



Projecto

Mestrado em Computação Móvel

TRANSPARENT CALL

Carlos Manuel Gonçalves Antunes

Leiria, *Dezembro de 2010*



Projecto

Mestrado em Computação Móvel

TRANSPARENT CALL

Carlos Manuel Gonçalves Antunes

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Carlos Rabadão, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria e co-orientação do Doutor António Pereira, Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria.

Leiria, *Dezembro* de 2010

Agradecimentos

Quero expressar os meus agradecimentos a todas as pessoas e instituições que, directa e indirectamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Começo com o meu profundo agradecimento aos Professores Doutores António Pereira e Carlos Rabadão pela orientação, pelo incentivo, entusiasmo, motivação e todo o apoio prestados ao longo do processo de desenvolvimento deste trabalho, sem os quais seria impossível concluí-lo com sucesso.

Agradeço também ao grupo de trabalho do Centro de Informática e Sistemas da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria (ESTG-IPLEIRIA) pelo apoio e disponibilidade sempre demonstrados, e pelos meios e condições que colocaram ao meu dispor para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, um enorme obrigado pela presença e apoio nos momentos mais complicados ao longo deste percurso, principalmente ao Francisco e ao Hugo, ao qual devo o agradecimento de me ter dado força em alguns momentos mais críticos, e me terem sido bons suportes para a realização do projecto.

Por fim, nunca conseguirei expressar todo o meu agradecimento pelo apoio, paciência e compreensão que recebi da minha mulher Verónica e dos meus pais ao longo de toda esta difícil jornada, bem como, a força necessária à continuação deste trabalho, sobretudo nos momentos mais difíceis.

Resumo

A sociedade global atravessa uma era de grandes transformações tanto a nível científico e tecnológico com comunicacional e de relacionamento interpessoal, com inevitável reflexo nos comportamentos das populações e nos seus horizontes evolutivos.

É de extrema importância realçar o papel fundamental que a informação e a potenciação da sua capacidade de circulação, tem vindo a desempenhar, determinando desta forma a rapidez na resolução de projectos de carácter inovador e interesse universal. Assim, o homem possibilita-se trabalhar, pesquisar e acompanhar em tempo real, com qualquer entidade, grupo de trabalho ou pessoa individual em qualquer parte do mundo, independentemente da sua localização e sem quaisquer restrições de serviço ou transtorno de mobilidade. Convergindo numa só linha de objectivos unidireccional, avança a passos largos na razão das suas necessidades, muito para além das carências mais imediatas e em discordância com algum do seu passado, designadamente nos patamares biológico, bio-sensorial e inter-relacional. Todas estas realidades adquirem agora uma nova dimensão.

A economia descobriu na ciência um importante aliado que, através do estudo e análise de mercado permanentes e ao constante desejo que o ser humano tem de se superar, enfatizando o seu carácter inovador e vanguardista, tem o poder de projectar na sua sociedade alvo, produtos e serviços que rapidamente se tornam elementos imprescindíveis no dia-a-dia de cada um. Esta associação representa um ciclo vicioso, de eficácia atroz,

em que o aumento de capital comercial pelas vendas, resulta e justifica um aumento de investimento na investigação, desenvolvimento e inovação para ciclicamente aumentar o volume de vendas e que assim propicia e engrandece a continuação do ciclo.

A comunicação e interacção dentro da comunidade científica a nível mundial, acompanhada pela melhoria de equipamentos e aumento em quantidade e qualidade de serviços ao seu dispor, traduz-se numa união de esforços global em torno do mesmo fim, através da constante partilha de esforços, passos e descobertas concretizadas, seja em qual for o campo de actuação.

As formas de comunicar sofrem, todos os dias, mudanças significativas no sentido de melhorar cada vez mais a sua eficiência e de reduzir os seus enormes custos para os utilizadores. A crise que nos assola, promovida pelo sistema capitalistas que recentemente se mostrou inviável e socialmente comprometedor, despertou o homem, para a consciencialização da necessidade de racionalização de gastos, muitas vezes ao seu alcance sem a necessidade de prescindir de quaisquer bens ou serviços, utilizando os seus recursos de forma racional e economicamente viável.

Os custos associados à tecnologia de ponta insurgem-se como verdadeiras barreiras para a inovação, por vezes monetariamente intransponíveis. Por outro lado, a grande oferta de recursos físicos assentes em diferentes raciocínios lógicos, permitindo personalizar o produto consoante as necessidades do cliente, tem a capacidade de “cegar” o mercado para as linhas de pensamento mais simples e eficazes, cujos objectivos tocam o, cada vez mais relevante, factor economicista, tanto primário, com a aquisição dos equipamentos, como recorrente, através da subscrição, utilização e esgotamento das potencialidades dos serviços.

O projecto “Transparent Call” a que me proponho, é ambicioso ao ponto de querer quebrar com paradigmas vigentes em matéria de comunicação móvel e racionalização de meios que se intenta traduzir num serviço de fiabilidade, eficiência e poupança asseguradas.

De uma forma muito sucinta, o que se pretende é o desenvolvimento de uma solução integrada, que permitirá, tanto a equipamentos móveis como a equipamentos que não disponham de acesso a rede IP possam comunicar utilizando a VoIP e beneficiando de todas as suas vantagens; Para isso irá ser analisada a possibilidade do desenvolvimento de um “*proxy*” VoIP.

Abstract

The global society experiences an era of major transformations in terms of communication and interpersonal skills either at scientific and technological levels, with necessary reflection on the conduct of people and evolutionary horizons.

It is extremely important to highlight the fundamental role of information and its enhanced ability to circulate, has been acquitting, determining the efficiency in the resolution of innovative projects and universal interest. Thus, the man allows himself to work, search and monitor in real time, with any entity, workgroup or individual person anywhere in the world, regardless of their location and without any restrictions on service or mobility nuisance. Converging on a single line of unidirectional objectives, largely evolving in needs satisfaction, beyond the most immediate needs and in disagreement with some of his past, particularly in the biological, bio-sensor and inter-relational levels. All these realities now acquire a new dimension.

Economics had discovered in Science an important ally, through constant market study and analysis and the constant desire that human beings have to overcome themselves, emphasizing its vanguardist and innovative nature, has the power to project in its target society, products and services that quickly become daily indispensable elements per each one.

This association represents a vicious cycle, of atrocious efficiency, in which the increase of commercial capital through sales, results and justifies an increase of investment in research, development and innovation to cyclically increase sales volume and thus promotes and enhances the continuation of cycle.

The communication and interaction within the worldwide scientific community, accompanied by the improvement of equipment and increase in quantity and quality of services available to them, results into a union of global efforts around the same goal, through constant efforts share, steps and concrete findings, independently of the field of activity.

The communication forms are significantly changing in order to constantly improve their efficiency and reduce their enormous costs to users. The current crisis, promoted by the capitalist system, has recently proved to be unfeasible and socially compromising, it aroused man to build awareness of the need to rationalize expenditures, often at its possibilities without the need to dispense any goods or services using their resources in a rational and economically viable way.

The costs associated with cutting edge technology act as real barriers to innovation, sometimes monetarily inaccessible. On other hand, the large supply of physical resources based on different logical reasoning, allowing to customize the product according to customer needs, has the ability to "mask" the market for lines of thought more simple and effective, which objectives are focused into the economicist factor, primarily with the acquisition of the equipments and recurrently through the subscription, use and exhaustion of the services potential.

The project "Transparent Call", which I am proposing to accomplish, is ambitious to the point of wanting to answer the existing paradigms in the field of mobile communication and resources rationalization that is intended to originate a reliable, efficient and inexpensive service.

In a sort brief, it is intended to develop an integrated solution that will allow both the mobile equipment as the equipment which do not have access to the IP network can communicate using VoIP, and benefitting from all its

advantages; To do this will be investigated whether the development of a "proxy" VoIP.

