

IMPLEMENTAÇÃO DE SERVIÇOS DE TELEFONIA IP NUMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Nuno G. Rodrigues¹, Albano A. G. Alves¹

Abstract — *During the last years we have experienced an increasing convergence between voice networks and data networks, with special "intromission" of InterNet technologies into voice transmission. These technologies had originated the terms Voice over IP (VoIP) and, with a more significant meaning, IP Telephony. In this context, this work intends to present the VoIP@IPB project, developed at the Communications Center of the Polytechnical Institute of Bragança (IPB) with the objective of testing this type of services and evaluating its potential interest for the Institution. Thus it is presented a brief summary of the main protocols and technologies that support IP Telephony, followed by a brief description of the main characteristics of the Voice and Data networks of IPB. Finally, the goals, architecture, current state and future steps of the VoIP@IPB project are presented.*

Index Terms — *Voice over IP, IP Telephony, Asterisk PBX, SIP Express Router.*

INTRODUÇÃO

Longe vão os tempos em que as infra-estruturas de comunicação de voz e as de comunicação de dados eram consideradas dois mundos opostos. Com a evolução das tecnologias de comunicação e dos protocolos de suporte da Internet, considera-se actualmente que já é possível aquilo que há uma década atrás não passava de uma miragem: transportar voz em tempo real através das infra-estruturas que suportam esta rede.

Sendo potencialmente os mais afectados por este movimento de convergência, os fabricantes tradicionais de equipamentos para redes de voz têm procurado acompanhar a tendência, incluindo, no seu portfólio actual, ofertas completas de soluções de voz baseadas em protocolos da família TCP/IP. No entanto, muitas destas soluções não são ainda totalmente baseadas nas normas internacionais, o que inviabiliza na prática a inter-operabilidade entre equipamentos de distintos fabricantes.

Aproveitando as potencialidades das tecnologias actuais de suporte à rede Internet, têm surgido ultimamente um número significativo de ofertas de serviços VoIP para utilizadores finais, funcionando um pouco à semelhança dos serviços de email gratuitos. Estes tipicamente permitem, quer a realização de comunicações de voz entre utilizadores ligados a esta rede (desde que ligados ao mesmo operador VoIP), quer a comunicação com a rede telefónica tradicional

– PSTN, aqui com tarifários muito mais interessantes do que os praticados pelos operadores tradicionais da PSTN, especialmente para comunicações de longa distância e internacionais. Entre outros, destacam-se os serviços Skype [13], Vonage [14], Netcall [15], etc.

Ao nível do Instituto Politécnico de Bragança – IPB, verificam-se actualmente duas situações opostas:

- por um lado, a rede de comunicações de voz encontra-se saturada e muito limitada nos serviços;
- por outro lado, a rede de comunicações de dados é tecnologicamente avançada e com características que potenciam o desenvolvimento de novos serviços.

Destaca-se especialmente a rede Wi-Fi, com uma cobertura que abrange a totalidade dos edifícios do IPB e que é utilizada por uma boa parte da comunidade académica.

O projecto VoIP@IPB surgiu com base neste enquadramento anterior, tendo como grandes objectivos o teste de tecnologias de VoIP ao nível da Rede de Dados do IPB e a avaliação de alternativas de interligação com a rede telefónica interna e externa – PSTN.

Entre as principais vantagens identificadas para esta tecnologia, que se espera vir a confirmar com o presente projecto, destacam-se:

- custos mais baixos de comunicações;
- possibilidade de integração da infra-estrutura, com a sua partilha para os serviços de voz e de dados;
- possibilidade de desenvolvimento de serviços avançados e sua integração com serviços existentes;
- aumento da mobilidade dos utilizadores.

Na secção seguinte apresentam-se em resumo os principais protocolos de suporte a serviços de Telefonia IP.

TECNOLOGIAS E PROTOCOLOS DE TELEFONIA IP

O termo Voz sobre IP refere-se a serviços de comunicações – voz ou fax – que são transportados através de redes baseadas na arquitectura TCP/IP, em vez do transporte através da rede pública comutada – PSTN [5]. Os passos básicos envolvidos neste processo passam pela conversão da voz analógica para sinais digitais, com subsequente compressão e colocação desses sinais em datagramas IP, para poderem ser transportados através da rede até ao outro extremo da comunicação. Neste, efectua-se o processo inverso, obtendo-se como resultado de novo a voz analógica.

