitteen. Vaihtoehtoisesti Bobin SIP-puhelin on rekisteröitynyt biloxi.com-verkkotunnuksen rekisteripalvelimelle, josta välityspalvelin saa selville Bobin osoitteen. [2]

IP-osoitteen selvittyä biloxi.com-välityspalvelin lisää ylimääräisen Via-otsikkokentän INVITE-kutsuun ja välittää sen käyttäjälle Bob. Bobin SIP-puhelin hälyttää ja vastaa INVITE-kutsun saapumiseen 180 (Hälyttää)-vastauksella, joka kulkee päinvastaisessa järjestyksessä välityspalvelimien kautta takaisin käyttäjälle Alice. 180-vastaus ei vaadi enää välityspalvelimilta IP-osoitteiden etsintää, sillä se palaa samaa reittiä mitä INVITE-kutsu on tullut, jolloin ylimääräiset Via-otsikkokentät poistuvat aina välityspalvelimen ohitettuaan. 180-vastauksen saavuttua Alicelle, kuuluu Alicen SIP-ohjelmistosta hälytysääni.[2]

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP server10.biloxi.com
    ;branch=z9hG4bKnashds8;received=192.0.2.3
Via: SIP/2.0/UDP bigbox3.site3.atlanta.com
    ;branch=z9hG4bK77ef4c2312983.1;received=192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com
    ;branch=z9hG4bK776asdhds ;received=192.0.2.1
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>;tag=a6c85cf
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:bob@192.0.2.4>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 131
```

Kuva 5. 200 OK-vastausviesti.[2]

Tässä esimerkissä Bob päättää vastata puheluun ja nostaa SIP-puhelimensa luurin ylös, jolloin Bobin SIP-puhelin lähettää Alicen ohjelmistolle 200 (OK)-viestin (kuva 5) ilmaistaakseen halun muodostaa yhteys Alicen kanssa. Jos Bob ei olisi halunnut vastata tai hän olisi ollut varattu, olisi vastauksena tullut esim. 486 (Varattu), jolloin `biloxi.com` olisi voinut ohjata Alicen INVITE-kutsun vastaajapalvelimelle. 200-vastaus kulkeutuu välityspalvelimien kautta Alicelle, johon Alice lähettää viestin ACK, joka ilmaisee Bobille että viimeinen 200-vastaus on tullut perille ja yhteys on muodostettu. ACK ei enää kulje välityspalvelimien kautta, sillä Alicen ohjelmisto ja Bobin puhelin ovat oppineet toistensa IP-osoitteet INVITE/200-tiedonvaihdon myötä eikä IP-osoitteiden etsintää tarvitse enää suorittaa. [2]



Kuva 6. SIP-puolisuunnikkaan muotoinen yhteys kahden välityspalvelimen kautta.[2]

Välityspalvelimet putoavat nyt pois puhelun reitiltä tarpeettomina ja loppu tiedonsiirto voidaan suorittaa suoraan käyttäjien välillä. Muodostettua yhteyttä voidaan muokata lähettämällä `INVITE`-pyyntö uudelleen. Pyyntöön vastataan hyväksymällä muokkaus `200`-vastauksella tai hylätään se vastaavasti esim. `488 (Ei hyväksytty täällä)`-vastauksella. Tiedonsiirto jatkaa hylkäyksen jälkeen jo perustetun yhteyden mukaan ilman katkeamista. `ACK`-viestillä vahvistetaan edellä mainitut muutokset. Kun puhelu on ohi ja Bob haluaa lopettaa puhelun, hän lähettää `BYE`-viestin Alicelle, jonka Alice vahvistaa `200`-vastauksella. Tässä tapauksessa ei enää `ACK`-viestiä lähetetä, sillä `ACK`-viestillä vastataan vain `INVITE`-kutsuun.[2]

7 PALVELUT

SIP ei itsessään tarjoa palveluita, vaan se tarjoaa perustyökalut erilaisten palveluiden toteuttamiseen.[2] SIPissä voidaan käytännössä toteuttaa kaikki samat palvelut kuin nykyisissä puhelinverkoissa ja myös enemmän. Tyypillisiä palveluita ovat porttikäytäväpalvelut puheluille, johtokanava, yrityspalvelut, vastaaja, video, faksi ja konferenssi.[3] Nämä palvelut esitellään seuraavaksi.