Índice

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	III
ABSTRACT	VII
ÍNDICE	XI
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE TABELAS.....	XVII
LISTA DE ACRÓNIMOS	XIX
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. FUNDAMENTAÇÃO.....	1
1.2. OBJECTIVOS.....	5
1.3. MOTIVAÇÃO.....	7
1.4. ESTRUTURA DA TESE.....	7
2. CONCEITOS.....	11
2.1. VOIP.....	11
2.1.1. ALGUMAS CARACTERÍSTICAS.....	14
2.1.2. COMO A VOIP PROCESSA UMA CHAMADA DE VOZ TÍPICA.....	17
2.1.3. COMUNICAÇÃO TELEFONE E PC.....	18
2.1.4. LIGAÇÃO PRIVADAS.....	19
2.1.5. PROTOCOLO H.323.....	20
2.1.5.1. COMPONENTES H.323.....	20
2.1.5.2. PADRÃO H.323.....	23
2.1.5.3. PROCEDIMENTOS H.323.....	25
2.1.6. PROTOCOLO SIP.....	28
2.1.1. SDP.....	31
2.1.2. MGCP.....	32
2.1.3. PARA ALÉM DOS SERVIÇOS DE VOZ.....	32
2.1.4. SÍNTESE VOIP.....	33
2.2. GSM.....	35
2.2.1. ARQUITECTURA DA REDE GSM.....	37
2.2.1.1. SUBSISTEMA DE COMUTAÇÃO.....	39
2.2.1.2. SUBSISTEMA DAS ESTAÇÕES BASE.....	41
2.2.1.3. ESTAÇÃO MÓVEL.....	42
2.2.1.4. ÁREAS DAS REDES GSM.....	42
2.2.1.5. INTERFACE RÁDIO.....	44
2.2.2. SERVIÇOS.....	44
2.2.3. FUNÇÕES.....	46

2.2.4.	INTERFACE RÁDIO	50
2.2.4.1.	FREQUÊNCIAS UTILIZADAS	51
2.2.5.	CENÁRIOS DE CHAMADAS	52
2.2.6.	SÍNTESE	54
2.3.	PROJECTOS RELACIONADOS	55
3.	ARQUITECTURA	57
3.1.	ARQUITECTURA CLIENTE	61
3.2.	ARQUITECTURA SERVIDOR	61
3.2.1.	TÚNEL DE ENTRADA & IVR	62
3.2.2.	REDIRECCIONAMENTO & PIN LIST	62
3.2.3.	REGRAS DE SAÍDA & TÚNEL DE SAÍDA	63
4.	IMPLEMENTAÇÃO	65
4.1.	IMPLEMENTAÇÃO DO TESTADOR	65
4.1.1.	LINGUAGEM JAVA	66
4.1.1.1.	J2ME	67
4.1.1.1.1.	API's	69
4.1.2.	NETBEANS IDE	70
4.2.	SERVIDOR VOIP	74
4.3.	MÓDULO DE CENTRAL DE ATENDIMENTO	80
4.3.1.	INSTALAÇÃO	81
4.4.	VOIP SOFTWARE	82
4.5.	IMPLEMENTAÇÃO & CONFIGURAÇÃO DO SERVIDOR VOIP	84
4.5.1.	CONFIGURAÇÃO TÚNEIS	85
4.5.2.	CONFIGURAÇÃO REGRAS DE SAÍDA	87
4.5.3.	CONFIGURAÇÃO REGRAS DE ENTRADA	88
4.5.4.	CONFIGURAÇÃO AUTENTICAÇÃO	90
4.5.5.	RECEPCIONISTA DIGITAL	92
4.6.	APLICAÇÃO MÓVEL	99
4.6.1.	DESENHO APLICAÇÃO	100
4.6.2.	PROGRAMAÇÃO	102
4.6.3.	APLICAÇÃO	103
4.7.	OUTRAS APLICAÇÕES	104
4.7.1.	APLICAÇÃO PSTN	105
5.	TESTES	109
5.1.	TESTES SERVIDOR	109
5.1.1.	COMUNICAÇÕES INTERNAS	110
5.1.2.	COMUNICAÇÕES EXTERNAS	111
5.1.3.	LOG's & TRÁFEGO	112
5.2.	TESTES DA APLICAÇÃO MÓVEL	116
6.	CONCLUSÕES	117
6.1.	CONCLUSÕES DO TRABALHO REALIZADO	117
6.2.	TRABALHOS FUTUROS	119

7.	BIBLIOGRAFIA.....	121
	ANEXOS	125
	ANEXO 1 - CANDIDATURA E PROPOSTA DE TESE	
	ANEXO 2 - PLANEAMENTO DOS TRABALHOS	
	ANEXO 3 - VOIP (INFORMAÇÃO ADICIONAL)	
	ANEXO 4 - GSM (INFORMAÇÃO ADICIONAL)	
	ANEXO 5 - CÓDIGO SOFTWARE (EXISTE FUNÇÕES PROPRIETÁRIAS)	
	ANEXO 6 - LIVROS APOIO	
	ANEXO 7 - TESTES REDE	
	ANEXO 8 - LOG'S LIGAÇÕES	

Lista de Figuras

Figura 1 – Arquitectura PC a PC	2
Figura 2 – Arquitectura PC a Telefone	3
Figura 3 – Arquitectura Telefone a Telefone	4
Figura 4 - Arquitectura Representativa do Projecto em Questão	6
Figura 5 – Ambiente Convencional das Comunicações Empresariais	13
Figura 6 – Ambiente genérico das comunicações empresariais com VoIP	13
Figura 7 – H.323 - Terminal	21
Figura 8 – H.323 – Componentes da Arquitectura	22
Figura 9 – H.323 – Pilha Protocolar	24
Figura 10 – H.323 Procedimentos	27
Figura 11 – Sip – Exemplo Ligação	30
Figura 12 - Cenário da Composição Base e Funcionamento de uma Rede com Tecnologia GSM	38
Figura 13 – Arquitectura Rede GSM	40
Figura 14 – Áreas de Abrangência	43
Figura 15 – Cenário de Estabelecimento de Ligação	53
Figura 16 – Solução a implementar	58
Figura 17 – Arquitectura Modelar da Solução	59
Figura 18 – Comparação entre Soluções <i>opensource</i> PBX's	79
Figura 19 – Carregamento do Modulo de Call Center	81
Figura 20 – Escolha Trunk	85
Figura 21 – Configuração Trunk Sip	86
Figura 22 – Configuração da Rota Saida	88
Figura 23 – Configuração Rota de Entrada	89
Figura 24 – Configuração da Pin List	91
Figura 25 – Configuração das Palavras-chaves	91
Figura 26 – Relatório de Chamadas	93

Figura 27 – Lista de bases de dados criadas pelo Elastix	94
Figura 28 – Base de dados Call Center	94
Figura 29 – Base de dados asterisk	95
Figura 30 – Extracto Log de Reencaminhamento	96
Figura 31 – Registo Configuração DISA para	96
Figura 32 – Configuração DISA para obtenção de Linha	97
Figura 33 – Relatório de Chamadas com Reencaminhamento Automáticas	97
Figura 34 – Configuração IVR	98
Figura 35 – Diagrama da Aplicação	101
Figura 36 – Escalonamento em módulos	102
Figura 37 – Menu de Autenticação	103
Figura 38 – Menu de escolha de método	103
Figura 39 – Escolha Lista Telefónica	104
Figura 40 – Escolha Numero a partir da Lista	104
Figura 41 – Configuração do trunk zap	105
Figura 42 – Configuração da Rota Saída	106
Figura 43 – Relatórios do Elastix	114
Figura 44 – Relatório de Comunicações externas redireccionadas	114
Figura 45 – Relatório de Comunicações internas e redireccionamentos efectuados pela recepcionista	115

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tecnologias Associadas	37
Tabela 2 – Tabela Arquitetural da Solução	60
Tabela 3 - Tabela de comparativa de Softphones	82

Lista de Acrónimos

AuC	Authentication Center
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
DSP	Digital signal processor
DTMF	Dual-Tone Multi-Frequency
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FTP	File Transfer Protocol
GSM	Global System for Mobile Communications
HLR	Home Location Register
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IP	Internet Protocol
IPv4	Internet Protocol version 4
IPv6	Internet Protocol version 6
ISP	Internet Service Provider
IVR	Interactive Voice Responce
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
MSC	Mobile Switching Center
OSI	Open Systems Interconnection
PABX	<i>Private Automatic Branch Exchange</i>
PBX	<i>Private Branch Exchange</i>
PSTN	Public switched telephone network
QoS	Quality of Service
SIM	Subscriber Identity Module
TDMA	Time Division Multiple Access

TCP	Transmission Control Protocol
ToS	Type of Service
VLR	Visitor Location Register
VoIP	Voice over Internet Protocol
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network

1. Introdução

Passada uma década sobre a transição para o século XXI, deparamo-nos com uma realidade social, económica e vanguardista que ultrapassa em muito o esperado, sobretudo em termos inventivos e comunicacionais.

Com base na tecnologia VoIP (*Voice over Internet Protocol*), um sistema que permite ao utilizador estabelecer chamadas telefónicas através de uma rede de dados como a *Internet*, convertendo um sinal de voz analógico num conjunto de sinais digitais, sob a forma de pacotes com endereçamento IP, e que são convertidos novamente em áudio no terminal de destino, é assim permitida a evolução para um novo patamar a nível da comunicação.

