

VoIP@IPB – Piloto de Telefonia IP numa Instituição de Ensino Superior

Nuno Rodrigues, Eduardo Costa, Sérgio do Vale
Instituto Politécnico de Bragança, Centro de Comunicações, Bragança, Portugal
Phone: +351 273303080, Fax: +351 273313051, e-mail: [nuno, raposo, seg7]@ipb.pt

Resumo - Durante os últimos anos tem-se assistido a uma convergência acelerada entre as redes de voz e as redes de dados, com especial “intromissão” das tecnologias do mundo Internet na transmissão de voz. O conjunto destas tecnologias deram origem aos termos Voz sobre IP (VoIP) [1] e, com um significado mais abrangente, a Telefonia IP. Neste contexto, o presente trabalho pretende apresentar o projecto VoIP@IPB, desenvolvido no âmbito do Centro de Comunicações do Instituto Politécnico de Bragança com o objectivo de testar este tipo de serviços e avaliar o seu potencial interesse para a Instituição. O artigo começa por apresentar um breve resumo dos principais protocolos de suporte à Telefonia IP. Segue-se um breve enquadramento das principais características das redes de Voz e de Dados do IPB. Por fim, apresentam-se os objectivos, arquitectura, estado actual e passos futuros do projecto VoIP@IPB.

Palavras-chave: VoIP, Voz sobre IP, Telefonia IP, SIP.

I. INTRODUÇÃO

Longe vão os tempos em que as infra-estruturas de comunicação de voz e as infra-estruturas de comunicação de dados eram consideradas dois mundos em campos opostos. Tal assim era, desde logo, pela oposição completa, em termos de princípio de funcionamento, das técnicas de comutação usadas em cada uma: a comutação de circuitos usada nas redes de voz e a comutação de pacotes dominante nas redes de dados.

Com a evolução das tecnologias de comunicação e dos protocolos de suporte da Internet, considera-se actualmente que já é possível aquilo que à uma década atrás não passava de uma miragem: transportar voz em tempo real através das infra-estruturas que suportam esta rede. Entre os protocolos mais importantes para o suporte deste serviço sobre redes de dados destacam-se: o RTP – *Real Time Protocol* [2, 3], que permite a sequenciação, identificação de *payloads* e sincronização de *streams*; a norma H.323 da ITU e o protocolo de sinalização SIP – *Session Initialization Protocol* [9], da IETF.

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 existentes, o que inviabiliza na prática a inter-operabilidade entre equipamentos de diferentes 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. Entre outros, destacam-se serviços como o Skype [13], Vonage [14], Netcall [15] (operador português de VoIP), 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 é utilizada por uma boa parte da comunidade académica (alunos, docentes e restantes funcionários).

Com base neste enquadramento, surge assim o projecto VoIP@IPB, com os objectivos de testar tecnologias de VoIP ao nível da Rede de Dados do IPB e avaliar as 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 respectiva integração com serviços existentes
- aumento da mobilidade dos utilizadores

Apresentam-se de seguida os principais protocolos de suporte a serviços de Voz sobre IP.

II. 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 novamente a voz analógica.

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

O serviço de Telefonía IP [4] é baseado num conjunto de componentes, que interagem entre si:

- Terminal: componente de terminação de uma comunicação. Pode ser um componente de software (*soft-phone*) que funciona num computador ou de hardware (*hard-phone*), podendo funcionar neste caso autonomamente.
- Servidor: Um servidor actua como um agente intermédio, com o objectivo de facilitar o processo de estabelecimento de uma comunicação entre dois terminais. Tipicamente, quando um terminal se liga à rede, regista-se junto de um servidor. Desta forma, torna-se mais fácil o processo de comunicação com outros terminais, já que o servidor mantém a informação da localização de todos os terminais ligados à rede. Este componente desempenha normalmente também funções de autenticação, autorização e contabilização.
- Gateway: componente que permite a comunicação entre terminais que usam tecnologias diferentes entre si. Permite, por exemplo, a comunicação de um terminal SIP para H.323 ou PSTN, e/ou vice-versa.

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 Telefonía através da Internet, recomendando especificamente a utilização da norma H.323 da ITU para este fim.

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

2.1. 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 recomendação é ainda baseada nos protocolos *Real Time Protocol – RTP* e *Real Time Control Protocol – RCTP*, para gerir os 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.

