

IP-telefoni

Innehållsförteckning:

1	Introduktion.....	3
2	Vad är IP-telefoni?	3
2.1	När kom IP-telefoni?.....	3
3	Hur fungerar VoIP och vad skiljer sig från vanlig telefoni?	3
3.1	Hur en vanlig telefoni fungerar till en början.....	3
3.2	Hur vanlig telefoni fungerar idag	4
3.3	Hur skulle man kunna förbättra vanlig telefoni?.....	4
3.4	Hur fungerar VoIP?.....	4
3.4.1	Hur fungerar uppring till en annan användare?.....	4
3.4.2	Valet av codec i en konversation.....	4
3.4.3	Hur fungerar kommunikation mellan två personer?	5
3.5	Vad skiljer VoIP från vanlig telefoni?	5
4	Fördelar och nackdelar med VoIP jämfört med vanlig telefoni.....	5
4.1	Fördelar:	5
4.2	Nackdelar:	6
4.3	Slutsatser av fördelar och nackdelar.....	6
5	Protokoll som används inom IP Telefoni	6
5.2	Session Initiation Protocol (SIP)	7
5.3	Real-Time Transport Protocol (RTP).....	7
5.4	IP Mapping	7
5.5	Codecs som används inom IP Telefoni	8
5.5.1	Lossless codecs	8
5.5.2	Lossy codecs	8
6	Quality of service	8
6.1	Hur kan man få bättre Kvalité?	8
6.2	Hur röstsamtal kan köras samtidigt utan att kvalitén försämras	9
7	Säkerheten med VoIP	9
8	Slutsatser/Resultat.	9
	Referenser.....	10

1 Introduktion

Detta arbete kommer att gå igenom hur VoIP (Voice over IP) fungerar och beskriva hur det är uppbyggt. Vi kommer också att förklara hur det skiljer sig från vanlig telefoni som vi dagligen använder. Vad det finns för fördelar och nackdelar med att använda VoIP jämfört med det vanliga telefonnätet. Vi kommer att förklara några av de vanligaste protokollen som har en koppling till VoIP och hur de fungerar. Anledningen till att kvaliteten på ljudet är dåligt ibland när man pratar över VoIP kommer att gås igenom och ge några tekniker för att åtgärda dessa problem kommer också att tas upp.

2 Vad är IP-telefoni?

Vi har i detta arbete använt både begreppen VoIP och IP-telefoni. IP telefoni är en generell term för teknologier som använder sig av det paketförmelande nät för att kunna utbyta tal, fax och annan information. Som tidigare har överförts i förbindelseorienterade kretskopplade nät som det nuvarande telefonnätet bygger på i Sverige. VoIP termen är en term som används är när överförning görs via ett privat intranät eller WAN. Men det har blivit allt vanligare att VoIP används vid beskrivning av IP-telefoni.

2.1 När kom IP-telefoni?

IP telefoni kom ut i början av 1995 i Israel som var de första att komma på idén att skicka tal över Internet. Detta gjorde det möjligt att ringa vart som helst i världen till ett lägre pris än vad det vanliga telefon systemet kunde erbjuda. Det var försvaret i Israel som hade utvecklat den första IP-telefoni applikationen. Försvaret bildade företaget VocalTec som släppte dataprogrammet InternetPhone. Vilket gjorde det möjligt för en person med en helt vanlig personator, ljudkort, headset och en Internet anslutning ringa vart som helst i världen till personer som hade motsvarande utrustning. InternetPhone var i början mest ett program för datorentusiaster, som gav dem möjligheten att ringa dyra utlandssamtal gratis. Kvaliteten var inte speciellt bra och fördröjningen i samtalet kunde ibland vara i flera sekunder. Efter ca ett år så hade en mijon kopior av programmet spridits världen över. Det hade kommit ca 10st nya leverantörer av IP-telefoni så kallade softphones. Redan 1996 så hade det kommit en gateway för att sammankoppla IP nätet med det vanliga telefonnätet. Vilket gjorde det möjligt att ringa från en IP-telefon till det vanliga telefonnätet.

3 Hur fungerar VoIP och vad skiljer sig från vanlig telefoni?

För att förstå hur IP-telefoni (VoIP) är en förbättring av vanlig telefoni så kallad "Public Switched Telephone Network" (PSTN). Så kommer vi först att gå igenom lite hur PSTN fungerar och vad som gör att PSTN behöver förbättras. Hur PSTN går att förbättra och vad dessa förbättringar leder till. Avslutar med att förklara hur VoIP fungerar och vad som skiljer vanlig telefoni med VoIP.