1.1. Fundamentação

Nos dias que correm, umas das grandes preocupações das empresas é a redução de custos, para lhes permitir lançar para o mercado produtos e serviços a preços competitivos;

Transparent Call - Introdução

Como já é do conhecimento geral, o VoIP permite a redução de custos nas comunicações, nos sistemas que suportam comunicação digital, mas com este projecto queremos ir mais longe, permitindo que todo o tipo de equipamentos (analógicos e digitais) tenham acesso a comunicações com tarifas reduzidas.

Actualmente é necessária a utilização de um computador pessoal (PC) equipado com microfone e auscultadores, um telefone IP ou um telefone ligado a um adaptador IP (ATA – *Analog Telephone Adapter*), utilizando uma das três seguintes arquitecturas:

- PC - a - PC – Em que o computador Pessoal (PC) necessita de ter instalado um programa de um prestador de serviço VoIP, e em que o solicitador ou origem da chamada tem que conhecer o IP do seu correspondente de destino para que a ligação se estabeleça (figura 1).

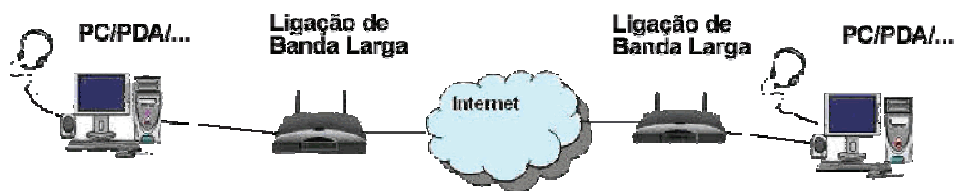


Figura 1 – Arquitectura PC a PC ⁽¹⁾

⁽¹⁾Retirado do Livro Asterisk handbook

Transparent Call

- PC - a - Telefone – À semelhança do anterior, o PC deve ter instalado um programa através do qual seja possível marcar o número do qual pretende ligar-se, ou utilizar um telefone IP, ou ainda um telefone analógico com adaptador ATA, sendo que o telefone de destino deve estar equipado com tecnologia que também permita receber chamadas VoIP (figura 2).

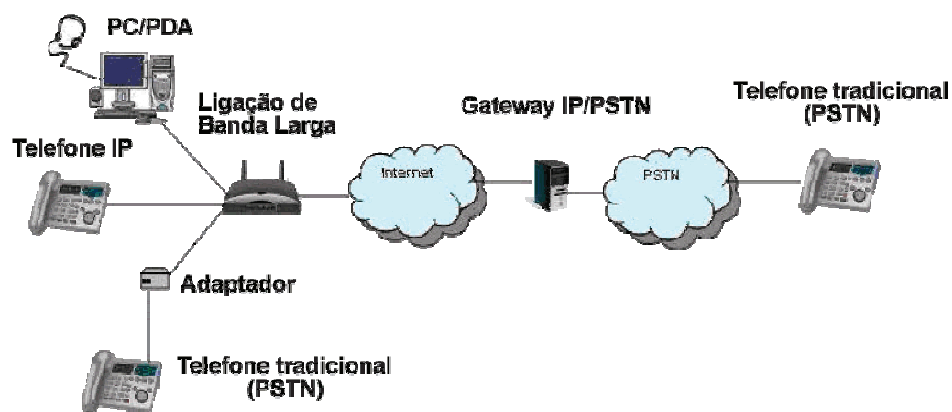


Figura 2 – Arquitectura PC a Telefone ⁽¹⁾

- Telefone - a - Telefone – Este tipo de arquitectura permite a realização de chamadas da forma comum, visto ambos os telefones possuírem tecnologia VoIP, estabelecendo-se uma ligação directa sem necessidade de ligar o PC (figura 3).

⁽¹⁾Retirado do Livro Asterisk handbook

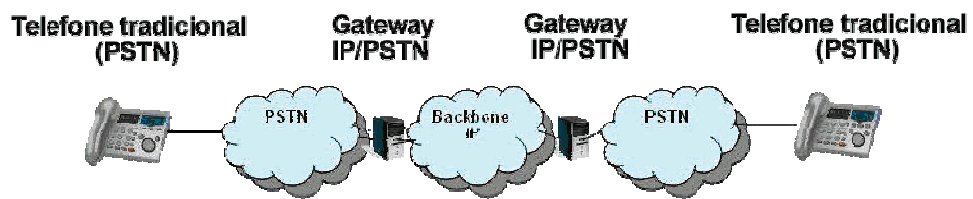


Figura 3 – Arquitectura Telefone a Telefone ⁽¹⁾

Fazendo jus à necessidade de flexibilidade económica com base nos estudos das diversas modalidades dos recursos comunicacionais já existentes, surge a materialização de um projecto que conjuga as potencialidades da *Internet*, como serviço de troca global de informação sob a forma de pacotes de dados, com o serviço VoIP, como tradutor do som analógico ou da comunicação por circuitos em pacotes IP capazes de circular através da rede, e com o sistema GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis) indispensável para a troca de dados de forma digital a grandes distâncias, com vista à autenticação, validação e transmissão de dados entre o terminal móvel e o servidor que promove o serviço de *Internet*.

⁽¹⁾Retirado do Livro Asterisk handbook

1.2. Objectivos

Após a análise da fundamentação (cap. 1.1), é pertinente questionar:

- E para os Equipamentos Móveis?
- E para quando não existe acesso a rede IP?
- E quando não se pretende investir em novo equipamento?

São três questões pertinentes, para as quais o mercado ainda não possui soluções comerciais de relevo e, que servirão de base e fundamentação para o desenvolvimento do projecto a que me proponho.

Como principais objectivos deste projecto temos; O estudo, levantamento de requisitos, proposta de arquitectura, validação de conceitos e implementação de um demonstrador: Demonstrador esse que nos proporcione um serviço *low cost* que permita realizar chamadas VoIP através de um terminal móvel comum, preparado com uma aplicação JAVA universal, concebida para o efeito, que ao autenticar o IMEI(*International Mobile Equipment Identity*) e o SIM(*Subscriber Identity Module*) de origem do pedido no servidor do serviço, também munido de um IMEI e de um SIM da mesma rede móvel, utiliza o sistema GSM e promove a ligação VoIP a partir deste para o destino solicitado.

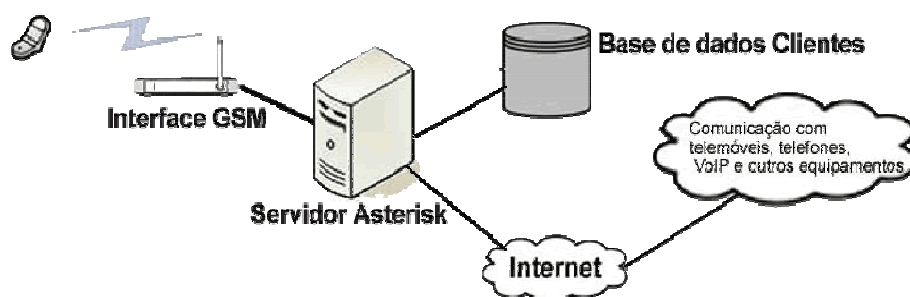


Figura 4 - Arquitectura Representativa do Projecto em Questão

Ao utilizador, bastará marcar um código (a definir) antes do número do terminal pretendido. Esta ligação primária processa-se sob os protocolos de ligações móveis comuns e é assente nos tarifários de baixo custo que um determinado operador móvel define dentro da sua rede. O código gera um pedido de chamada VoIP ao servidor que aloja o segundo SIM e o serviço de *Internet* que, depois de validado pela base de dados dos números autorizados a utilizar este tipo de ligação, inicia uma chamada VoIP para o terminal requerido. Caso o utilizador não marque previamente o código definido, a chamada realizar-se-á nos trâmites normais de uma chamada móvel, naturalmente sujeita ao tarifário imposto pelo operador.

O custo final de cada operação é determinado pela capacidade de tráfego do serviço de *Internet* (limitado ou ilimitado) e pela sua tarifa, assim como pelo custo da chamada primária entre IMEI. A única restrição deste serviço encontra-se na acessibilidade dos vários terminais registados em simultâneo, uma vez que este, nestes moldes, apenas permite uma ligação primária activa.

Esta funcionalidade não incorre em qualquer tipo de irregularidade legal, podendo vir a ser utilizada por pessoas, tanto em contexto individual como associado, ou entidades diversas.