Os componentes fundamentais de uma rede H.323 são:

- Terminais de Rede Corporativa: terminais para utilização em LAN's, com suporte de som de alta qualidade e múltiplas funções;
- Terminais Internet: optimizados para funcionamento num ambiente de largura de banda mínima;
- Gateways: fornecem interligação entre terminais H.323 ligados a redes IP e outros dispositivos de áudio (por exemplo telefones normais) ligados a outras redes;
- Gatekeepers: implementam funções de servidores de directório e de controlo;
- MCU – *Multipoint Control Unit's*: fornecem serviços de gestão de conferências multiponto.

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.

2.2. 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:

- RTP – *Real Time Protocol* – usado para transportar a informação multimédia através da rede IP;
- 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 na 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@dominio* (semelhante a um endereço de correio electrónico).

Uma rede SIP simples pode ser constituída por apenas dois agentes terminais, com a troca de mensagens directa entre eles. No entanto, na maior parte dos casos, uma rede SIP é constituída por um número mais alargado de elementos, dos quais se destacam:

- *User Agent*, residente em cada terminal SIP
 - *User Agent Client* – UAC: responsável por despoletar pedidos SIP
 - *User Agent Server* – UAS: responsável por receber e responder a pedidos SIP
- *Network Server*: disponibiliza funções avançadas, como registo (função de *Registrar*), autenticação, autorização e contabilização. Pode actuar também como servidor Proxy, para o encaminhamento de pedidos de estabelecimento de sessões para um determinado destinatário. Um Servidor Proxy pode actuar em modo *stateless*, onde funciona como simples reencaminhador de mensagens, ou em modo *statful*, mantendo neste caso a informação de estado ao longo de toda uma comunicação.

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, durante os próximos anos, um estatuto no mundo da Telefonia IP semelhante ao que actualmente usufrui o protocolo HTTP ao nível do serviço WWW.

2.3. 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 a 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 nesta área, destacam-se:

- G723.1: oferece um nível relativamente elevado de compressão, com um *bit rate* de saída entre os 5,3 e os 6,4 Kbps e um atraso fim-a-fim de aproximadamente 135 ms. Cada pacote transporta 30 ms de sinal de voz, com um tamanho entre os 20 e os 24 bytes. A sua utilização está dependente de licenciamento prévio, em determinadas situações de utilização;

- G.729 e G.729a: apresenta um *bit rate* resultante da compressão de 8 Kbps, com 10 ms de voz em cada pacote. Cada um destes ocupa 10 bytes, fornecendo um atraso fim-a-fim de aproximadamente 50 ms. Também a utilização deste *codec* necessita de licenciamento;
- G.711 (PCM): protocolo de codificação de voz sem compressão, que produz um *bit rate* de 64 Kbps, com a transmissão de 50 ou 33 pacotes por segundo e intervalos de 20 ou 30 ms de voz em cada um. Existem actualmente duas variantes: *ulaw* usada nos Estados Unidos da América e *alaw*, usada na Europa.

2.4. 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, quer a nível dois, com utilização de diferentes VLAN, quer a nível três, com a utilização de diferentes sub-redes IP.
- 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).
- se as comunicações de voz não utilizarem cifragem no transporte da informação, o acesso ao meio físico pode ser crítico em termos de escuta das conversações. Igualmente importante é a segurança dos sistemas de suporte ao serviço, como gateways, proxys, etc.
- deve-se proceder a uma avaliação das necessidades de dispositivos de alimentação eléctrica de *backup*, que assegurem a continuidade do serviço durante quebras de energia.
- deve ser disponibilizado um cuidado especial à implementação/configuração de firewalls e outros mecanismos de protecção específicos para o tráfego VOIP.
- deve ser dada uma especial atenção à regulamentação nacional relacionada com as comunicações de voz.

III. AS REDES DE VOZ E DE DADOS DO IPB

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

O Instituto Politécnico de Bragança está distribuído por três pólos:

- Campus de Santa Apolónia em 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 neste campus os Serviços Centrais, Serviços 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 ao exterior. Este acesso ao exterior é garantido por três acessos primários RDIS.

Nos pólos remotos (ESSA e ESTGM) 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 (novas extensões) 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 GSM;
- taxação detalhada por extensão não implementada;
- não é possível identificar a origem de eventuais abusos de utilização a partir da rede interna;

- gestão corrente das funcionalidades dos PBX dependente de empresa externa;
- serviços ao utilizador muito limitados. O sistema apenas permite o estabelecimento e recepção de chamadas e pouco mais...
- ligação dos pólos remotos (ESTGM e ESSA) é feita pelas linhas externas.