¹ {Nuno G. Rodrigues, Albano, A. G. Alves}, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Sta Apolónia, 5301-854 BRAGANÇA, 351.273303000, Portugal, {nuno, albano}@ipb.pt

O termo Telefonia IP é normalmente usado quando se adicionam serviços ao transporte da voz, como voicemail integrado com e-mail, chamadas em espera, conferência, vídeo-conferência, música para clientes em espera, etc.

O serviço de Telefonia IP [4] é baseado num conjunto de componentes, que interagem entre si: terminais, servidores/proxys e gateways.

Compreendendo a necessidade de normalização dos protocolos usados neste tipo de serviços, um conjunto alargado de fabricantes formaram o Voice over IP Forum, através do qual foi produzida a especificação VoIP Implementation Agreement – VoIP IA. Esta especificação inclui um conjunto de normas para garantir um serviço completo de Telefonia através da Internet, recomendando a utilização da norma H.323 da ITU para este fim.

Entre as principais normas actuais de suporte a serviços de VoIP, destacam-se duas, que serão abordadas de seguida mais em detalhe: H.323 e SIP – Session Initiation Protocol.

Normas H.323

O conjunto de normas H.323 [8] foi rectificado em 1996 pela ITU, definindo o modo como o tráfego de voz, vídeo e dados em tempo real podem ser transportados através de redes baseadas no protocolo IP. Esta norma é ainda baseada nos protocolos Real Time Protocol (RTP) e Real Time Control Protocol (RCTP), para gerir sinais de áudio e vídeo.

O H.323 é usado para o estabelecimento de chamadas e negociação de capacidade. Um outro elemento que faz parte da norma – Q.931 – faz a sinalização de chamada entre os elementos do serviço. O mecanismo RAS H.323 (Registration, Admission, Status), materializado na norma H.225.0, disponibiliza funcionalidades de resolução dinâmica de endereços IP.

As normas H.323 disponibilizam um conjunto exaustivo de especificações detalhadas, que permitem uma implementação completa de serviços de comunicação multimédia. Fruto deste nível de detalhe, é actualmente considerada uma alternativa “pesada”, para a implementação de serviços de Telefonia IP. Em consequência, o protocolo SIP, abordado a seguir, tem vindo a conquistar uma fatia importante deste mercado, reposicionando-se actualmente o H.323 como melhor opção mais ao nível específico dos serviços de vídeo-conferência.

Protocolo SIP

O protocolo SIP – Session Initiation Protocol – [9] foi desenvolvido no seio do IETF, com o objectivo de permitir o estabelecimento, alteração e terminação de sessões multimédia com um ou mais participantes. Trata-se de um protocolo de sinalização fim-a-fim, que é usado apenas para tornar o processo de comunicação possível. A comunicação em si mesma, depois de estabelecida, terá de usar outro(s) protocolo(s) para efectuar o transporte da informação entre a origem e o destino. Entre os mais importantes, destacam-se:

o RTP [2, 3] usado para transportar a informação multimédia através da rede IP e o SDP – Session Description Protocol – usado para descrever as capacidades, ao nível dos codecs usados, etc, dos participantes na comunicação.

Ao contrário do H.323, o SIP é um protocolo desenhado à imagem da generalidade dos protocolos da Internet, sendo caracterizado pela simplicidade, facilidade de implementação, boa escalabilidade e flexibilidade. Apresenta assim um princípio de funcionamento semelhante ao do protocolo Hyper Text Transfer Protocol (HTTP), usado pelo serviço da World Wide Web. Entre outras semelhanças, destaca-se o formato das mensagens (de texto, baseadas no RFC 822), trocadas entre os agentes intervenientes na comunicação. Também a identificação dos extremos da comunicação é baseada num Uniform Resource Identifier (SIP URI), neste caso com um formato do tipo `username@domínio` (semelhante a um endereço de email).

Uma rede SIP simples pode ser constituída por apenas dois agentes terminais, com a troca de mensagens directa entre eles. No entanto, geralmente, uma rede SIP é constituída por um número mais alargado de elementos, como sejam servidores de Proxy e de Registo, etc.