1.3. Motivação

No contexto da realização do mestrado em computação móvel, foi proposto o desenvolvimento de projectos de carácter inovador e que se apliquem a soluções móveis.

Propus então um projecto sobre o qual já vinha a ter algumas ideias a algum tempo a esta parte, e que poderá revolucionar os sistemas de comunicação móveis GSM a nível empresarial e pessoal, com principal relevância nas chamadas internacionais.

Associado ao desenvolvimento do projecto está a reserva da patente da respectiva funcionalidade desenvolvida para o efeito, o que vem elevar em muito o grau de motivação e empenho no projecto.

Em anexo (Anexo 2) está apresentado todo o planeamento de trabalhos a realizar no decorrer do projecto.

1.4. Estrutura da tese

A organização e conteúdo da presente dissertação materializam uma abordagem gradual dos trabalhos desenvolvidos no cumprimento dos objectivos definidos.

Transparent Call - Introdução

Os capítulos encontram-se organizados de forma a permitir uma compreensão progressiva, seguindo um fio condutor entre a investigação inicial até à especificação de uma solução e à exposição das considerações finais.

De notar que os capítulos podem ser consultados com algum grau de independência sem afectar determinantemente a sua interpretação.

A dissertação encontra-se segmentada em 6 capítulos apoiados por 8 anexos:

- Introdução, como capítulo 1, que incorpora toda uma descrição do início dos trabalhos, e explicação sucinta do projecto, seus objectivos e plano de trabalho;
- Capítulo 2 onde é apresentado o estado da arte e o conjunto de projectos relacionados que serviram de base de desenvolvimento;
- Capítulo 3, incorpora o estudo de requisitos, onde se descreve a arquitectura final a implementar e um pequeno estudo sobre servidores VoIP disponíveis e linguagens de programação para equipamentos móveis;
- Capítulo 4, São apresentadas as tarefas realizadas no decorrer do projecto, incluindo a implementação do testador; Face à versatilidade do projecto e a inacessibilidade ao hardware necessário, apresento outro tipo de utilização para a solução desenvolvida;
- Capítulo 5, São descritos e apresentados os resultados dos vários testes realizados no decorrer do projecto, bem como os testes finais de viabilidade do projecto;

Transparent Call

- Capítulo 6 Serão apresentadas as Conclusões retiradas no decorrer dos trabalhos e os trabalhos futuros, onde serão apresentados alguns pontos que estão pendentes para a evolução de uma solução para fins empresariais;

2. Conceitos

Para o desenvolvimento do projecto existem duas grandes tecnologias que terão de ser abordados e analisados; São eles a VoIP e o GSM.

Ambas as tecnologias irão ser interligadas e aplicadas no desenvolvimento deste projecto, e reside na capacidade de interligação destas, o sucesso deste projecto.

2.1. Voip

Os primeiros artigos sobre o assunto datam do início de 70, com a primeira experiência de transmissão de pacotes IP com áudio, entre a University of Southern Califórnia e o Massachusetts Institute of Technology, em Agosto de 1974. A primeira RFC (*Request for Comments*) sobre pacotes de voz, RFC 741, foi publicada em 1977.

VoIP significa o transporte da voz sob uma infra-estrutura IP. Esta infra-estrutura pode ser LAN ou WAN. Geralmente, quando se menciona VoIP, fala-se da integração do PABX com um gateway (router ou switch), que faz a conversão da voz tradicional para Voz sobre IP. Este conceito é um pouco

Transparent Call - Voip

diferente da Telefonia IP, em que não há mais a figura do PABX e os próprios telefones já fazem a conversão para VoIP.

A VoIP habilita o gateway (router ou switch) para o transporte de tráfego de voz (por exemplo, chamadas telefônicas e faxes) sobre uma rede IP. O suporte de voz é implantado usando-se a tecnologia de pacotes de voz (mais detalhado em 2.7.2). Na VoIP, o processador de sinais digitais (*DSP-Digital signal processor*) segmenta o sinal de voz em quadros e armazenamos em pacotes de voz. Esses pacotes de voz são depois encapsulados em protocolo IP e transportados através da rede, de acordo com protocolos específicos, como o H.323 do ITU-T (*International Telecommunications Union-Telecommunications*), também usado para a transmissão de vídeo através da rede IP. Como se trata de uma aplicação sensível a atrasos, é necessário o uso de equipamentos que suportam parâmetros de Qualidade de Serviço (QoS), além de um projecto de rede bem definido.

Para utilizar a VoIP, são necessários módulos específicos no router ou switch que possuam os processadores digitais (conhecidos como DSP's). Neste caso, chama-se ao router ou switch de gateways de voz.

Nas imagens que se seguem, são apresentados os ambientes convencionais das comunicações empresariais (fig. 5), e o ambiente de comunicação após a instalação de suporte para VoIP (fig. 6).

Transparent Call

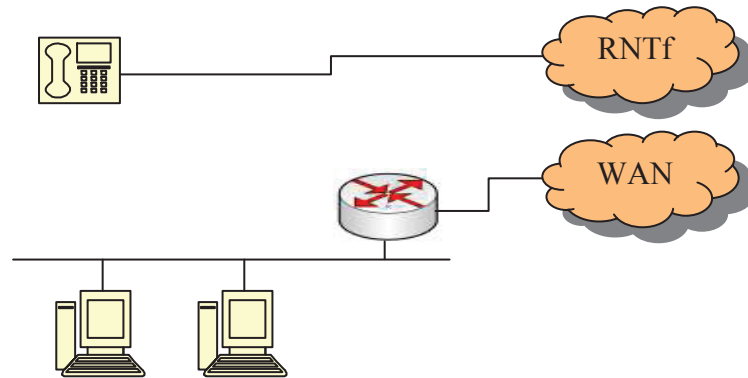


Figura 5 – Ambiente Convencional das Comunicações Empresariais

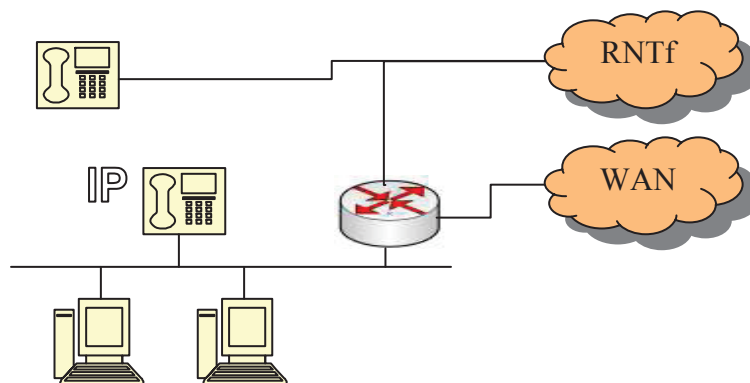


Figura 6 – Ambiente genérico das comunicações empresariais com VoIP

O Retorno de Investimento nesta tecnologia, dependendo da quantidade de tráfego de voz, é normalmente curto, e contribui em muito para a evolução tecnológica da empresa, implementando circuitos redundantes de comunicação.

2.1.1. Algumas características

Quando se pretende instalar um sistema de suporte VoIP, existem algumas características a nível de rede que deveremos ter em conta; Para além de um planeamento cuidadoso, deveremos ter em atenção à configuração de alguns dos serviços.

QoS

Datada de 1993, estas recomendações dizem respeito aos limites estabelecidos para o tempo de transmissão em um sentido:

- 0 a 150 ms - Aceitável para a maioria das aplicações;
- 150 a 400 ms - Deve ser avaliado o impacto na qualidade da aplicação;
- Acima de 400 ms - Geralmente inaceitável;

Atraso de algoritmo é o atraso gerado pelo emissor. Formação de um quadro, mais *lookahead*. O atraso total de *CODECs* é atraso de algoritmo ao tempo mais o processamento na origem e no destino. O atraso total do sistema é atraso formado pelos processos do *CODECs*, da serialização, da propagação do sinal digital, do tempo de filas internas, e do buffer para amenizar o efeito do *jitter*.

Numa chamada de um telefone tradicional, a qualidade da ligação depende do circuito orientado que a PSTN fornece com alto QoS. Numa rede IP, contudo, é "*connectionless*", utilizando o método de *packet switched* e por

Transparent Call

defeito, não fornece nem QoS nem o mesmo nível de performance e fiabilidade que a PSTN que utiliza o método de *circuit switching*. Comunicações de Voz entre duas entidades ao longo de uma rede IP envolvem muitas vezes muitos saltos na rede, tais como gateway H.323 e routers IP. Um delay de um só sentido *end-to-end* de mais de 150 milissegundos (ms) é geralmente muito longo. Para alcançar boas performances e fiabilidade nas aplicações VoIP, o QoS deve ser desenvolvido e implementado na sua rede antes de desenvolver qualquer tipo de solução VoIP.