3.1 Hur en vanlig telefoni fungerar till en början

PSTN är standarden som de flesta svenskar använder idag när de ringer till varandra. PSTN ger bara möjligheten till en typ av förbindelse per telefonlinje åt gången. Vilket gör att man kan antingen bara ringa eller skicka data vid anslutningen. PSTN som är det nuvarande mest använda telefonsystemet är väldigt pålitlig men väldigt ineffektivt. Men PSTN har blivit lite effektivare innan så lånade man en kopparledning mellan därifrån man ringde till den person man ville prata med. Alltså om man ringde från Göteborg till Karlstad så fanns det en koppar

ledning där emellan som man använder helt själv under hela samtalet. Detta betyder att om 100 personer i Karlstad pratar med personer i Göteborg så var det tvungen att vara 100 separata koppar ledningar mellan Karlstad och Göteborg. Detta nät kallas för förbindelseorienterade kretskopplat nät (engelska för circuit switching) när man har en fast väg mellan två personer i ett samtal. D.v.s. all trafik mellan de båda parterna går samma väg under hela samtalet.

3.2 Hur vanlig telefoni fungerar idag

Men idag så är det något bättre, eftersom ljud digitaliseras och skickas vi en fiberkabel som rymmer flera tusen samtal samtidigt. Vilket leder till att det är mycket mer effektivt och kostar mindre att lägga telefonkablar idag än vad det gjorde i början av när man var tvungen att lägga en koppar ledning för varje samtal. Men det är fortfarande vanligt att den sista biten fram till huset är en koppar ledning.

3.3 Hur skulle man kunna förbättra vanlig telefoni?

Ett samtal har en konstant sänd hastighet på 64 kilobits per sekund (kbps) i båda riktningarna total blir sänd hastigheten 128 kbps. Eftersom det är 8 kilobits (Kb) i en Kilobyte (KB) så ger det en sänd hastighet på 16 KB varje sekund som ledningen används för telefon samtal. På en minut så blir det 960 KB och på 10 minuter så är det 9600 KB som är ungefär en 10 Megabyte (MB). Om man nu tar ett vanligt samtal mellan två personer så finns det väldigt mycket död tid i samtalet d.v.s. tid då man är tyst. Det finns möjlighet för båda att prata samtidigt men det används väldigt sällan oftast bara korta stunder. Det betyder att det skulle gå att halvera dataöverföringen 4800 KB utan att förlora något förutom möjligtvis lite brus. Vanligtvis så pratar ingen person konstant så det förekommer lite död tid mellan meningarna. Det skulle också kunna filtreras bort för att spara ytterligare några KB. Detta utgör basen för paketförmedling (Packet Switching). Vilket är det IP-telefoni bygger på och använder idag för att optimera användningen av nätet.

3.4 Hur fungerar VoIP?

VoIP använder sig av Internet som använder sig av paketförmedlande. Alla som använder sig av VoIP måste vara kopplade till samma IP nätverk vilket är vanligtvis Internet men skulle även fungera för ett lokalt nätverk.

3.4.1 Hur fungerar uppring till en annan användare?

För att kommunikation mellan två personer ska kunna ske så måste det finnas någon typ av namnsystem som motsvarar dagens telefonnummer. Som gör att man kan signalera den person man vill prata med på ett smidigt sätt. Sättet som signalering och namngivning (motsvarade telefon nummer i PSTN) måste göras av någon Standard kommitté som är accepterad av alla. Annars kan bara de som följer samma Standard på utrustningen prata med varandra. Detta kanske känns självklart men det var just vad som hände med första generationen av VoIP produkter som kom ut på marknaden. Vilket kanske är också en av anledningarna till att det inte har blivit så stort än på marknaden. Sätt som man använder för att hitta person är att de delar en gemensam mötespunkt som registrerar alla användare. Detta gör att användare kan hitta varandra oberoende om de har en ny IP-adress varje gång de kommer online igen.