7.1 SIP-porttikäytävä

SIPin yleinen sovellus on yhteistyö PSTN-verkon kanssa tai sen korvaaminen. Tällaisissa sovelluksissa porttikäytävät ovat ratkaisevassa asemassa, sillä ne muuntavat protokollan sopivaksi verkkojen raja-alueella. PSTN-porttikäytävä muuntaa SIP- ja RTP-istunnon PSTN-istunnoksi ja päinvastoin. Tämä tarkoittaa sitä että SIP-verkosta siirryttäessä PSTN-verkkoon muunnetaan signalointiviestit sopiviksi ISDN (Integrated Services Digital Network)- tai ISUP (ISDN User Part)-protokollan mukaan ja RTP-media muunnetaan sopivaksi PCM-runkolinjaan eri protokolleilla, kuten MGCP (Media Gateway Control Protocol) ja H.248. [3]

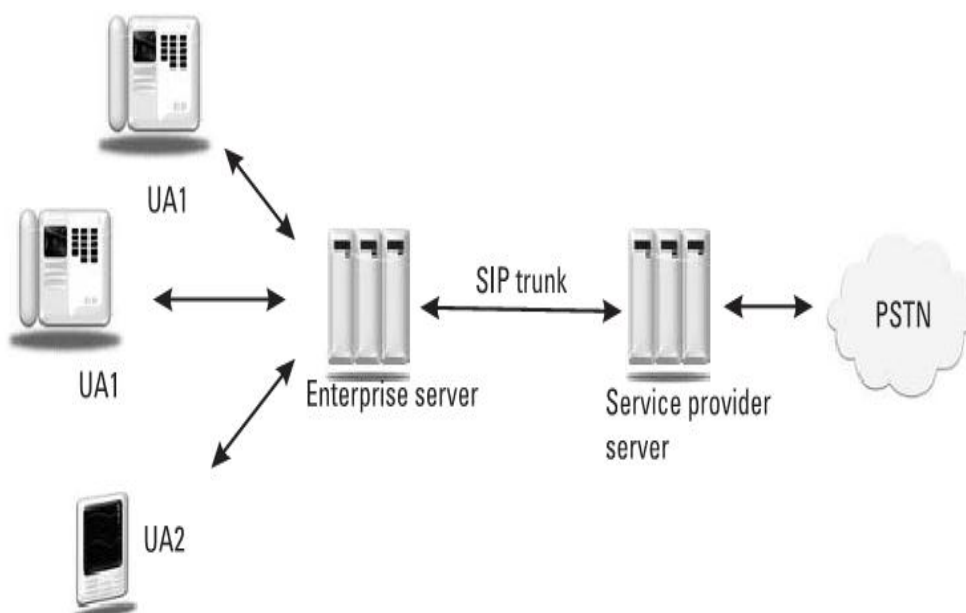
7.2 SIP-runkolinja

Runkolinja tarkoittaa PSTN-verkossa yhteyttä vaihteiden välillä tai yhteyttä vaihteen ja yksityisverkon välillä. Runkolinja sisältää signalointi ja media osat. Käytännössä runkolinja muodostuu yhdestä tai kahdesta kuparijohtoparista. SIP-runkolinjan analogia ei suoraan noudata samaa kaavaa kuin PSTN-runkolinjan, mutta siitä löytyy useita yhtäläisyyksiä:

- Yhteen liittäminen edellyttää konfigurointia molemmilta puolilta toimiakseen.
- VoIP- ja puhelinpalveluita voidaan välittää molemmissa.
- Puhelinnumeroita tai E.164 numeroita käytetään soittajien tunnuksina.

On kuitenkin olemassa joitakin merkittäviä eroja:

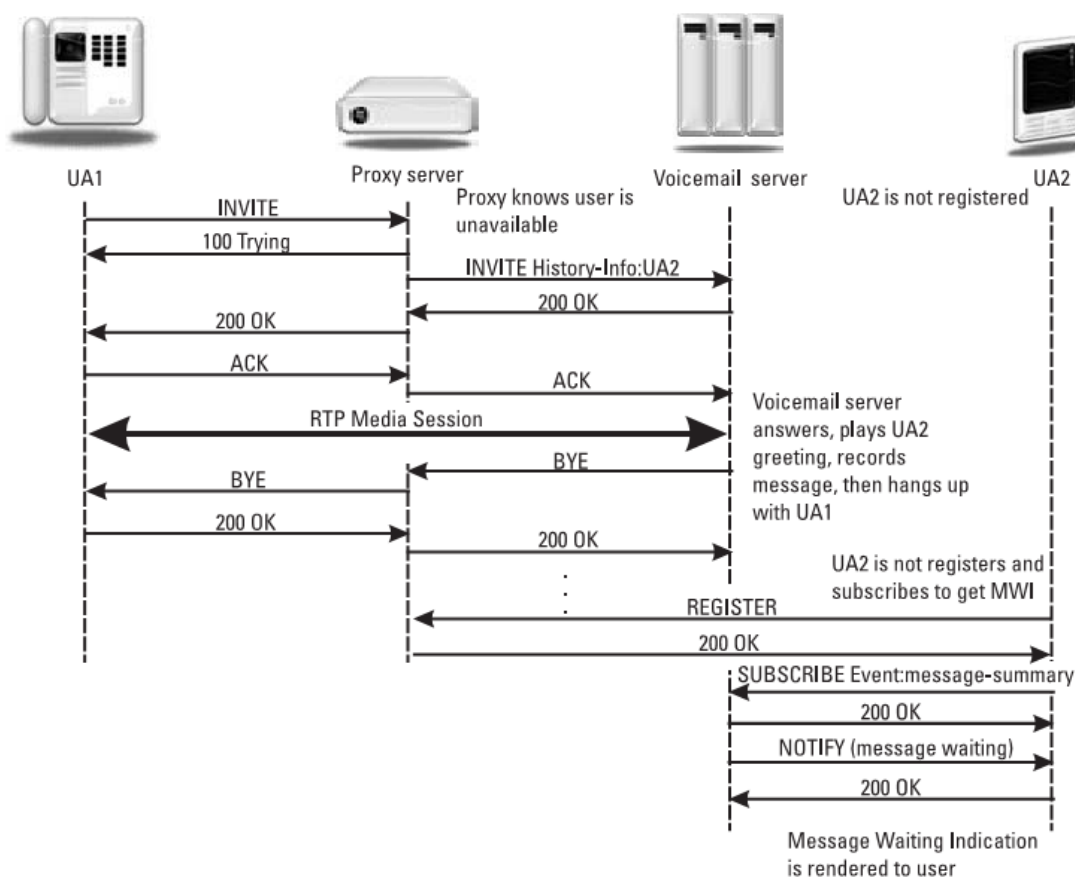
- SIP-runkolinjalla ei ole tiettyä ominaiskapasiteettia, vaan kapasiteetti riippuu käytettävissä olevasta kaistanleveydestä ja SIP-palvelimien puheluasetuksista.