Qualidade de Serviço (*Quality of Service*), é uma tecnologia que permite parametrizar o tráfego da rede e garante a entrega de dados a tempo para aplicações sensíveis ao tempo (aplicações VoIP, por exemplo).

Firewalls

Firewall, ou conjunto de regras a serem verificadas com vista a protecção do sistema em causa, deverá ser cuidadosamente pensada com vista a suportar comunicações VoIP.

Quando o desenvolvimento da VoIP inclui firewalls (ex., uma aplicação VoIP entre intranet e Internet), precisa-se utilizar firewalls que suportem VoIP (ex., suportar H.323 se a aplicação for uma aplicação H.323). Uma aplicação H.323 negocia muitas vezes dinamicamente portos TCP e UDP para utilizar durante o estabelecimento de uma chamada. Esta característica é muito diferente de outras aplicações IP.

Por este motivo, são geralmente utilizadas regras dinâmicas, com vista a suportar tais comunicações.

NAT

Normalmente associada e incorporada juntamente com as firewalls, muitas empresas utilizam o *Network Address Translation* (NAT) para mapear endereços IP públicos e privados e por forma a permitir o acesso da sua rede a Internet. Uma aplicação H.323 pode falhar quando passar ao longo do NAT porque a aplicação pode repetir o endereço IP destinatário nos seus *payloads*. Se a NAT não estiver devidamente configurada por forma a suportar comunicações H.323, não poderá converter o endereço no *payload* da aplicação no instante da conversão do endereço no cabeçalho do pacote IP.

PABX

Muitas empresas possuem equipas distintas para a rede de voz e para a rede de dados. Muitos engenheiros e gestores da rede IP não estão familiarizados com o sistema de voz da sua empresa.

Para integrar melhor a rede de voz na rede IP, é necessário perceber o conceito do PABX da empresa e dos circuitos de rede analógicos e digitais. Com um profundo conhecimento dos sistemas de voz, pode-se escolher assertivamente produtos de VoIP, tais como uma gateway que suporte o tipo de protocolo de rede do seu PABX. É de todo útil e vantajoso para as empresas, possuir as equipas de rede e de voz interligadas.

2.1.2. Como a VoIP processa uma chamada de voz típica

Antes de implementar qualquer tipo de solução VoIP, é necessário entender o que acontece com uma aplicação aquando de uma chamada VoIP.

Genericamente, o fluxo de uma chamada entre duas partes usando a VoIP é o seguinte:

1. O utilizador levanta o microfone, ocorre de imediato a sinalização que indica telefone fora do gancho para a parte da aplicação sinalizadora da VoIP.
2. A parte de aplicação da sessão da VoIP emite um sinal de marcação e aguarda que o utilizador marque um número de telefone.
3. O utilizador marca o número de destino, esses dígitos são acumulados e armazenados pela aplicação da sessão.
4. O gateway compara os dígitos acumulados com os números programados e, quando há uma coincidência, ele mapeia o número marcado com o endereço IP do gateway de destino.
5. A aplicação de sessão roda então o protocolo de sessão H.245 sobre TCP, para estabelecer um canal de transmissão e recepção para cada direcção através da rede IP. Se a chamada estiver a ser realizada por um PBX, o gateway troca sinalização (analógica ou digital) com o PABX, informando o estado da ligação (envio de ring, ocupado, etc.).
6. Se o número de destino atender a ligação é estabelecido um fluxo RTP sobre UDP entre o gateway de origem e destino.
7. Os esquemas de compressão do codificador-decodificador (CODECs)

são activados para ambas as extremidades da ligação - e a conversação prossegue usando o RTP/UDP/IP (Real-Time Transport Protocol/User Datagram Protocol/Internet Protocol) como pilha de protocolos.

8. Quaisquer indicações de estabelecimento de chamada (ou outros sinais) cruzam o caminho da voz assim que um fluxo da mesma for estabelecido. Após completada a chamada, podem-se enviar sinalizações dentro da banda como por exemplo sinais DTMF (frequências de tons) para activação de equipamentos como Unidade de Resposta Audível (URA).

9. Quando qualquer das extremidades da chamada desligar, a sessão é encerrada. Cada uma das extremidades, torna-se então disponível, aguardando a próxima condição de "fora do gancho" para iniciar outro estabelecimento de chamada.

2.1.3. Comunicação Telefone e PC

Podem-se permitir comunicações de voz entre os telefones tradicionais na PSTN e PC's que se encontrem numa rede IP ligando-a à rede PSTN através de uma gateway IP-PSTN, como mostra a figura 2 (pag. 3). O gateway interpreta os protocolos e as informações de voz provenientes das duas redes. Com esta configuração, um utilizador de PC pode utilizá-lo como sendo um equipamento telefónico, bastando para isso utilizar software específico. A cobrança da ligação é baseada na distância entre o gateway e o destino.

Transparent Call

Os utilizadores de Internet podem ainda receber chamadas telefónicas directamente nos seus PC's. Por exemplo, muitos dos utilizadores de Internet são utilizadores *dial-up* que têm apenas uma linha telefónica.

O utilizador de PC utiliza um microfone e um altifalante para falar e ouvir. Quando o utilizador PSTN telefona para o utilizador de Internet, o utilizador PSTN telefona para uma *gateway itRings*, depois introduz o número de telefone do utilizador de Internet. A *gateway itRings*, liga a PSTN e Internet estabelecendo comunicação entre ambos os utilizadores.

2.1.4. Ligação Privadas

Para lidar com comunicações de voz internas de escritório e entre escritórios, a empresa terá de ter os seus próprios PBX's distribuídos ao longo de diferentes localizações e filiais. Tradicionalmente, eram utilizadas linhas dedicadas, de operadores de telecomunicações para interligar os PBXs. Para reduzir os custos e consolidar as facilidades da rede, pode-se utilizar a sua rede IP para interligar esses PBXs. Na figura7 (pag.21), os gateways IP-PSTN interligam o PBX a cada uma das duas localizações para a rede de dados IP. Desta maneira, partilham-se voz e dados na mesma rede. A gateway IP-PSTN comprime frequentemente as chamadas de voz (ex., de 64Kbps a 8Kbps), o que reduz os requisitos de largura de banda na rede de dados. A implementação da gateway IP-PSTN é um aparelho dedicado ou uma parte integral do PBX. Se um PBX incluir a funcionalidade gateway IP-PSTN, é frequentemente denominado um PBX IP ou aparelho iPBX.

2.1.5. Protocolo H.323

Referenciando outras recomendações ITU-T e até o protocolo RTP (*Real-Time Transport Protocol*) do IETF, o H.323 é um protocolo que basicamente, se destina à transmissão de voz em ambiente com uma ou mais redes locais.

Actualmente caiu em desuso, fruto do surgimento de outros protocolos que tiveram grande aceitação junto da comunidade IP; No entanto iremos aprofundar os seus conceitos e funcionamento, pois serviu de base a esses novos protocolos imergentes (SIP e MGCP).

2.1.5.1. Componentes H.323

O padrão H.323 engloba quatro componentes: terminais, gateways, *gatekeepers*, e *Multipoint Control Units* (MCU's). Juntos, estes componentes podem oferecer comunicações multimédia ponto-a-ponto e ponto-a-multiponto.

Um terminal H.323 fornece comunicações em tempo real com outros terminais suportando voz e vídeo opcional e comunicações de dados. O terminal pode ser um PC-base de telefone, um aparelho solitário (ex., um telefone IP), ou uma aplicação a correr num PC. Terminais H.323 são compatíveis com outros terminais H.32x (fig. 7-pag.21).