3.4.2 Valet av codec i en konversation

Efter att ha lyckats med uppringningen så måste båda parterna bestämma vilken typ av media som skall användas om det ska vara t.ex. Bara röstsamtal eller om det ska vara röst och

videosamtal. När valet av media är klart så måste båda användarna komma överens om vilken codec de ska använda i kommunikationen. Eftersom nya codecs som är bättre kommer ut allt eftersom så är det bra om standarden tillåter att man använder dessa utan att behöva ändra standarden.

3.4.3 Hur fungerar kommunikation mellan två personer?

Kommunikationen börjar med att det öppnas en mängd media kanaler genom att de signalerar klienten vart de ska börja sända IP-paketerna mellan de båda användarna. Detta kallas att man öppnar en "media stream". Det som skickas på kanalerna som öppnades är digital samplat ljud, eller video som kodas med hjälp av en codec och packas ner i IP-paket och skickas i kanalen. IP-paketerna transporteras över Internet till den andra användaren. VoIP använder sig av IP-protokollets tjänster för att skicka data genom Internet. Data trafik på Internet använder inte några fasta anslutningar. Utan data skickas huller om buller på nätet via den väg som är snabbast för tillfället och billigast för ISP (Internet leverantören). Detta leder till att man inte kan vara säker på vilken väg paketen tar genom Internet. Inte heller vilken ordning de kommer fram i eller om de försvinner helt. Mottagaren tar emot IP-paket, packar upp paketen och placerar dem i "jitter bufferten". Jitter bufferten används för att kunna samla ihop paketen och placerar dem i rätt ordning när de kommer in. Så bra det går innan de ska avkodas och spelas upp för användaren. Storleken på jitterbufferten bestämmer hur stort fördröjningen ska vara på paketuppsamlingen i jitter bufferten. När samtalet är slut så signalerar man att man vill stänga media strömmen och samtalet avslutas. När som helst under ett pågående samtal är det möjligt att ett annat samtal kan påbörjas om man så önskar.

3.5 Vad skiljer VoIP från vanlig telefoni?

Det som skiljer VoIP från vanlig telefoni är att VoIP är en förbättring av vanlig telefoni. VoIP använder nätet mer optimalt dvs. Paketförmedlande och även några ytterligare tjänster som inte vanlig telefoni erbjuder som t.ex. Videoöverföring och filöverföring under ett pågående samtal vilket inte går med vanlig telefoni dvs. PSTN. VoIP är också billigare att använda eftersom det använder det befintliga Internet som utnyttjar paketförmedlande som gör att det inte behövs lika många ledningar och att man inte behöver använda det fasta telefonnätet. Eftersom man vanligtvis har ett Internet abonnemang som används för att komma åt Internet tjänster till ett fast pris.

4 Fördelar och nackdelar med VoIP jämfört med vanlig telefoni

Vi kommer att här gå igenom några fördelar och nackdelar med VoIP. Många av dessa nackdelar kommer troligtvis att åtgärdas inom en snar framtid.

4.1 Fördelar:

- VoIP har en bättre effektivitet än vad det vanliga telefonsystemet PSTN som används idag har eftersom VoIP bygger på paketförmedlande och PSTN på ett förbindelseorienterat kretskopplat nät.
- Går att skicka video och data samtidigt som en konversation pågår vilket ger bättre flexibilitet än vad man kan få ut från PSTN.
- Billigare att ringa eftersom man använder sig av Internet.
- Lättare att hantera flera samtal samtidigt vilket var svårt i PSTN.

4.2 Nackdelar:

- VoIP har mycket lägre tillgänglighet än vad det nuvarande telefon systemet PSTN som används idag har en väldigt bra tillgänglighet.
- VoIP är beroende av Internet och elnätet för att kunna fungera men det vanliga telefonnätet (PSTN) är bara beroende av telefonnätet som har egen ström. Vilket gör att telefonen fungerar även när strömmen har gått. (dvs. om man inte har en trådlös telefon).
- På senare tid har det blivit vanligt med elektronisk utrusning som är kopplat till det vanliga telefonnätet (PSTN). Som t.ex. Satellit mottagaren för att kunna beställa hem filmer och även larmutrustning till huset. Dessa måste då uppgraderas vilket är kan bli en hög kostnad för att fungera med VoIP.
- Det är betydligt svårare att ringa nödnummer med VoIP. Eftersom det är svårt att bestämma vart geografiskt en IP-adress kommer ifrån än vad det är med det vanliga telefonnätet (PSTN). Detta leder till att det närmaste nöd nummer central kanske inte kommer att svara på samtalet.
- Eftersom Internet är en "best effort" tjänst så kan det hända att paket försvinner eller att fördröjningar i samtalet uppkommer. Även andra typer av störningar kan förekomma. Som att ljudet blir lite förvrängt. Det kan även hända att ett samtal kopplas ner på grund av sänd fel.
- VoIP kan drabbas av maskar, virus hackers. Vilken utvecklare försöker skydda sig emot med kryptering fast risken finns att krypteringen knäcks.
- Eftersom vanligt viss så kör man VoIP via en vanlig dator och det gör ifall man öppnar ett processor krävande program så kan det leda till att kvalitén försämras avsevärt. I värsta fall kan det även leda till att datorn hänger sig mitt i ett viktigt samtal.