Actualmente nota-se um crescente movimento de adesão ao protocolo SIP, por parte de fabricantes, “novos” operadores de VoIP, mundo académico, etc. Prevê-se assim que este protocolo venha a adquirir a curto prazo um estatuto no mundo da Telefonia IP semelhante ao que actualmente usufrui o protocolo HTTP ao nível do serviço WWW.

Protocolos de compressão de Voz

O processo tradicional de digitalização de voz baseado na técnica Pulse Code Modulation (PCM) produz um output digital de 64 Kbps. Trata-se de um débito relativamente baixo para a generalidade das redes de área local actuais, não podendo ser já hoje em dia também considerado elevado para algumas redes de acesso (ADSL, Cabo) e de área alargada. Apesar de tudo, para este tipo de serviços de tempo real, mais importante que o débito em si, são aspectos como o atraso e variação do atraso entre os sistemas finais da comunicação, a taxa de perdas, etc [6].

Apesar de a Voz sobre IP poder ser transmitida sem compressão (taxa de 64 Kbps), têm vindo a ser desenvolvidos um conjunto de algoritmos que minimizam a largura de banda necessária, através da compressão dos sinais, supressão dos períodos de silêncio, etc. Estes algoritmos têm também como objectivo codificar os sinais de voz num determinado formato, pelo que são conhecidos por codecs. Entre os codecs mais importantes, destacam-se:

- G.723.1: bit rate de saída entre os 5,3 e os 6,4 Kbps e um atraso fim-a-fim de aproximadamente 135 ms.
- G.729 e G.729a: bit rate resultante da compressão de 8 Kbps e atraso fim-a-fim de aproximadamente 50 ms.
- G.711 (PCM): protocolo de codificação de voz sem compressão, que produz um bit rate de 64 Kbps.

Considerações de segurança

A integração de um serviço de voz na rede de dados de uma instituição levanta questões de segurança importantes, que importa analisar atentamente. Entre os aspectos mais relevantes, segundo [7], destacam-se:

- desenvolvimento de uma arquitectura de rede adequada, com separação lógica das redes de voz e dados.
- assegurar que a instituição analisou e consegue gerir os riscos para a informação que circula na rede e para os sistemas e consegue manter a continuidade das operações essenciais em situações de ataque.
- deve ser dada especial atenção à disponibilidade dos serviços de emergência (número 112).
- avaliação das necessidades de alimentação eléctrica de backup, que assegurem disponibilidade total do serviço.
- cuidado especial à implementação/configuração de firewalls e outros mecanismos de protecção específicos.
- deve ser dada uma especial atenção à regulamentação nacional relacionada com as comunicações de voz.

AS REDES DE VOZ E DE DADOS DO IPB

Um dos motivos que levou ao desenvolvimento deste projecto foram as limitações identificadas na rede actual de voz do IPB, em conjunto com a identificação das potencialidades oferecidas pela actual rede de dados.

O IPB está distribuído por três pólos:

- Campus de Santa Apolónia (Bragança), onde se localizam as três maiores escolas: Escola Superior Agrária (ESA), Escola Superior de Educação (ESE) e Escola Superior de Tecnologia e de Gestão (ESTiG). Encontram-se ainda no campus os Serviços Centrais e de Acção Social e três residências de estudantes.
- Instalações da Escola Superior de Saúde (ESSA), em Bragança, localizada a aproximadamente 1 Km do Campus de Santa Apolónia.
- Instalações da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Mirandela (ESTGM), em Mirandela.

O Campus de Santa Apolónia é servido por duas centrais Matra, interligadas entre si através de um canal Primário RDIS, com suporte de 30 canais simultâneos. Existem aqui 542 extensões telefónicas com acesso directo ao exterior e 50 extensões sem acesso directo. Este acesso ao exterior é garantido por três acessos primários RDIS.

Nos pólos remotos existem pequenas centrais RDIS, com um pequeno número de extensões internas.

Entre as principais limitações do sistema de comunicação de voz actual do IPB destaca-se:

- capacidade de expansão praticamente esgotada;
- impossível a adição de novas cartas para acesso directo a partir do interior às redes GSM (para utilização da rota de menor custo). Esta limitação implica actualmente elevados custos para estas redes;

- taxação detalhada por extensão não implementada;
- gestão corrente das funcionalidades dos PBX dependente de empresa externa;
- serviços ao utilizador muito limitados;
- ligação dos pólos remotos é feita pelas linhas externas.