Transparent Call

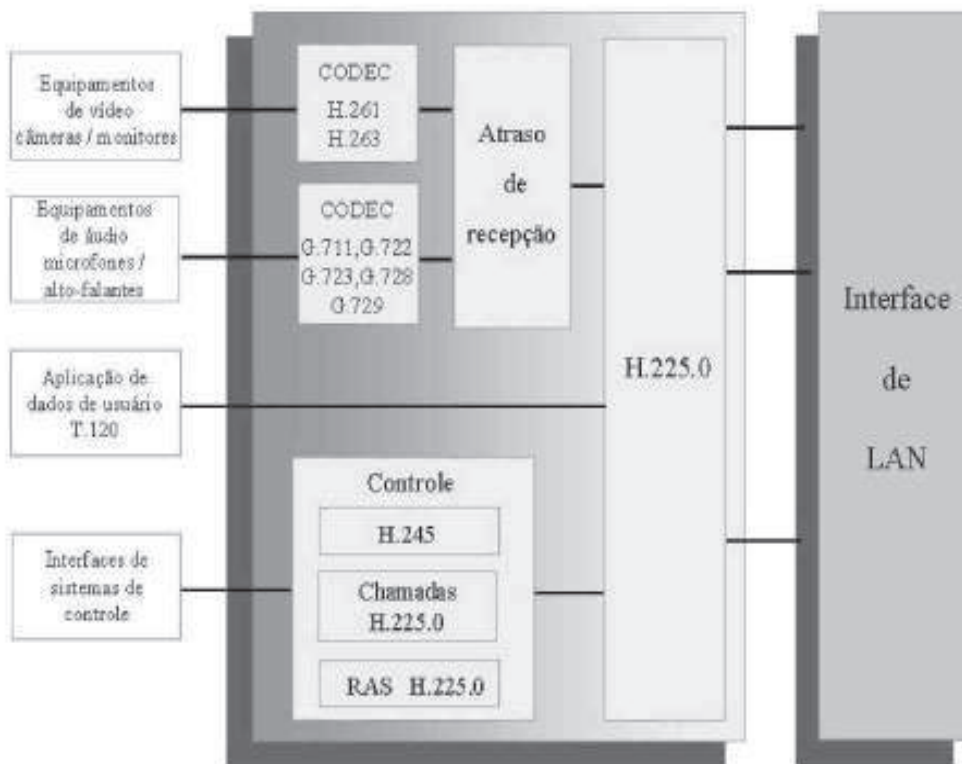


Figura 7 – H.323 – Terminal ⁽¹⁾

Uma gateway H.323 interliga e permite comunicações entre redes H.323 e redes não H.323, tais como PSTN's. A gateway traduz protocolos para o estabelecimento e desligamento de chamadas, converte e transfere informação entre duas redes. (Contudo, para comunicações entre dois terminais H.323 numa rede H.323, não é necessário uma gateway.) Uma gateway H.323 popular é a gateway IP-PSTN que liga uma rede IP e PSTN e permite um terminal de conversação H.323 para um telefone tradicional na PSTN.

Um *gatekeeper* H.323 é o ponto central de uma rede H.323 e fornece o controlo de chamadas dentro da rede (fig 8 - pag. 22). As suas funções

⁽¹⁾Retirada das apresentações da Cisco

Transparent Call – Voip

Incluem tradução de endereços, controlo de admissão, manuseamento de largura de banda, busca e relatório de tempos de conversação. Um *gatekeeper* é opcional, mas quando se apresenta terminais e gateways H.323 (*endpoints*) deve ser utilizado. Um MCU H.323 administra conferências entre três ou mais terminais H.323. Quando terminais participam numa conferência, devem estabelecer uma ligação ao MCU. O MCU garante que todos os terminais na conferência tenham um nível comum de comunicação, controla recursos de conferência (ex., o terminal específico que *multicasts* vídeo), e determina qual o codificador/descodificador (*codec's*) de vídeo ou áudio para utilizar entre terminais. Em adição, o MCU pode fornecer opcionalmente processamento centralizado de corrente de informação de média conferência.

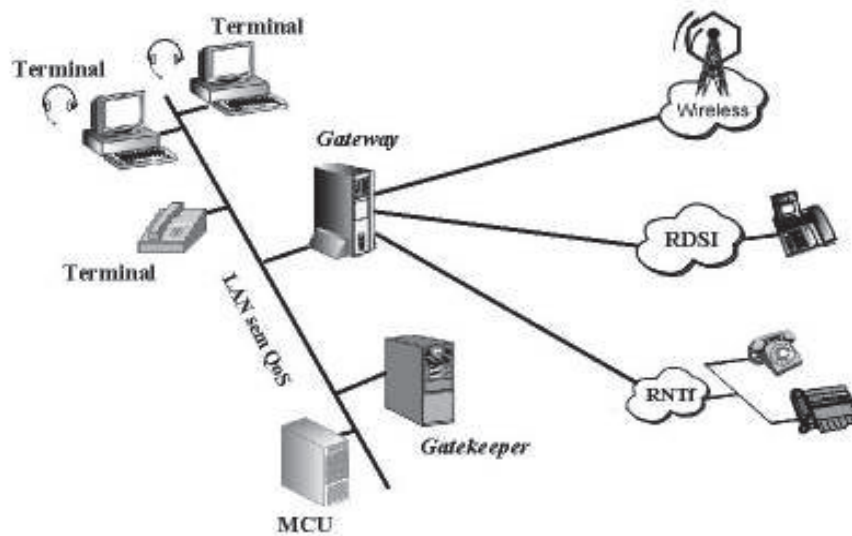


Figura 8 – H.323 – Componentes da Arquitectura ⁽¹⁾

⁽¹⁾Retirada das apresentações da Cisco

2.1.5.2. Padrão H.323

O Protocolo H.323 é um protocolo que incorpora e interliga sete outros protocolos: *codec* áudio; *codec* vídeo; H.225 registo, admissão e estado (RAS); H.255.0 sinalização da chamada (aka Q.931); H.245 controlo de sinalização; *Real Time Protocol* (RTP); e *Real Time Control Protocol* (RTCP). *CODECs* Áudio codifica os sinais de voz do microfone no terminal H.323 em códigos áudio apropriados para a transmissão em redes H.323. Descodifica o código de áudio que o terminal H.323 recebe da rede H.323. Um terminal H.323 suporta uma ou mais codificações e descodificações de algoritmos de áudio, inclusive G.711, G.722, G.723.1, G.728 e G.729. (O ITU especifica todos estes algoritmos). O H.323 necessita de representantes de implementações de terminais H.323 para suportar G.711. Para que dois terminais se entendam um ao outro, devem suportar pelo menos um algoritmo *codec* de áudio comum.

Semelhantemente, o *codec* vídeo codifica sinais de vídeo que uma câmara num terminal H.323 recebe em códigos de vídeo para transmissões na rede H.323. descodifica os códigos de vídeo recebidos para o *display* de vídeo no terminal H.323. O CODEC de vídeo é opcional para implementações H.323. Os algoritmos de *codec* de vídeo H.323 são o H.261 e H.263. Dois terminais H.323 trocam informação vídeo devem suportar pelo menos um algoritmo *codec* de vídeo comum. H.225.0 RAS é um protocolo cliente/servidor para utilizar entre um *endpoint* e o *gatekeeper*. Este protocolo define como *endpoints* H.323 se localizam e registam com o *gatekeeper*.

O H.225.0 RAS também define como o *gatekeeper* localiza *endpoints*, admite-os num zona e especifica a sua permissão de acesso. H.255.0

Transparent Call – Voip

sinalização de chamadas é um protocolo que estabelece uma ligação para o H.245 controlo de sinalização.

H.245 controlo de sinalização é um protocolo para a troca de mensagens de controlo, tais como capacidades dum terminal de áudio e vídeo e negociação das facilidades de chamadas entre dois *endpoints* de comunicação.

O RTP e RTCP, são os protocolos bases de transmissão de informação e encontram-se definidos na *Request for Comments* (RFC) 1889 (fig. 9).

Aplicações de VoIP são muitas vezes aplicações de áudio e vídeo em tempo real. RTP fornece serviços de entrega *end-to-end* para dados que necessitem de suporte em tempo real. O serviço inclui tipo de identificação *payload* (ex., pacote), sequência de numeração, *timestamping* e monitorização da entrega. Em VoIP, o RTP utiliza funções de multiplexagem e checksum UDP, enquanto o RTCP monitoriza a qualidade da entrega de dados através da função de um relatório de feedback que o remetente e recepção do RTCP executam. O protocolo também contém um nível de identificação, o nome canónico, para uma fonte RTP que o destinatário utiliza para sincronizar áudio e vídeo.

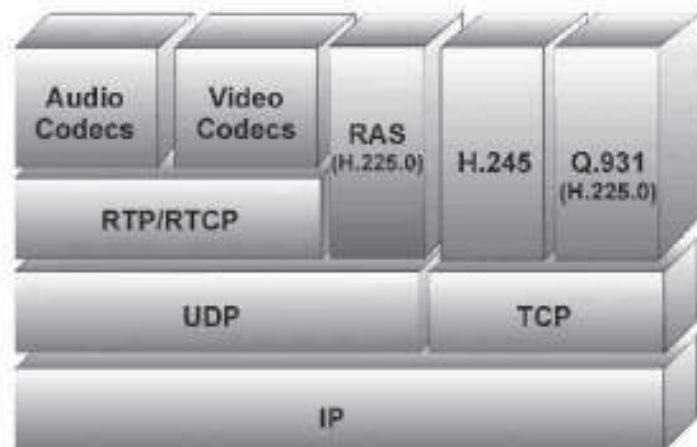


Figura 9 – H.323 – Pilha Protocolar ⁽¹⁾

⁽¹⁾Retirada das apresentações da Cisco

2.1.5.3. Procedimentos H.323

Dois terminais podem comunicar directamente sem um *gatekeeper*, mas o *gatekeeper* fornece várias funções úteis, tais como controlo de admissão e manuseamento de largura de banda; Uma boa rede H.323 deve de incluir um *gatekeeper*.