- Median laatu voi olla parempi kuin PSTN-verkossa.
- SIP-runkolinja voidaan laajentaa tulevaisuudessa tila-, pikaviestintä- ja multimedia ominaisuuksilla.[3]



Kuva 7. SIP-runkolinja yritysverkon ja palveluntarjoajan välillä.[3]

7.3 Vastaajapalvelu

Vastaajapalvelu voidaan tarjota SIP-verkossa samalla tavalla kuin se esiintyy yleisesti puhelinkäytössä. SIP-verkossa vastaajapalvelu sijaitsee omassa palvelimessaan, johon puhelu ohjautuu käyttäjän ollessa tavoittamattomissa. Kuvassa 8 UA1 soittaa puhelun käyttäjälle UA2. Välityspalvelin tietää, että UA2 ei ole rekisteröitynyt ja on tavoittamattomissa, joten se ohjaa puhelun vastaajapalvelimelle. Vastaajapalvelin vastaa puheluun, toistaa UA2-käyttäjän tervehdysviestin ja nauhoittaa UA1-käyttäjän viestin, jonka jälkeen puhelu lopetetaan. Kun UA2-käyttäjä kirjautuu takaisin verkkoon, hän pääsee käsiksi vastaajaan tulleeeseen viestiin kysymällä uusia viestejä vastaajapalvelimelta.[3]



Kuva 8. Puhelun kulku vastaajaan kun UA2 on tavoittamattomissa.[3]

7.4 Video

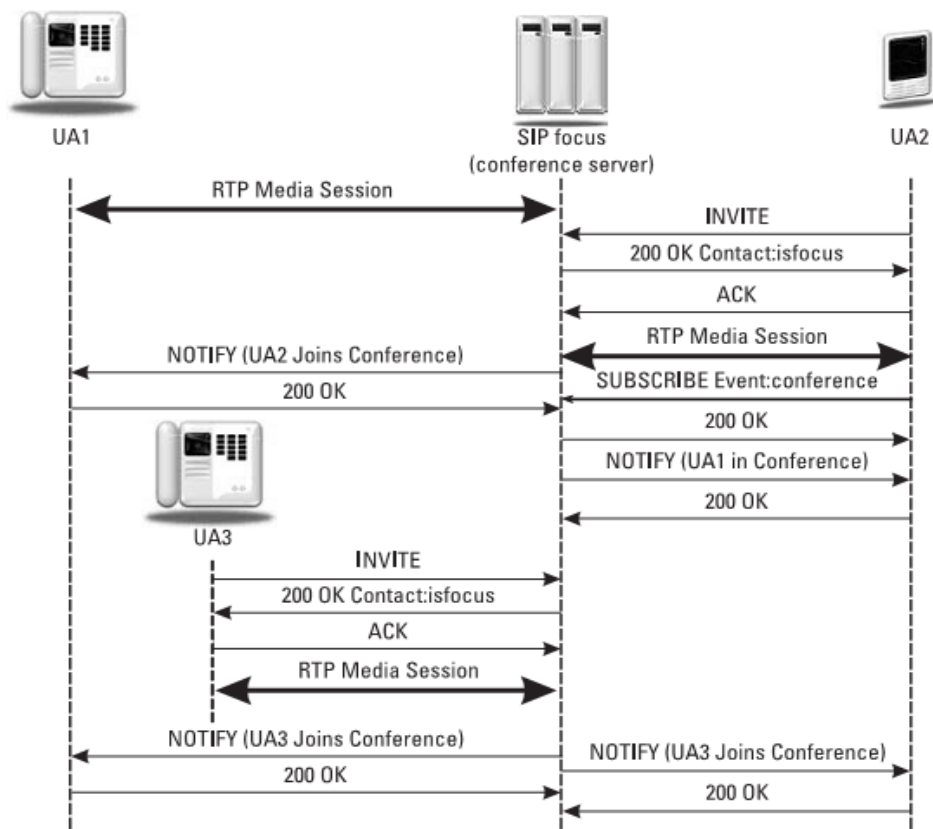
Videoyhteyden luominen SIP:ssä on ortogonaalisesti yhteydessä SIP-protokollaan, jolloin mitään suuria muutoksia ei tarvitse tehdä yhteyden luomiseksi. Videoyhteydessä on tärkeää kaistanleveyden säätely, jotta videon ja äänen laatu saadaan optimoituja parhaimmaksi mahdolliseksi.[3]

7.5 Faksi

Fakseja voidaan lähettää ja vastaanottaa myös SIP-verkossa. Faksien siirtämiseen IP-verkon päällä voidaan käyttää T.38-protokollaa. Fakseja voidaan siirtää tehokkaasti UDP-protokollan avulla, mutta parempi vaihtoehto on RTP-protokolla, sillä sen laajennokset voivat tarjota parempaa turvallisuutta ja toimitusvarmuutta.[3]

7.6 Konferenssipalvelut