4.3 Slutsatser av fördelar och nackdelar

Även fast VoIP har många stora nackdelar just nu så kommer det att bli VoIP som kommer att bli det mest använda systemet. Eftersom det är det billigaste och mest flexibla sätt för röstsamtal. Men vissa av nackdelarna måste åtgärdas innan det kommer att slå för den stora allmänheten.

5 Protokoll som används inom IP Telefoni

Det finns flera protokoll som används för VoIP. Protokollen beskriver på det sätt som olika komponenter som codecs ska kunna kommunicera effektivt och fungera bra ihop. Det protokoll som används mest är H.323. Det är en standard som skapades av International Telecommunication Union (ITU). H.323 protokollet är ett komplext protokoll som egentligen från början skapades för video konferenser. H.323 består ytterligare sen av andra mindre protokoll som har utvecklats för specifika applikationer. Här nedan kan du se hur de är indelade i kategorierna Video, Audio, Data, Transport.

H.323 Protocol Suite			
Video	Audio	Data	Transport
H.261	G.711	T.122	H.255
H.263	G.722	T.124	H.235
	G.723.1	T.125	H.245
	G.728	T.126	H.450.1
	G.729	T.127	H.450.2
			H.450.3
			RTP
			X.224.0

Det finns ett problem med H.323 och det är att den inte är speciellt framtagen för VoIP. Ett alternativ till H.323 protokollet är Session Initiation Protocol (SIP). SIP är mer speciellt framtagen för VoIP. Ett annat protokoll som används väldigt mycket är Media Gateway Control Protocol (MGCP). Här nedan kommer det mera beskrivning av dessa och andra protokoll som används i VoIP.

5.1 Media Gateway Control Protocol (MGCP)

Detta är en ny standard som används för att hantera signaler och sessioner som behövs under en multimedia konferens. MGCP tävlar med den lite äldre standarden H.323 för konvertering av audiosignalerna som går över från PSTN till att bli datapaket som går över till Internet.

5.2 Session Initiation Protocol (SIP)

SIP finns på applikationslagret och är ett signaleringsprotokoll för att sätta upp en koppling mellan två användare. Den är baserad på Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) och HyperText Transfer Protocol (HTTP) och utvecklades av Internet Engineering Task Force (IETF). Det kan användas för VoIP och videokonferenser och mycket mer. SIP är en applikationslager protokoll som är oberoende av protokollen från undre lagret. Några av egenskaperna som SIP har är adress översättare, namn mappning, vidare befordring, hittar din dator även om du flyttar på den till något annat ställe. SIP identifierar användare med en hierarkisk URL. Denna URL baseras på användarens telefonnummer eller datornamn och ser ungefär ut som ett e-mail adress ex. SIP:anvandare@xxx.com.

5.3 Real-Time Transport Protocol (RTP)

RTP utvecklades för att kunna transportera realtidspaket som innehöll ljud, video eller annan information över IP. RTP definieras av IETF Proposed Standard RFC 3550. RTP har ingen kvalitet på överföring över IP. RTP packet hanteras så som alla andra paket hanteras i IP nätverket. RTP är en applikationslager protokoll som använder UDP för transport över IP.

5.4 IP Mapping

Det finns en "central call processor" som är en speciell dator som är specialiserad på databas/mappning och kör ett program kallat "soft switch". Om man tänker sig användaren och telefonen som ett paket kallat "endpoint". Då känner soft switchen till dessa saker:

- Vart endpoint är på nätverket.
- Vilket telefonnummer som är associerat till endpoint.
- Den nuvarande IP-adressen som är associerat med endpoint.