Antes de um terminal poder falar para outro terminal num *gatekeeper* administrado por uma rede H.323, o terminal deve ter admissão por parte do *gatekeeper*. O terminal descobre o *gatekeeper* ao longo de um método estático ou dinâmico. No método estático, pode configurar-se o terminal para guardar estaticamente o endereço IP do *gatekeeper* no terminal.

No método dinâmico, o terminal envia para o *gatekeeper* um pedido de mensagem para um endereço *multicast*, e o *gatekeeper* que ouve o endereço *multicast*, responde ao pedido com a mensagem de confirmação do *gatekeeper* que contem o endereço IP do *gatekeeper*. O primeiro terminal, Terminal 1, por exemplo, envia um pedido de admissão ao *gatekeeper* e pede permissão para falar com o terminal destinatário, Terminal 2.

O *gatekeeper* responde ao Terminal 1 com uma mensagem de confirmação de admissão que inclui o endereço IP do Terminal 2. O *gatekeeper* pode recusar o pedido de admissão se o ACL mostra ao Terminal 1 que não tem permissão para falar com o Terminal 2 ou a largura de banda utilizada actualmente excedeu o threshold definido. Este processo de admissão utiliza o protocolo H.225.0 RAS.

Quando o Terminal 1 recebe a confirmação de admissão, abre uma ligação TCP para o protocolo H.255.0 RAS sinalização de chamadas entre o

Transparent Call – Voip

Terminal 1 e o Terminal 2 e utiliza o protocolo para enviar para o Terminal 2 uma mensagem de configuração. Quando o Terminal 2 recebe uma mensagem de configuração, esta utiliza o mesmo procedimento de admissão que o Terminal 1 efectuou para pedir permissão do gatekeeper para falar com o Terminal 1. Quando o Terminal 2 recebe a confirmação de admissão, este utiliza então o protocolo H.255.o de sinalização de chamadas para enviar ao terminal 1 uma mensagem de ligação que inclui o número de porto TCP, que o Terminal 2 pretende utilizar. O Terminal 1 estabelece então uma ligação TCP com o Terminal 2.

Ao longo desta ligação, ambos os terminais utilizam o protocolo H.245, de controlo de ligação para trocar informações sobre a capacidade do terminal e negociar as vantagens da chamada. Antes de utilizar o protocolo H.245 para abrir canais áudio, o terminal também determina qual dos terminais é o principal e qual deles é o secundário para a chamada. Cada terminal abre um canal lógico unidireccional para a transmissão de áudio. O Terminal 1 envia para o Terminal 2 um pedido de canal aberto H.245 para abrir um canal de áudio, que inclui o porto UDP que o receptor RTCP irá reportar. O Terminal 2 reage ao Terminal 1 com o reconhecimento de um canal aberto H.245 que indica ao porto UDP que o fluxo de áudio RTP irá utilizar e o remetente RTCP irá reportar. Da mesma maneira, o Terminal 2 estabelece outro canal de áudio de si mesmo para o Terminal 1. Os terminais completam o estabelecimento da chamada e podem dar início à troca de comunicações VoIP. A Figura 5 ilustra este processo.

Este exemplo que se segue (fig. 10), não descreve um terminal que comunica com outro terminal fora da zona H.323, tal como a PSTN. Contudo, o processo é similar: o Terminal 1 comunica com a gateway e a gateway converte os protocolos e mensagens entre o Terminal 1 e o Terminal 2.

Transparent Call

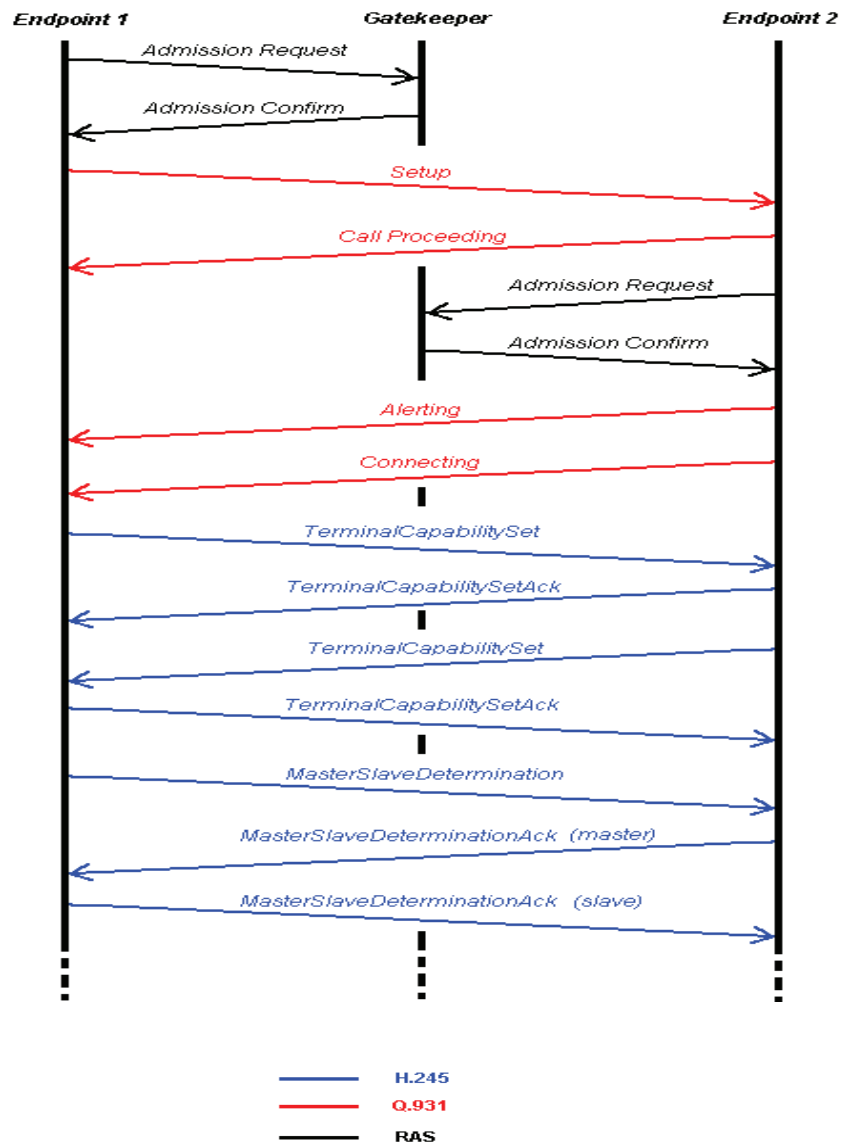


Figura 10 – H.323 Procedimentos ⁽¹⁾

⁽¹⁾Retirada das apresentações da Cisco

2.1.6. Protocolo SIP

H.323 recebeu suporte de vendedores VoIP, mas dois outros padrões VoIP ganharam aceitação na indústria. O IETF desenvolveu o Session Initiation Protocol (SIP, definido no RFC 2543) e o Media Gateway Control Protocol (MGCP, definido no RFC 2705) para a Internet.

Como disse anteriormente, o estabelecimento de chamadas em H.323 não é simples requer controlo de admissão, estabelecimento de ligação, negociação da vantagem da chamada e a abertura do canal de áudio e envolve vários protocolos. O estabelecimento de uma chamada VoIP através do H.323 pode demorar mais tempo que uma chamada normal PSTN. Apesar de na versão 3 do H.323 ser acelerado o processo de estabelecimento da chamada, muitos vendedores não implementaram esta versão nos seus produtos.