SIPin tärkeimpiä palveluita on mahdollistaa konferenssin järjestäminen usean käyttäjän kesken. SIP-konferenssi voi tarjota paremman käyttäjäkokemuksen kuin nykyiset PSTN-verkoissa järjestettävät konferenssit, mikä on merkittävä tekijä siirryttäessä SIP-verkkojen käyttöön. SIP-konferenssia hallinnoi ns.Focus, joka kontrolloi kaikkien osanottajien tunnistamista ja käyttöluhia sekä median sekoittamista. Focus pitää yllä myös tietoja konferenssissa olevista käyttäjistä, heidän tilastaan ja mahdollisuuksistaan, jolloin nämä tiedot voidaan jakaa kaikkien konferenssissa olevien kesken. Focus voi sisältää usein myös mixerosan, jota se kontrolloi. Mixer voi esimerkiksi priorisoida puheluissa äänekkäimmin puhuvan tai videon yhteydessä näyttää äänekkäimmän puhujan videota. Kuvassa 9 on esimerkki kolmen käyttäjän konferenssista.[3]



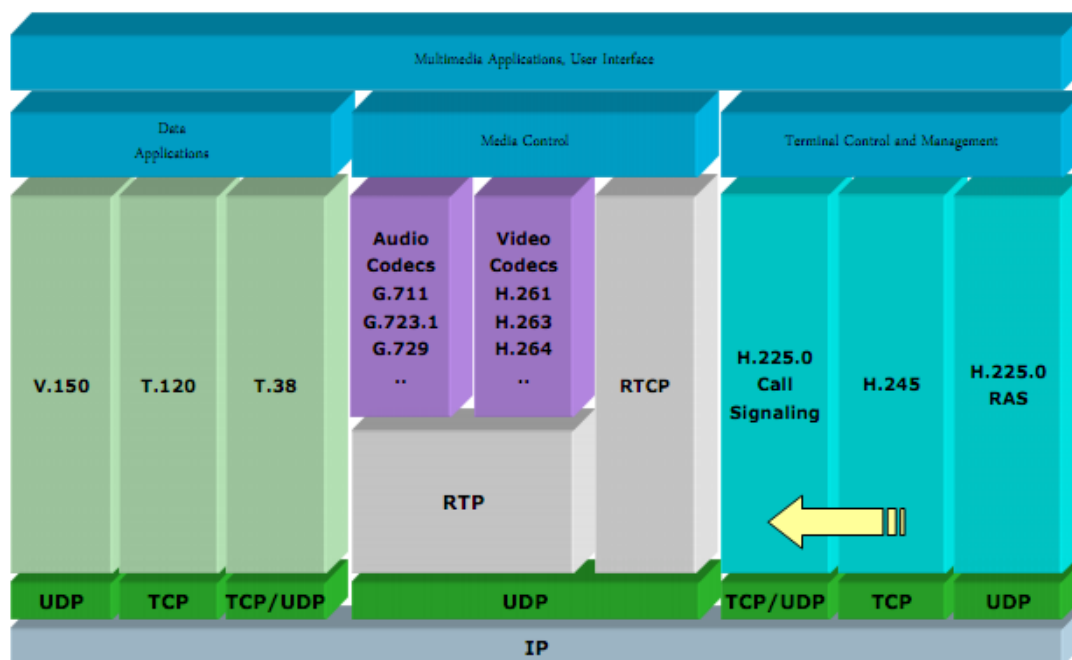
Kuva 9. Esimerkki SIP-konferenssista 3 käyttäjän kesken.[3]

8 VASTAAVA SIGNALOINTIPROTOKOLLA

Useita eri signaaliointiprotokollia on kehitelty viime vuosina pakettipohjaisiin verkkoihin, joista jokainen hieman eri käyttötarkoitukseen ja eri tahojen tukemana. Seuraavassa esitellään yksi tärkeimmistä signaaliointiprotokollista multimediatyhteyksien luomisessa ja vertaillaan sen ominaisuuksia SIPiin.

8.1 H.323

H.323-protokolla [15] on ITU-T:n (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) suositus multimediatyhteyden luomiseen käyttäjien välille pakettipohjaisessa verkossa. H.323:n ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1996, ja se oli yksi ensimmäisistä yhtenäisistä standardeista multimediatyhteydelle. H.323 kuuluu H.32x-sarjaan protokollia, jotka määrittelevät multimediatyhteydet ISDN-, laajakaista- (ATM), puhelin- (PSTN) ja pakettiverkoissa (IP). H.323 viittaa useisiin muihin ITU-T:n ja IETF:n protokolliin määritelläkseen ja standardisoidakseen koko multimediatyhteyden ympäristön täydellisesti, [2.] joka selviää kuvasta 10. H.323 ei ole yksittäinen protokolla, vaan se käsittää vertikaalisesti integroidun protokollaperheen.[16]

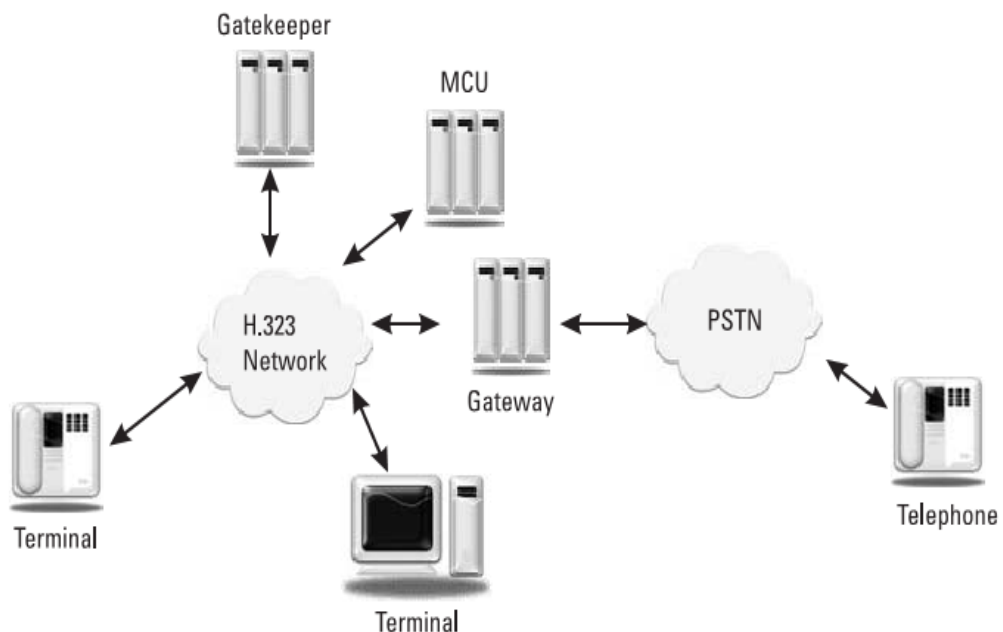


Kuva 10. Tyypillinen H.323-verkon protokollapino.[17]

8.1.1 H.323-verkon komponentit