När en användare vill ringa till någon annan som använder VoIP, så sker en förfrågan till soft switchen vilken end point är för tillfället associerat med det uppringda numret. Som i sin tur kollar upp vilken IP-adress som associeras med endpoint. Om soft switchen inte har

information så frågar det en annan soft switch så fortsätter det tills någon dator kan svara. Det fungerar på samma sätt som DNS uppslagning. När informationen har hittats så skickas den tillbaka till endpoint så att endpointen kan starta kommunikationen.

5.5 Codecs som används inom IP Telefoni

Codec är in en i sin enklaste form en koder-avkodare (eller komprimerare-avkomprimerare) som är en algoritm som transformerar data från ett format till ett annat. Vilket kan vara med förlust på kvalitet eller utan förlust på kvalitet. När man streamar media så används codecs för att reducera storleken på den ursprungliga rådatan så att det går fortare att streama över nätet. När mottagaren tar emot den kodade median så avkodas median och spelas upp. Det finns två huvudtyper av codecs: lossless codecs, där original data kan återskapas utan någon förlust av kvalitet och lossy codecs, där den komprimerade filen är en approximation av original median. Beroende på hur hård komprimeringen är av median desto sämre kvalitet blir det efter avkodningen. Några kända codec format är JPEG och ZIP filer. Zip filer är ett exempel på lossless codecs där data återskapas exakt som den var innan och JPEG som är ett exempel på lossy codecs där kvaliteten försämras lite samtidigt som storleken minskar på filen.

5.5.1 Lossless codecs

Lossless codec använder sig av information som förekommer flera gånger i en fil. Som t.ex. om bokstaven A förekommer 4 gånger i rad, så skulle det gå att skriva 4A för att minska plats med hälften. Det skulle också gå att byta ut ord som förekommer flera gånger i samma text. Som t.ex. i den här texten så förekommer "VoIP" ganska ofta. Då skulle det gå att byta ut det mot ett kod ord istället som är kortare. På så sätt sparas det plats. Denna metod kallas David Huffman efter dess skapare.

5.5.2 Lossy codecs

Lossy codecs blir den kodade data mycket mindre än vad det blir vid Lossless codecs. Lossy codecs reducerar storleken på data genom att plocka bort information som inte är märkbart eller har någon större betydelse. Ibland är det viktigt att data blir så liten som möjligt för att kunna skickas över låg hastighets förbindelser eller lagras på en liten disk. Då kanske kvaliteten är mindre viktig och det gör att mer data måste plockas bort. När information plockas bort så går det inte att återskapa till ursprungskvalitet igen. Om du har lyssnat på streaming media på nätet så har du hört på lossy codec. Det var antagligen inte bästa ljudkvaliteten men troligtvis var det okej eftersom du lyssnade.

6 Quality of service

Det finns ett antal metoder för att få bättre kvalitet på överföringen i VoIP vilket man kallar för Quality of Service (QoS). Anledningen till att det är svårt att få bra kvalitet är att IP-nätet som VoIP jobbar ovan på, är att det inte ger speciellt bra säkerhet på överföringsnivån. Detta är även sant då det bara ingår röstsamtal i kommunikationen men blir ännu större när video och data ingår i kommunikationen också. Eftersom VoIP är väldigt känsligt för fördröjningar som gör att det blir väldigt jobbigt att prata om även vid små fördröjningar. Så måste nivån på QoS vara ganska hög för att det ska gå att använda VoIP med bra kvalitet.

6.1 Hur kan man få bättre Kvalité?

Det som gör att kvaliteten blir sämre på röstsamtalet eller inte fungerar alls. Är att IP-paketerna inte kommer fram i tid eller inte kommer fram överhuvudtaget. Det problemet blir desto större då man skickar data samtidigt på grund av data tar upp väldigt stor plats. Detta leder till att jitter bufferten måste ökas. Vilket gör att fördröjningsbuffert blir stor som leder till långa

fördröjningar i samtalet. Det finns minst två saker som man kan användas för att lösa problemet. Det ena är att fragmentera paket så att det inte blir för stor kö. Det andra är att prioritera paket som inne håller röst meddelande för datameddelande. Är att välja storleken på paketen så att det precis passar röstmeddelande paketen. Ett annat sätt att lösa problemet är att pausa dataöverföring under tiden ett röstsamtal pågår och bara sända data då det uppstår tysta luckor. Skulle man även inkludera video i samtalet så skulle man få ännu svårare att få en QoS än med bara röstsamtal. Eftersom video kräver en högre bandbredd än vad röstsamtal kräver. Om det inte hjälper med de tidigare förslagna alternativen så måste man införa en mer avancerad teknik för hur trafiken ska regleras. Men det är väldigt komplicerat så vi kommer inte att gå in på hur det fungerar.