A figura seguinte sintetiza as infra-estruturas de voz nos três pólos.

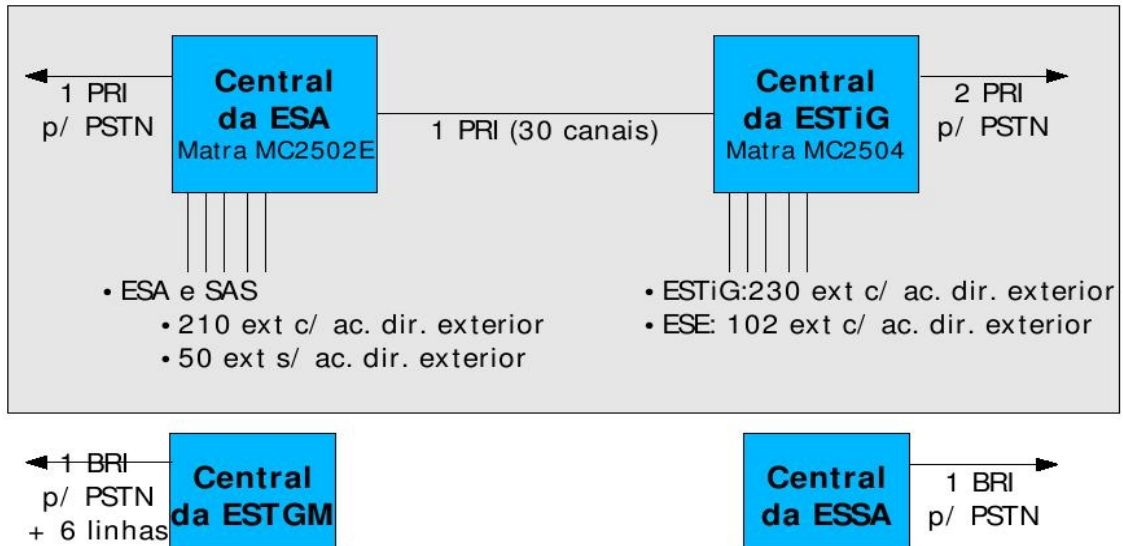


Figura 1. Rede de Voz do IPB.

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.