H.323-verkon tärkeimmät komponentit ovat terminaali, porttikäytävä, portinvartija, ja monipisteohjainyksikkö MCU (Multipoint Control Unit). Terminaalilla tarkoitetaan yleensä käyttäjän laitetta. Se voi olla puhelin, videopuhelin, automaattinen puhelinvastaaja, interaktiivinen ääniviesti järjestelmä IVR (Interactive Voice Response) tai ohjelmisto tietokoneella esim. NetMeeting.[17]

Porttikäytävällä on kaksi kokoonpanoa, mediaporttikäytäväohjain ja mediaporttikäytävä, jotka voivat esiintyä yhdessä tai erikseen. Ohjain hoitaa puhelun signaloinnin ja muut ei mediaan liittyvät toiminnot, jolloin mediaporttikäytävän tehtäväksi jää huolehtia mediasta. Porttikäytävät sijaitsevat useimmiten H.323-verkon rajalla ja toimivat yhdistäjinä muihin verkkoihin esim. PSTN tai SIP.[17]



Kuva 11. H.323-verkon komponentit.[3]

Portinvartija on valinnainen komponentti, jonka tehtävänä on kontrolloida käyttäjien pääsyä verkkoon ja suodattaa osoitteita. Portinvartija voi sallia puhelut suoraan käyttäjien välillä tai ohjata puheluita eri toiminnoilla itsensä

kautta.[17] Portinvartija tarjoaa myös alueellaan eri palveluita terminaaleille, kuten porttikäytävän paikannus, osoitteiden kääntäminen, kaistanleveyden hallinta, ominaisuuksien täytäntöönpano ja rekisteröityminen.[3] MCU:n tehtävänä on hoitaa kahden tai useamman päätelaitteen välinen konferenssi. MCU:n signaloinnin hoitaa monipistehojain eli MC (Multipoint Controller) ja valinnaisesti MCU voi myös sisältää monipisteprosessorin eli MP:n (Multipoint Processor), joka hoitaa median prosessoinnin.[17]

8.1.2 H.323-verkon yhteydenmuodostus

H.323-verkko vaatii yhteyden muodostamiseen usean komponentin ja protokollan välistä tiedonvaihtoa, joka tarkoittaa useiden viestien lähettämistä verkon osien välillä ennen kuin yhteys saadaan muodostettua käyttäjien välille. Periaatteessa yhteydenmuodostus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen:

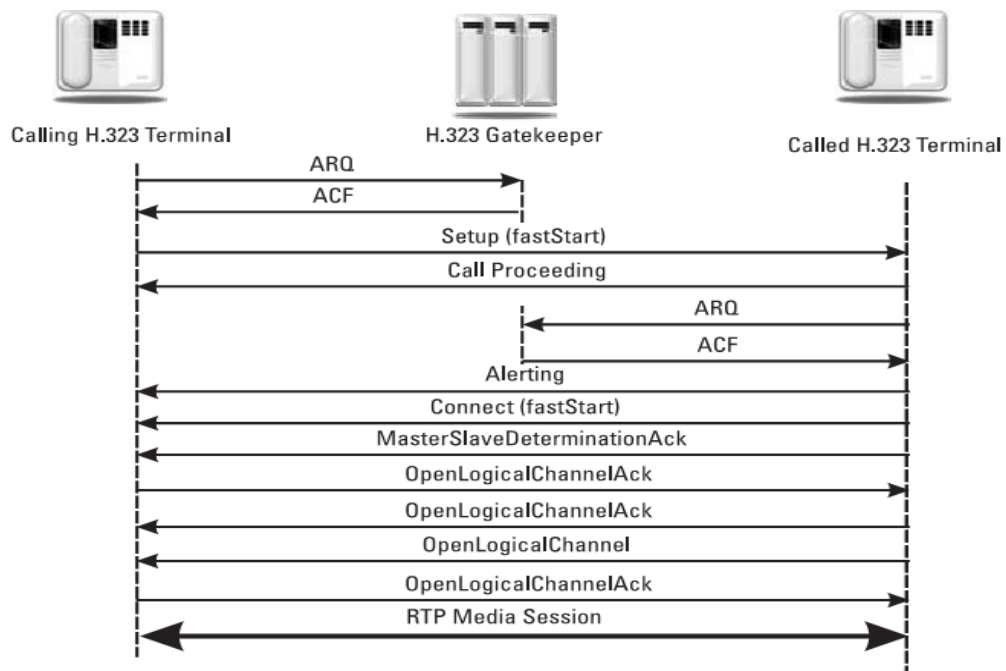
- 1) yhteys portinvartijaan
- 2) yhteystason puhelun signalointi
- 3) sovellustason puhelun kontrollointi.