6.2 Hur röstsamtal kan köras samtidigt utan att kvalitén försämras

Röstsamtal kräver en viss nivå på bandbredd för att fungera någorlunda. Det är därför viktigt att inte antalet ljudkanaler överstiger den tillgängliga bandbredden. Vad man skulle kunna göra är att man ökar komprimeringen på röstmeddelandena så att alla röstsamtalen får plats. Men det är antagligen inte någon bra idé eftersom människan har för vana att klaga då något försämras. Så det är antagligen inte det bästa sätt att lösa problemet på. På vanliga telefonväxlar så fanns det alltid ett fast antal portar vilket gjorde att man inte kunde ansluta fler telefoner än vad det fanns portar. Detta går inte att göra med IP telefoner eftersom de kan anslutas bara till en Ethernet port eller skapas i mjukvara. Det finns inte någon bra lösning till detta men arbetsgruppen Middlebox Communications (MIDCOM) jobbar på med detta problem.

7 Säkerheten med VoIP

När det gäller säkerheten för VoIP så är den lika säker som allt annat i ditt WAN. Om ditt VoIP körs på en server och då kommer ditt VoIP innehålla samma sårbarheter som ditt operativsystem har. Man kan använda sig av brandvägg där man har VoIP i ett eget subnät och därefter tillåta säker ljudtrafik genom brandväggen till Internet. Man kan också välja att kryptera VoIP trafiken och låta den passera genom en VPN.

8 Slutsatser/Resultat.

Vi tror att VoIP kommer att användas mer och mer i framtiden. Eftersom konstanden för telefonoperatörerna blir billigare och service kommer att bli billigare. Det blir också billigare eftersom man bara behöver ett nät som man kan dela med andra tjänster. Dessutom så ger VoIP mer tjänster än vad det vanliga nätet tillhandhåller till ett mycket lägre pris. Något som kan tänkas kritiseras är säkerhetsrisken. Dock så är inte säkerheten så hög i det vanliga telefont nätet heller. Men Virus, trojaner och maskar kan leda till andra typer av hot som kan förstöras upp i media och skrämna vanliga användare. Även problemet med att ringa nödnummer kan leda till att några blir motståndare men det är troligtvis bara en tidsfråga innan någon kommer på en lösning till det problemet. En annan viktig sak är kvalitén på ljudet i VoIP. Men allt eftersom snabbare bredband kommer ut på marknaden så kommer kvalitén att öka på både röstsamtal och videosamtal. Det stora problemet är tillförlitligheten i VoIP som är mycket sämre än vad det vanliga telefont nätet (PSTN) erbjuder, som är mycket bra. Vilket kan bli svårt för VoIP att få högre av, eftersom komplexitet i VoIP är så hög jämfört med det vanliga telefont nätet (PSTN). IP telefoni är här för att stanna ett bra tag tror vi och det erbjuder många tjänster som inte är möjliga via det vanliga telefont nätet (PSTN).

Referenser

How Stuff Works:

<http://electronics.howstuffworks.com/ip-telephony.htm>, Robert Valdes, 2006-04-22

Voice over IP: Systems and Solutions:

Richard Swale, Institution of Electrical Engineers, 2001

Streaming Media Bible

Steve Mack, John Wiley & Sons, 2001

The Best Damn Cisco Internetworking Book Period

Charles Riley, Syngress Publishing, 2003

SIP: Understanding the Session Initiation Protocol, Second Edition

Alan B. Johnston, Artech House, 2004

IP-TELEFONI

2000-TALETS KOMMUNIKATIONSMEDIUM

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA/GÖTEBORGS UNIVERSITET

<http://www.cs.chalmers.se/~phs/Masters/voip/ExJobb.pdf>, LENA MATHIASSEN, KLARA MÅLARBERG, 2001

IP-telefoni, En teknisk marknadsbeskrivning

http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/IP-telefoni_teknisk_marknadsbeskrivning_PTS-ER-2003-41.pdf, Karin Johansson, 2003-11-13