Ao contrário da rede de voz, a rede de dados do IPB é baseada numa infra-estrutura recente, com equipamentos activos actuais, permitindo assim a implementação de novos serviços aos utilizadores.

Entre as principais características da rede destacam-se:

- backbone do Campus baseado inteiramente na norma Gigabit Ethernet em fibra óptica, com suporte de IEEE 802.1Q (VLANs) e IEEE 802.1p (Qualidade de Serviço ao nível dois do modelo OSI);
- sistema horizontal maioritariamente constituído por ligações comutadas FastEthernet, com suporte de IEEE 802.1Q e 802.1p em alguns pontos;
- Rede Wi-Fi com cobertura generalizada dos edifícios do IPB (130 pontos de acesso), incluindo residências de estudantes. Trata-se de uma rede inteiramente baseada na norma 802.11g (54 Mbps), sendo actualmente regularmente usada por mais de 30% da comunidade académica desta instituição;
- rede WAN: o acesso à Internet é efectuado através de um circuito com um débito de 30 Mbps. A ligação de dados entre o Campus de Santa Apolónia e a ESTGM é garantida por um circuito dedicado de 2 Mbps. A ligação do Campus para a ESSA é baseada numa ligação laser FSO, com um débito de 100 Mbps.

O PROJECTO VOIP@IPB

Objectivos

Como referido anteriormente, o projecto VoIP@IPB, surgiu com o objectivo de efectuar experimentação com serviços de Telefonía IP sobre a rede de dados do IPB, para avaliar o seu potencial interesse futuro para a Instituição.

Os objectivos concretos são os seguintes:

- Disponibilizar um serviço de Telefonía IP à comunidade do IPB tirando partido da rede de dados existente, nomeadamente: um endereço SIP para cada aluno e funcionário; serviço de voicemail integrado com e-mail; chamadas em espera; conferência; notificação de chamadas perdidas, etc;
- Interligação com a rede telefónica interna;
- Analisar a viabilidade de interligação com a PSTN;
- Interligação dos pólos remotos (ESTGM e ESSA) com a rede telefónica do Campus, usando tecnologia VoIP sobre os circuitos de dados existentes;
- Avaliar a viabilidade (financeira e técnica) de substituição da infra-estrutura telefónica actual (PBX e cablagem independentes) por uma alternativa full-VoIP.

Arquitectura do sistema

O piloto de VoIP em implementação no IPB é baseado unicamente em ferramentas opensource, ao nível dos elementos do lado servidor. O núcleo do sistema é constituído por três Servidores: Servidor SIP, com funções de register e proxy; Servidor de Base de Dados e PBX para interligação da rede SIP com a PSTN e redes H.323.

Entre as diferentes alternativas actuais de Servidores SIP opensource, o SER - SIP Express Router [10] tem ganho grande popularidade, principalmente devido à sua elevada performance, modularidade e flexibilidade de configuração.

As funções de registo de utilizadores, autenticação e contabilização são asseguradas pelo Servidor SIP, sendo esta informação armazenada permanentemente num Servidor de base de dados relacional (postgresql).

O serviço de VoIP tem dificuldades especiais de funcionamento quando um ou os dois extremos da comunicação estão por detrás de diferentes mecanismos de NAT (Network Address Translation). O SER resolve em boa medida este problema, através de um módulo natelper, que recorre a um programa externo de proxy RTP (rtpproxy ou mediaproxy), através do qual passam todos os pacotes de uma comunicação entre dois terminais VoIP que se encontram na mesma situação.

O SER é um excelente servidor de SIP, mas não passa disso. Sempre que é necessário garantir comunicação da rede SIP com outras redes, como por exemplo a PSTN, é necessário recorrer a outro componente. Neste domínio, o software Asterisk [11] tem-se apresentado como a solução mais interessante, no campo dos PBX baseados em software opensource. Trata-se de uma plataforma que suporta interacção com os mais variados tipos de protocolos e equipamentos de VoIP. Suporta, entre outros, SIP, H323 e IAX, bem como a implementação de diversos serviços complementares, como voicemail integrado com o e-mail, gestão de conferências e mecanismos de IVR.