Kuvissa 12 ja 13 esitetään yksinkertainen yhteydenmuodostus ja sen purku kahden terminaalin välille portinvartijan avulla. Kuvat osoittavat, että useita viestejä tarvitaan, ennen kuin yhteys on mahdollinen. Oletuksena on, että molemmat käyttäjät ovat jo rekisteröityneet portinvartijalle käyttäjiksi rekisteripyyntö (RRQ)-viesteillä.[3]

Soittava terminaali aloittaa signaloinnin H.225.0-viestillä lähettämällä portinvartijalle sisäänpääsypyyntö viestin ARQ. ARQ-viesti sisältää halutun mediayhteyden kuvauksen ja vastaanottajan osoitteen, joka voi olla H.323-osoite, E.164-puhelinnumero, sähköpostiosoite tai URL. Portinvartija kontrolloi koko oman alueensa liikennettä, jonka mukaan se tarkastaa, onko käyttäjä oikeutettu luomaan yhteyden ja ovatko verkon resurssit riittävät yhteyden ylläpitoon. Olosuhteiden ollessa suotuisat myöntää portinvartija soittajalle luvan yhteyden muodostamiseen sisäänpääsyvahvistusviestillä ACF. ACF-viesti osoittaa soittajalle, käytetäänkö viestien välitykseen reititystä vai ollaanko

suorassa yhteydessä soitettavaan terminaaliin H.225.0-signalointiviesteillä. Portinvartija voi myös vaatia viestit välitettäväksi itsensä kautta, jolloin se toimii välityspalvelimen tavoin.[3]

Soittava terminaali voi nyt avata TCP-yhteyden soitettavaan terminaaliin ja lähettää Q.931-protokollan *Setup*-viestin soitettavaan terminaaliin. Soitettava terminaali käsittelee tulevaa puhelua ja vastaa *Call proceeding*-viestillä soittajalle. Ennen kuin soitettava terminaali voi vastata puheluun, tulee sen pyytää portinvartijalta lupa vastata puheluun *ARQ*-viestillä johon portinvartija vastaa myöntävästi *ACF*-viestillä, jonka jälkeen soitettava terminaali alkaa hälyttää ja lähettää *Alerting*-viestin soittajalle. Kun soitettava terminaali vastaa, se lähettää *Connect*-viestin soittajalle. Yhtään vahvistusviestiä ei lähetetä, sillä Q.931-viestit kuljetetaan luotettavalla TCP-protokollalla.[3]

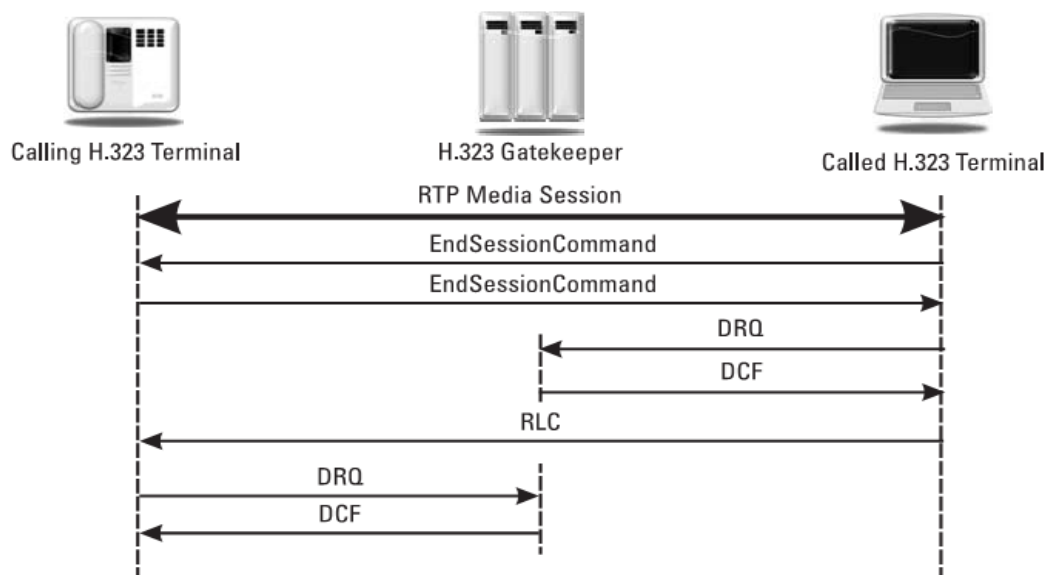


Kuva 12. H.323 verkon yhteydenmuodostus.[3]

Ennen kuin RTP-tiedonsiirto voidaan aloittaa terminaalien välillä, tarvitaan vielä päätös master-slave-työnjaosta *MasterSlaveDetermination*-viestillä sekä tiedonvaihto molempien terminaalien IP-osoitteista ja porttinumeroista

OpenLogicalChannel-viesteillä. Nämä viestit ovat H.245-viestejä, jotka on sisällytetty Q.931-viesteihin, jotta välttyttäisiin H.245-ohjauskanavan ja toisen TCP-yhteyden avaamiselta. [3] Tässä vaiheessa yhteyden muodostaminen on jo vaatinut paljon enemmän viestejä kuin SIP-verkossa 2 UA:n ja 1 välityspalvelimen välillä.