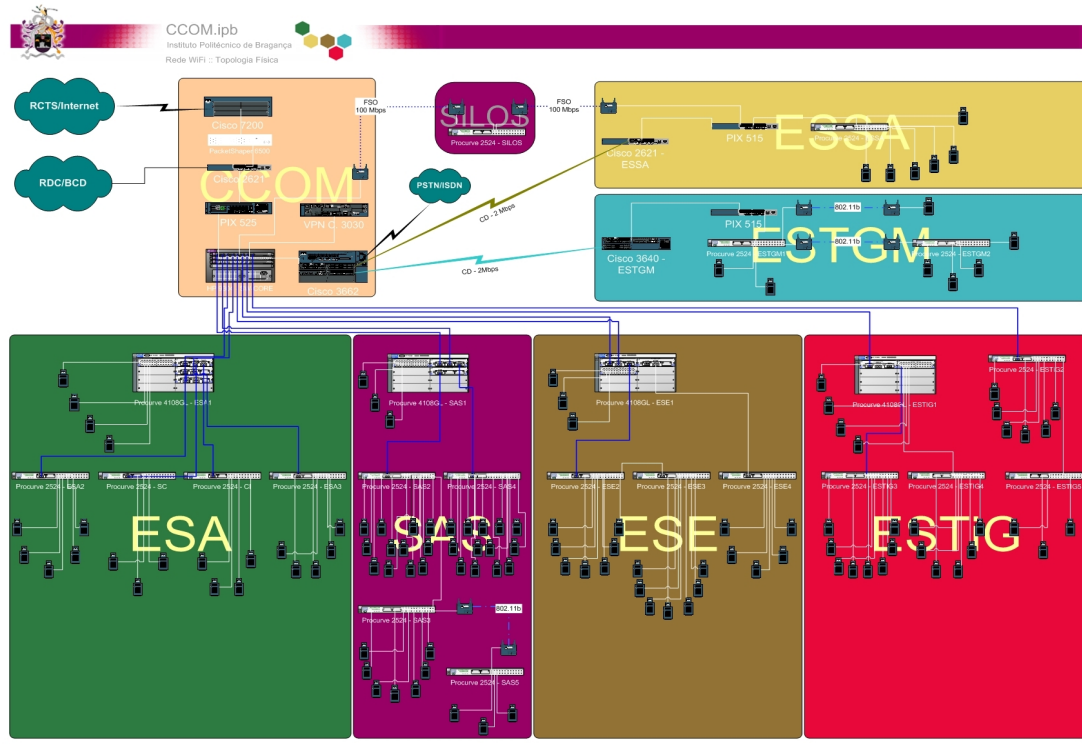


Figura 2. Esquema da rede de dados do IPB.

Entre as principais características desta 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 25% da comunidade académica desta instituição;
- rede WAN: o acesso à Internet é efectuado através da RCTS, com um débito actual 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.

IV. O PROJECTO VoIP@IPB

4.1. Objectivos

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

Os objectivos concretos são os seguintes:

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

4.2. 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 *registrar* e *proxy*;
- Servidor de Base de Dados;
- PBX para interligação da rede SIP com outras redes, como a PSTN.

Entre as diferentes alternativas actuais de Servidores SIP *opensource*, o SER - *SIP Express Router* [10] tem vindo a ganhar grande popularidade, fundamentalmente devido à sua elevada performance, modularidade e flexibilidade de configuração. Entre as principais características destacam-se:

- suporte de SIP sobre TCP ou UDP, em conformidade com o RFC3261;
- suporte de ENUM [12]. Este mecanismo utiliza o sistema de DNS para estabelecer uma relação entre o sistema de numeração telefónico (E.164) e os mecanismos de identificação da Internet, como um endereço SIP, por exemplo;

- suporte de diversos mecanismos de atravessamento de redes com NAT;
- suporte de *lookups* DNS SRV;
- suporte de múltiplos domínios DNS de utilizador em paralelo;
- sendo modular, são facilmente adicionáveis novos módulos para extensão das funcionalidades.

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 *nathelper*, 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, os protocolos SIP, H323 e IAX, bem como a implementação de diversos serviços complementares, como voicemail integrado com o e-mail, gestão de conferências, mecanismos de *Interactive Voice Response* (IVR), etc.

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 ainda disponibilizar um conjunto alargado de serviços adicionais aos utilizadores, como o voicemail, música para utilizadores em espera, etc.

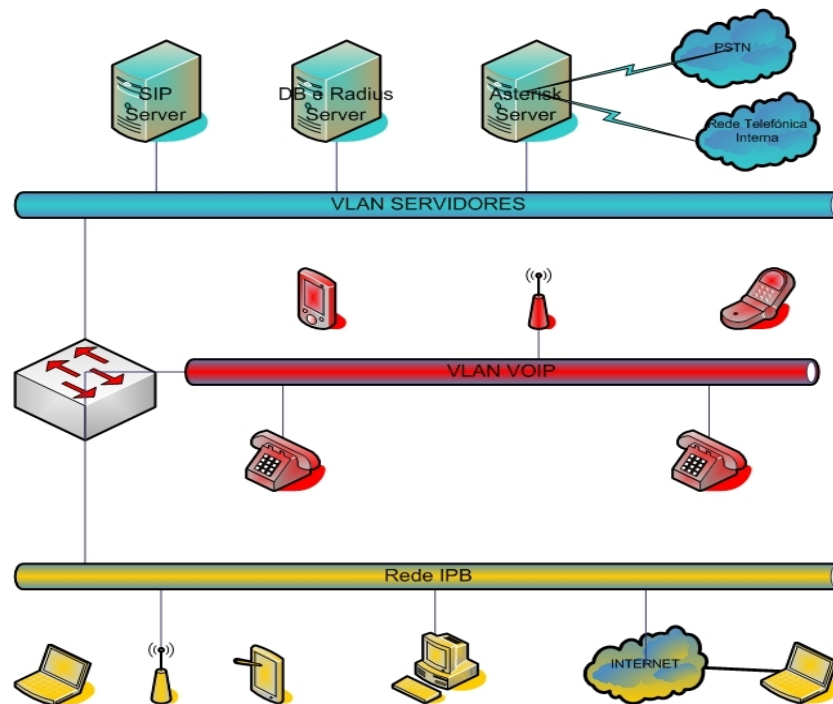


Figura 3. Arquitectura do projecto VoIP@IPB.