Em resumo, e justificando a opção da escolha do Asterisk ao nível do projecto VoIP@IPB, trata-se de um Servidor que permite a interligação da rede SIP com a PSTN e redes H.323 e ainda disponibilizar um conjunto alargado de serviços adicionais aos utilizadores, como o voicemail, música para utilizadores em espera, etc.

A interligação do Asterisk com a PSTN é efectuada através de módulos de hardware disponíveis no mercado a preços bastante acessíveis. Estes módulos são tipicamente baseados em placas PCI, com interfaces de saída para acessos básicos RDIS (2, 4, 8 canais) ou para acessos primários RDIS. A sua interligação pode ser feita directamente com as linhas do operador de comunicações tradicional ou com o PBX da rede telefónica da instituição, desde que este tenha um interface do mesmo tipo livre. Ao nível protocolar, a interligação do Asterisk com o PBX utiliza o protocolo QSIG, que terá de ser suportado de ambos os lados da comunicação.

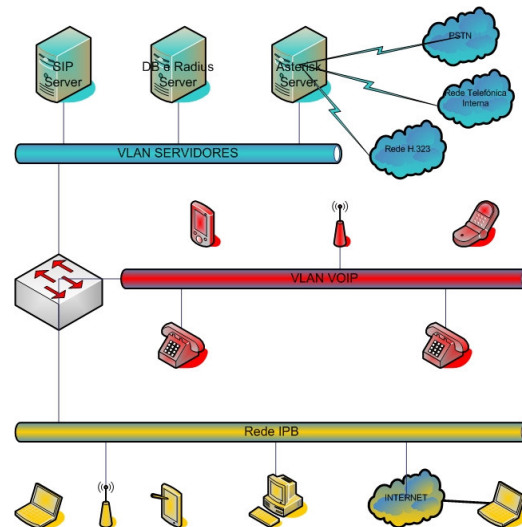


FIGURA 1
ARQUITECTURA DO PROJECTO VoIP@IPB.

Tal como se depreende da figura anterior, o projecto VoIP@IPB prevê a disponibilização de dois níveis diferentes do serviço VoIP, na rede do IPB:

- Serviço Premium: com VLAN própria e activação de mecanismos de QoS de nível 2 ao longo de toda a infra-estrutura de suporte a este serviço. Disponível em locais do campus cuja infra-estrutura de rede suporte estes mecanismos, incluindo a rede Wi-Fi. Trata-se de um serviço a que só terão acesso terminais exclusivamente VoIP, depois de devidamente autenticados. Este serviço inclui a possibilidade de comunicação com outros terminais SIP, comunicação de e para a rede telefónica interna e para o exterior (PSTN), em função do perfil do utilizador autenticado.
- Serviço Standard: acessível a partir de qualquer ponto da Internet, podendo ser utilizado com hard-phones ou com soft-phones instalados em computadores. Permite a comunicação com outros terminais SIP e com a rede telefónica interna do IPB. Não será possível o estabelecimento de chamadas telefónicas para a PSTN, podendo no entanto ser recebidas chamadas desta rede, em função do perfil do utilizador (do qual depende a atribuição ou não de um número telefónico convencional (DDI) para este serviço).

Estado actual

O projecto VoIP@IPB foi iniciado em Maio de 2005, prevendo-se a conclusão da sua implementação em Junho de 2006. Actualmente está em operação um Servidor SIP (SER, versão 0.9.4), que actua como register e proxy entre terminais SIP, interligado com o Asterisk, através do qual é disponibilizada a conexão com a rede telefónica interna e implementado o serviço de voicemail.

O registo, autenticação e contabilização da utilização está a ser efectuada no Servidor de base de dados previsto na arquitectura apresentada anteriormente.

Foi desenvolvido um novo módulo para o portal interno de gestão dos serviços de rede (<http://myconfig.ipb.pt>), onde os utilizadores do IPB podem efectuar a activação do serviço e configurar opções adicionais.