Kun muodostettu yhteys halutaan purkaa, lähettää soitettu terminaali EndSessionCommand-lopetusviestin, joka kulkeutuu nyt H.245-ohjaussignaalintikanavaa pitkin, johon toinen terminaali vastaa EndSessionCommand-viestillä ja H.245-ohjaussignaalintikanava voidaan sulkea. Tämän jälkeen terminaali lähettää portinvartijalle katkaisupyynnön (DRQ), johon portinvartija vastaa katkaisuvahvistuksella (DCF). Näin portinvartija tietää, että yhteys voidaan nyt katkaista terminaalien välillä. Portinvartija tallentaa puhelutiedot ja kirjaa laskutus tiedot tarvittaessa. Tämän jälkeen lopullinen Q.931-katkaisuviesti (RLC) lähetetään soitetulta soittajalle, jonka jälkeen puhelusignaalintikanava suljetaan. Soittaja-terminaali irtautuu lopullisesti puhelusta lähettämällä UDP-kerroksessa katkaisupyynnön (DRQ) portinvartijalle, johon se saa vahvistuksen (DCF).[3]



Kuva 13. H.323-verkon yhteyden katkaiseminen.[3]

8.2 H.323 ja SIP vertailussa

SIP ja H.323 ovat suurin piirtein saman ikäisiä. SIP on monelta osaa yhteneväinen H.323-protokollan signaaliosien H.225.0 ja H.245 osalta. SIP ei kuitenkaan tarjoa kokonaista standardia multimediatyhteydelle, kuten H.323 tekee. H.323 onkin vakiinnuttanut asemansa VoIP-puheluissa ja on eniten käytössä oleva standardi. Molemmat ovat kuitenkin koko ajan kehittyviä protokollia ja oppivat koko ajan toisiltaan. Eroja kuitenkin löytyy monella tapaa, ja protokollien lähestymistavat eri asioihin ovat poikkeavia. Taulukossa 3 vertaillaan protokollien keskeisimmät ominaisuudet.

Taulukko 3. H.323:n ja SIPin ominaisuuksia.[3]

Ominaisuus	H.323	SIP
Kehittäjä	ITU	IETF
Filosofia	Suunniteltu standardisoimaan kaikki multimedieverkon tarvitsemat osat ja protokollat datan, äänen ja kuvan siirtämiseksi verkossa. Käyttää apunaan parhaimpia ITU-T:n ja IETF:n kehittämiä protokollia. Vertikaalinen ajatusmaailma.	Suunniteltu olemaan yksinkertainen työkalu yhteyden muodostamiseen älykkäiden päätelaitteiden välille ja olemaan modulaarinen sekä joustava osa internetiä. Käyttää muita IETF:n ja ITU:n protokollia tukenaan muodostaakseen data-, ääni- ja kuvayhteyksiä. Horisontaalinen ajatusmaailma.
Kompleksisuus	Monimutkainen. Kompleksisuutta kuitenkin rajoittaa se, että H.323 kattaa ainoastaan multimediatekonferenssit ja yrittää määrittellä perustyökalut toiminnallisuudelle.	Yksinkertainen signaaloinnin osalta. Palvelujen ja oheistoimintojen lisääntyessä kompleksisuus kasvaa. Koodi on helposti ymmärrettävää selkokielistä kirjoitusta.
Luotettavuus	Suunnittelussa on oletettu, että verkkovirheiltä ei voida välttyä ja näin ollen niihin on varauduttu useilla eri tavoilla esim. varaportinvartijoilla.	Nojautuu TCP kuljetuskerroksen luotettavuuteen ja kykyyn toimittaa viesti uudelleen, mikäli paketteja on kadonnut tai palvelin ei vastaa. UDP käyttää uudelleenlähetys ajastimia, kasvavaa komentojärjestysnumerointia Cseq kentässä ja positiivisia kuittauksia.
Kuljetuskerroksen protokolla	TCP ja UDP.	TCP ja UDP.
Median kuljetus protokolla	RTP/RTPC ja SRTP.	RTP/RTPC ja SRTP.
Viestien määrittely	ASN.1	ABNF
Viestien koodaus	Viestit koodattu binäärimuotoon, soveltuvat myös kapeakaistaisiin verkkoihin. Vaikeaselkoisemmat tulkita.	Viestit koodattu ASCII muotoon, soveltuvat hyvin ihmisten tulkittavaksi, mutta ovat suurempi kokoisia.

9 LANGATTOMUUS JA PROTOKOLLAN KEHITYS

IP-verkot ovat siirtymässä koko ajan enemmän langattomiin verkkoihin. Myös SIPiä tullaan käyttämään kasvavassa määrin langattomien yhteyksien yli ja liikkeessä. Liikkuva päätelaite tuo omat vaatimuksensa myös protokollalle. Mobiliteettia voi olla kolmea eri laatua:

- päätelaitteen liikkuminen
- henkilön liikkuminen
- palvelun liikkuminen.

SIPin kehityksessä on huomioitu tämä seikka, ja mobiliteettiin on tarjolla kaksi ratkaisua:

- Mobile IP, joka mahdollistaa päätelaitteen IP- osoitteen pysymisen samana kun liikutaan verkosta toiseen
- SIPin sisään rakennettu tuki mobiliteetille, joka mahdollistaa yhden tunnistimen pitämisen useassa eri laitteessa (henkilön liikkuminen) ja palvelun pitämisen samana käyttäjän liikkuessa.[3]

SIP on kehittyvä protokolla, jonka parissa työskentelee nykyään useita eri työryhmiä (taulukko 4.). Työryhmät pyrkivät jatkuvasti parantamaan SIPin ominaisuuksia ja yhteistyökykyä myös muiden protokollien kanssa. SIP on hyväksytty 3GPP:n (The Third Generation Partnership Project) signaalintiprotokollaksi IMS-järjestelmään (Intelligent Multimedia Core Subsystem), mikä osoittaa SIPin olevan mahdollisesti merkittävä tekijä tulevaisuuden multimedieverkoissa.