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.

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*: implementado sobre uma VLAN própria, com activação de mecanismos de QoS de nível 2 ao longo de toda a infra-estrutura de suporte a este serviço. Estará 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 (*hard-phones* SIP ligados à rede cablada ou à rede Wi-Fi), 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).

4.3. Estado actual

O projecto VoIP@IPB foi iniciado em Maio de 2005, prevendo-se a conclusão da sua implementação em Dezembro deste mesmo ano. Actualmente está em operação um Servidor SIP (SER, versão 0.9.0), que actua como *registrar* e *proxy* entre terminais SIP.

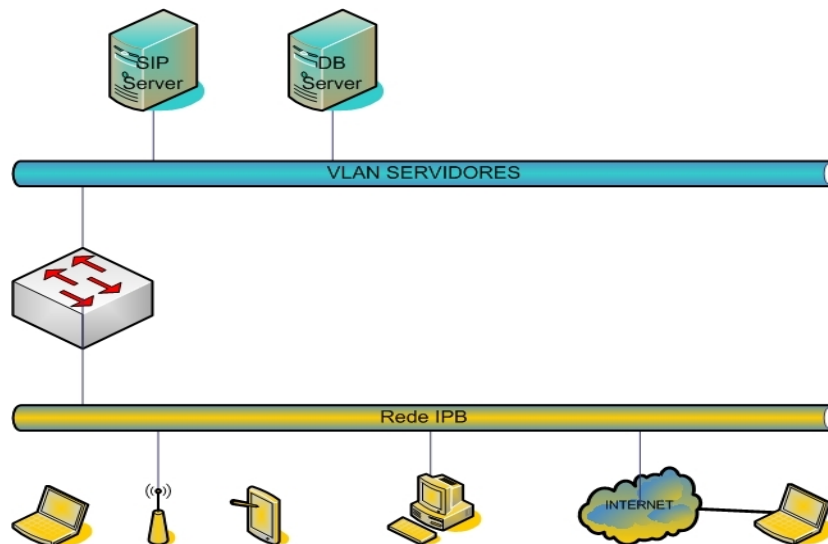


Figura 4. Estado de implementação actual do projecto VoIP@IPB.

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

Encontra-se em fase de instalação o PBX *Asterisk*, com o qual se prevê efectuar a ligação à rede interna e à PSTN, bem como disponibilizar os serviços adicionais previstos.

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 (ver figura seguinte).



Configuração do serviço de VoIP

Activação do serviço de VoIP

Serviço Activo

Nome de Utilizador: nuno
Endereço SIP: nuno@ipb.pt
Palavra-Passe: *****

Consulte as instruções sobre a utilização do VoIP [aqui](#).

Notificações

Receber notificações de Chamada Perdida no e-mail

Figura 5. Activação do serviço VoIP@IPB por parte dos utilizadores.

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;

Total de Utilizadores Aderentes: 27
 Total de Utilizadores Online: 9

Mostrando registos de 0-27 / 27 | 40 registos por página

Nome	Endereço SIP	Data de Adesão	Estado
Alfredo Teixeira	teixeira@ipb.pt	2005-06-24	Online
Antonio Alves	afalves@ipb.pt	2005-06-22	Offline
Antonio Reais	reais@ipb.pt	2005-06-22	Online
Arlindo Santos	acsantos@ipb.pt	2005-06-21	Offline
Carla Guerreiro	carlaguerreiro@ipb.pt	2005-05-29	Offline
Carlos Cunha	crc@ipb.pt	2005-05-04	Offline
Eduardo Costa	raposo@ipb.pt	2005-04-08	Online
Filipe Sousa	filipe@ipb.pt	2005-06-24	Offline
Joao Barros	jabarros@ipb.pt	2005-05-12	Offline
Joao Gomes	jpgomes@ipb.pt	2005-06-23	Online
Joao Paulo	jpaulo@ipb.pt	2005-04-20	Online
Joao Pereira	jprp@ipb.pt	2005-06-24	Offline
Jorge Sampaio	hsampaio@ipb.pt	2005-06-24	Online
Jose Fernandes	jef@ipb.pt	2005-06-21	Offline
Leonardo Maia	maia@ipb.pt	2005-06-21	Offline
Luis Lobo	ellobo@ipb.pt	2005-06-06	Offline
Luis Silvestre	lms@ipb.pt	2005-04-08	Online
Luisa Jorge	ljorge@ipb.pt	2005-06-22	Offline
Nuno Carvalho	nc@ipb.pt	2005-06-06	Offline
Nuno Rodrigues	nuno@ipb.pt	2005-04-08	Online
Paulo Gomes	paulogomes@ipb.pt	2005-06-21	Offline
Pedro Bastos	bastos@ipb.pt	2005-06-21	Offline
Pedro Rodrigues	pedror@ipb.pt	2005-05-15	Offline
Sergio Vale	seq7@ipb.pt	2005-06-24	Online
Telma Neto	telmaneto@ipb.pt	2005-05-22	Offline
Vanda Santos	vsantos@ipb.pt	2005-05-12	Offline