Tirando partido do armazenamento permanente da informação no servidor de base de dados, começaram também já a ser desenvolvidos serviços complementares, dos quais se destacam os seguintes:

- Agenda online (em <http://voip.ipb.pt>), com os contactos dos utilizadores aderentes ao serviço e indicação daqueles que se encontram no momento online. É ainda possível nesta página associar uma aplicação por defeito para o serviço SIP, o que permite que, um click em cima de um endereço do tipo `sip:utilizador@dominio`, execute automaticamente a aplicação associada e inicie uma chamada para esse endereço;
- Notificação de chamadas perdidas: foi desenvolvida uma script que analisa em tempo real os registos produzidos pelo servidor SIP e guardados na base de dados, despoletando automaticamente o envio de um e-mail para um utilizador que foi objecto de uma chamada perdida. Este serviço pode ser activado/desactivado por cada utilizador, no portal interno de gestão dos serviços de rede referido anteriormente.

Outro dos objectivos do trabalho em curso passa pelo teste e análise de diferentes terminais. Actualmente é recomendada a utilização, aos utilizadores do IPB, do soft-phone X-Lite [16]. Trata-se de um programa que funciona em Windows, Linux e MAC OS X, disponibilizando elevada qualidade de som e um conjunto de funcionalidades adicionais muito interessante.

Um dos factores mais importantes para se obter uma boa experiência com a utilização do serviço, sempre que se recorre a soft-phones, passa pela utilização conjunta de acessórios do tipo headset ou handset. De entre estes, tem-se verificado que os acessórios USB deste tipo garantem uma qualidade de som superior aos headsets que se ligam à normal placa de som do computador.

Próximos passos

Os desenvolvimentos próximos do projecto passam pela continuação da implementação de um conjunto de itens delineados nos objectivos iniciais, destacando-se:

- Alargamento do Serviço a todos os utilizadores;
- Interligação com a PSTN;
- Interligação das redes de voz dos pólos remotos com o Campus de Santa Apolónia através dos circuitos de dados existentes.

Na fase final do projecto espera-se a realização de uma análise exaustiva das potencialidades e do impacto do

mesmo, por forma a avaliar o interesse, possibilidade e oportunidade de se avançar para uma migração completa da rede de voz do IPB para uma alternativa full-VoIP.

CONCLUSÕES

Das informações recolhidas até ao momento junto dos utilizadores actuais do sistema, pode-se concluir que a sua experiência com o serviço é neste momento positiva. Com a implementação das restantes funcionalidades previstas, espera-se que este grau de satisfação aumente ainda mais significativamente.

Em jeito de conclusão, com a finalização do projecto VoIP@IPB, espera-se:

- a introdução de melhorias significativas nos serviços de voz disponibilizados actualmente aos utilizadores;
- uma redução significativa de custos a médio prazo, com a generalização do serviço, não só no IPB, mas por outras instituições, nomeadamente junto da comunidade académica portuguesa;

Em resumo, cremos estar na presença de um “Novo” serviço de Rede, que produzirá um elevado impacto nos utilizadores durante os próximos anos.

REFERÊNCIAS

- [1] Black, U., “Voice Over IP”, Prentice Hall, 2000
- [2] Schulzrinne, H., et. al., “RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications”, IETF, 1996
- [3] Schulzrinne, H., “RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control”, IETF, 1996
- [4] Brandl, M., “IP Telephony Cookbook”, Terena Report, 2004
- [5] Davidson, J., Peters, J., “Voice over IP fundamentals”, Cisco Press, 2000
- [6] Cisco, “Voice internetworking : VoIP quality of service”, Cisco Systems, 2002
- [7] Kuhn, D., R., Walsh, T., J., Fries, S., “Security Considerations for Voice Over IP Systems”, Recommendations of the National Institute of Standards and Technology, January 2005.
- [8] Rodrigues, A., et al., “TCP/IP Tutorial and Technical Overview”, IBM, 2001
- [9] Rosenberg, J., et. al., “SIP: Session Initiation Protocol”, IETF
- [10] Página do SER, www.iptel.org/ser, acesso em Julho de 2005
- [11] Página do Asterisk, www.asterisk.org, acesso em Julho de 2005
- [12] Faltstrom, P., Mealling, M., “The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM)”, IETF, 2004
- [13] Página do Skype, www.skype.com, acesso em Julho de 2005
- [14] Página da Vonage, www.vonage.com, acesso em Julho de 2005
- [15] Página da Netcall, www.netcall.pt, acesso em Novembro de 2005
- [16] Página do XLite, www.xten.net, acesso em Novembro de 2005