Taulukko 4. SIP työryhmät.[3]

Työryhmä	Tehtävä
SIPCORE Session Initiation Protocol Core	Ydinprotokollan ylläpito ja kehitys
DISPATCH Dispatch	Uusien SIP-työtehtävien tutkiminen
SIMPLE SIP for Instant Messaging and Presence Leveraging Extensions	Tilailmoitusten ja pikaviestinnän kehittäminen SIPiin
BLISS Basic Level of Interoperability for SIP Services	Ominaisuuksien yhteentoimivuuden varmistaminen
ECRIT Emergency Context Resolution with Internet Technologies	Hätäpuheluiden kehitys
XCON Centralized Conferencing	Konferenssiominaisuuksien kehittäminen
BEHAVE Behavior Engineering for Hindrance Avoidance	Protokollien kehittäminen NAT (Network Address Translation)-käyttäytymiselle ja muunnoksille
P2PSIP Peer-to-Peer SIP	SIPin kehittäminen ja käyttö vertaisverkkojen päällä
ENUM E.164 Telephone Number Mapping	Puhelinnumeroiden soveltaminen URI-tunnuksiksi
SPEERMINT Session Peering for Multimedia Interconnect	SIPin vertaistamisen parhaat harjoitustavat
DRINKS Data for Reachability of Inter/tran Network SIP	SIPin yhteenliittämisen provisiointi
MMUSIC Multiparty Multimedia Session Control	SDP:n (Session Description Protocol) ja sen laajennusten kehittäminen

10 YHTEENVETO

Opinnäytetyössäni käsiteltiin SIP-protokollan keskeisimmät ominaisuudet, esiteltiin perustoimintaa esimerkkien avulla ja tehtiin katsaus mahdollisiin palveluihin. Työssä myös vertailtiin SIPin toimintaa ja ominaisuuksia kilpailevaan signaalointiprotokollaan sekä luotiin katsaus protokollan langattomuuteen sekä kehitykseen.

Työ osoitti SIPin olevan yksinkertainen, helposti ymmärrettävä ja laajennettava työkalu moneen signaalointia vaativaan sovellukseen sekä palveluun pakettiverkoissa. Työn tuloksena saavutettiin hyvät tiedot protokollan toiminnasta ja voin varmasti hyödyntää työn aikana keräämääni tietoa tulevaisuuden työtehtävissä.

Uskon, että SIP tulee kasvattamaan suosiotaan tulevaisuudessa ja mahdollisesti vakiinnuttamaan asemansa pakettiverkkojen signaalointiprotokollana. Työn edetessä SIP on osoittautunut varteenotettavaksi tekniikaksi useisiin toteutuksiin ja sen laajennettavuus sekä muokattavuus ovat vahvoja ominaisuuksia pakettiverkkojen suosion lisääntyessä.

LÄHTEET

- [1] Kaario Kimmo, "TCP/IP- verkot", 2002. Porvoo: WS Bookwell.
- [2] Rosenberg J., Schulzrinne H., Camarillo G., Johnston A., Peterson J., Sparks R., Handley M., Schooler E., "SIP: Session Initiation Protocol", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt> (luettu 27.9.2010)
- [3] Johnston Alan B., "SIP:Introduction to Session Initiation Protocol ", 2009. Boston/London: Artech House.
- [4] iptel.org, "User Agents", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ipstel.org/sip/intro/elements/ua> (luettu 7.10.2010)
- [5] iptel.org, "Stateless servers", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ipstel.org/sip/intro/proxies/stateless> (luettu 8.10.2010)
- [6] iptel.org, "Stateful servers", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ipstel.org/sip/intro/elements/stateful> (luettu 8.10.2010)
- [7] iptel.org, "SIP Messages", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ipstel.org/sip/intro/messages> (luettu 8.10.2010)
- [8] Rosenberg J., Schulzrinne H., "Reliability of Provisional Responses in the Session Initiation Protocol (SIP)", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3262.txt> (luettu 6.10.2010)
- [9] Roach A. B., "Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3265.txt> (luettu 6.10.2010)
- [10] Niemi A., "Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Event State Publication", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3903.txt> (luettu 6.10.2010)
- [11] Donovan S., "The SIP INFO Method", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc2976.txt> (luettu 7.10.2010)
- [12] Sparks R., "The Session Initiation Protocol (SIP) Refer Method", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3515.txt> (luettu 7.10.2010)
- [13] Campbell B., Rosenberg J., Schulzrinne H., Huitema C., Gurle D., "Session Initiation Protocol (SIP) Extension for Instant Messaging", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3428.txt> (luettu 7.10.2010)
- [14] Rosenberg J., "The Session Initiation Protocol (SIP) UPDATE Method", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3311.txt> (luettu 7.10.2010)
- [15] "ITU-T Recommendation H.323: Packet-based multimedia communications systems", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=H.323> (luettu 7.11.2010)
- [16] SIPCenter, "H.323 background", [www-dokumentti]. Saatavilla: <http://www.sipcenter.com/sip/nsf/html/H.323+Background> (luettu 7.11.2010)
- [17] Jones Paul E., "H.323 Protocol Overview", 2007, [pdf-dokumentti]. Saatavilla: http://hive.packetizer.com/users/packetizer/papers/h323/h323_protocol_overview.pdf (luettu 8.11.2010)