Figura 6. Agenda online.

- 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.

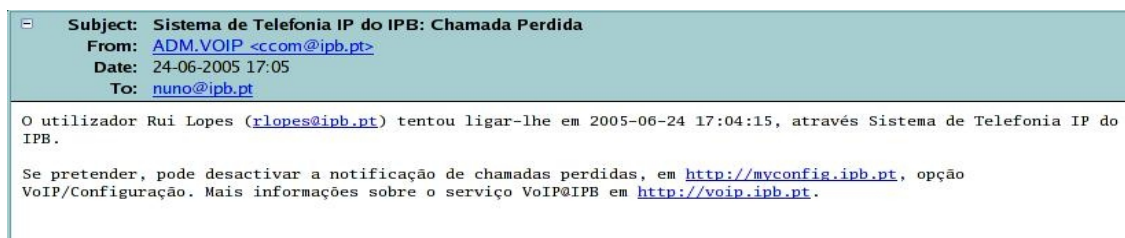


Figura 7. Exemplo de mensagem de notificação de chamada perdida.

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.

4.4. Próximos passos

Os desenvolvimentos próximos do projecto passam pela implementação de um conjunto de itens delineados nos objectivos iniciais. Entre outros, destacam-se:

- Alargamento do Serviço a todos os utilizadores do IPB
 - Disponibilização de endereço SIP a todos os alunos do IPB no início do próximo ano lectivo;
- Disponibilização de voicemail integrado com e-mail e outros serviços complementares;
- Interligação com a rede telefónica interna e 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*.

4.5. Custos associados ao projecto

Um dos objectivos do presente projecto passa pela experimentação de tecnologia e disponibilização de novos serviços a uma comunidade de utilizadores, minimizando simultaneamente o esforço financeiro necessário à sua implementação. Também por este motivo (mas não só), a opção recaiu sobre ferramentas de utilização gratuita e *opensource*, em detrimento da aquisição de uma solução comercial do tipo “chave-na-mão”.

Assim, o investimento necessário à sua implementação divide-se em três componentes:

- hardware para Servidores: Nesta fase de implementação, o Proxy SIP, Base de Dados e *Asterisk* foram implementados num PC de arquitectura Intel, com processador Pentium IV a 2,8 Ghz, 512 MB de memória RAM e 60 GB de disco rígido (custo aproximado de 1000€). A conexão com o PBX da instituição será realizada com recurso a uma placa PCI Diva Server 4BRI-8M, que suporta até oito canais simultâneos (em fase de aquisição). O custo de mercado desta placa ronda os 1600€.
- equipamento cliente: quando o serviço é utilizado com recurso a *softphones*, o investimento no equipamento cliente é mínimo, limitando-se a *headphones* ou *handphones*. Quando o acesso é efectuado por intermédio de equipamentos dedicados (*hardphones*), o respectivo custo já se torna relevante. Dependendo das

funcionalidades suportadas, encontram-se equipamentos VOIP actualmente no mercado (*wired* e *wireless*) com valores que começam nos 100€.

- recursos humanos: o projecto tem vindo a ser desenvolvido com recurso à equipa técnica do Centro de Comunicações do IPB, não implicando desta forma um acréscimo de custos imediato com esta rubrica.

Durante o desenvolvimento do projecto será feita uma análise de custos/benefícios mais aprofundada, com base na qual se decidirão os caminhos futuros do mesmo.

V. 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, nomeadamente a interligação com a rede telefónica interna e a PSTN, 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 do IPB;
- uma redução significativa de custos a médio prazo, se a utilização do serviço de generalizar, não só no IPB, mas por outras instituições, nomeadamente junto da comunidade académica nacional;

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