Comparativamente com o H.323, o SIP é um protocolo menos pesado no que diz respeito ao estabelecimento da chamada. Quando um utilizador pretende telefonar para outro, o utilizador de origem inicia a chamada com uma mensagem de convite, que contém informação como a sua identificação e as características da chamada e os serviços que ele pretende utilizar. O utilizador de origem envia a mensagem de convite para um servidor SIP, cujas funções se comparam com as de um proxy. O utilizador de origem aprende então o endereço do servidor SIP *by querying* um servidor DNS. Quando um servidor SIP recebe uma mensagem de convite, utiliza uma localização de serviço para encontrar a chamada *party* e reenvia a mensagem de convite para o destino respectivo. A chamada envia então uma resposta OK para um servidor SIP proxy, que reenvia a resposta

Transparent Call

OK ao utilizador de origem. O utilizador de origem envia finalmente a chamada em conhecimento ao longo do servidor SIP que completa o estabelecimento da chamada. A figura abaixo descreve o processo de estabelecimento de uma chamada SIP com um servidor proxy. Em contraste com este processo, quando um servidor redireccionado SIP recebe uma mensagem, este devolve para a origem a localização da chamada, para a qual a origem pode enviar a mensagem de convite. O redireccionamento do servidor SIP pode também efectuar uma autenticação e autorização de uma chamada.

O SIP utiliza um padrão de Internet URL para identificar um cliente ou utilizador SIP (ex., SIP: carlosantunes@gmail.com , o que representa a identificação do utilizador SIP CarlosAntunes). Com este formato, pode utilizar o endereço e-mail de alguém para adivinhar a identificação da pessoa SIP. Pode incluir um URL SIP numa página Web; Assim, quando clicar o URL SIP na página Web, pode iniciar uma chamada telefónica VoIP para a pessoa que o URL representa.

O SIP oferece uma característica única, partilha "*fork*", que o H.323 não fornece. Um servidor SIP pode partilhar "*fork*" uma mensagem de convite recebida por "*issuing*" para um grupo de telefones ou computadores para que várias extensões recebam a mesma chamada em conjunto. Esta característica funciona bem para operações de serviço a clientes.

O SIP é um protocolo baseado em texto, semelhante ao HTTP, e tem apenas seis mensagens de controlo fundamentais para o estabelecimento e desligar de chamadas. Por isso, pode facilmente implementar o SIP com linguagens tais como Java e Perl. Um dos vendedores que suporta e promove fortemente SIP é a 3Com. A empresa desenvolveu um servidor SIP e uma linha de produtos telefones SIP. A Microsoft está também a desenvolver um servidor SIP e um cliente SIP para o Windows, que a empresa mostrou na Conferência Voice of Net (VON) Spring 2001.

Transparent Call – Voip

Algumas das funcionalidades presentes no protocolo SIP são:

- Localização de utilizadores;
- Estabelecimento de chamadas;
- Suporte a unicast ou multicast;
- Administração na participação de chamadas (transferências, conferência...);
- Possibilidade de participação de um usuário em terminal H.323, via gateway.

Um exemplo básico de estabelecimento e comunicação entre dois terminais utilizando o protocolo SIP, é apresentado de seguida (fig. 11).

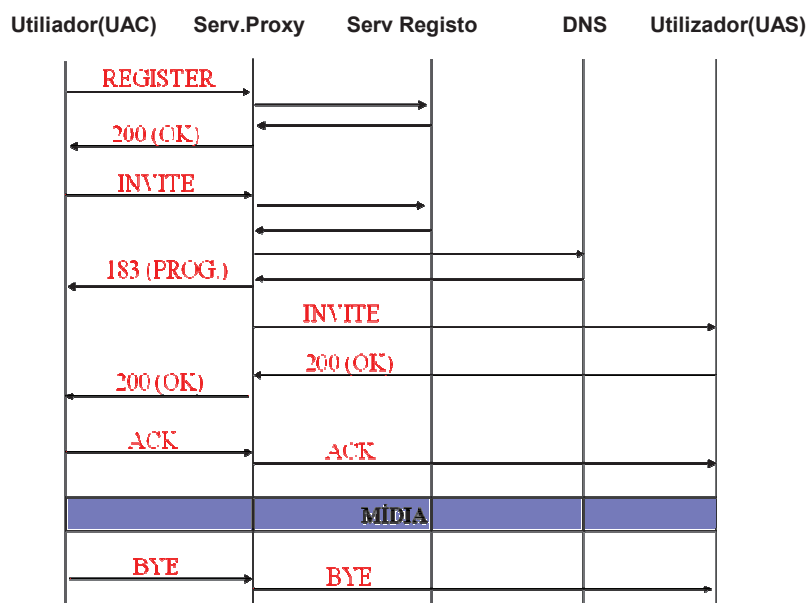


Figura 11 – Sip – Exemplo Ligação ⁽¹⁾

⁽¹⁾Retirada das apresentações da Cisco

2.1.1. SDP

O SDP (Session Description Protocol) é um formato que descreve parâmetros de inicialização de *streaming* de dados. A IETF publicou a especificação original como um padrão em Abril de 1998, e posteriormente, publicou uma revisão das especificações na norma RFC 4566 em Julho de 2006 .

O Protocolo SDP começou como um componente do SAP(*Session Announcement Protocol*), mas encontrou outros usos, em conjugação com o RTP(*RealTime Protocol*), RTSP(*Real-time Streaming Protocol*), SIP(*Session Initiation Protocol*) e até mesmo como um modelo autónomo para descrever sessões de multicast.

SDP é destinado para descrever sessões de comunicação multimédia para efeitos do anúncio de sessão, convite para uma sessão, e parâmetro de negociação. O SDP não entrega de dados em si, mas é usados para a negociação entre os pontos finais do tipo de dados, formato e todas as propriedades associadas. O conjunto de propriedades e parâmetros são muitas vezes chamados de perfil da sessão. O SDP é projectado para ser extensível e para suportar novos tipos de média e formatos.

2.1.2. MGCP

Outro padrão VoIP para implementações gateway é o MGCP IETF. Este protocolo assume que o estabelecimento de chamadas, e funções de controlo está fora da gateway. Estando fora do gateway, as implementações de gateway, actualização e manutenção do mesmo ficam muito mais simples. O MGCP pode trabalhar com o H.323, sendo necessária implementação de gateways "trunking" (i.e., gateways PSTN-IP); Essas interfaces podem ser entre redes VoIP e PSTN, Voice over Asynchronous Transfer Mode (ATM) e PSTN; gateways residenciais que fornecem a interface a redes VoIP para cable modem, Digital Subscriber Line (DSL) e aparelhos sem fios Broadband; e gateways baseados em PBX que fornece interfaces de PBX digital tradicional para redes VoIP.

2.1.3. Para além dos serviços de voz

O facto da tecnologia VoIP oferecer possibilidades que ultrapassam o serviço de voz, numa altura em que o tráfego de dados e outros aumenta substancialmente, é um trunfo. O Eng.º Pedro Veiga, num dos seus artigos ⁽¹⁾, acentua que o potencial do VoIP pensado só como serviço de voz é limitado, e refere, “Espera-se

⁽¹⁾Artigo escrito no decorrer do projecto para a fccn – bibliografia

Transparent Call

que, com o avanço para novas tecnologias de comunicação que implementem, a mobilidade, a telepresença e a videoconferência, como já existe nos sistemas mais populares na Internet”.

A sua maior vantagem está na relação custo/benefício: uma vez implantada a VoIP, será de imediato verificado reduções de custo de aproximadamente 70% com serviços de telefonia.

Para se implantar uma solução VoIP numa empresa é necessário, fazer um projecto para identificar qual é a real necessidade da empresa, qual a solução a utilizar, verificar se a empresa possui IP fixo ou IP dinâmico, qual a largura de banda necessária e qual o seu tráfego de dados.

Skype, MSN, Googletalk, Voipbuster são soluções já presentes nos mercados, mas serão substituídos num futuro muito próximo, por sistemas integralmente VoIP, os únicos que serão capazes de lidar com estas novas aplicações de forma eficaz.

2.1.4. Síntese VoIP

Como síntese, poderemos referenciar que as duas principais vantagens da VoIP são a redução do custo das telecomunicações e a capacidade de integração de serviços. Algumas das empresas que implantam esta tecnologia chegam a alcançar 70% de poupança (SALVADOR, J. em simpósio voip - bliografia).

O Eng.º Pedro Veiga (bibliografia), num dos seus artigos, realça que “ao nível das empresas, a mudança do paradigma do posto de trabalho através da introdução dos conceitos de teletrabalho, mobilidade e *just-in-time* podem revolucionar a

forma de fazer negócios tal como o FAX e o E-mail o fizeram no passado”. Basicamente, o telefone pode seguir o trabalhador, esteja onde quer que esteja. “Em termos práticos, a possibilidade dos colaboradores estarem sempre contactáveis, a custo zero quando dentro da empresa, ao longo do dia nos diversos dispositivos que utilizam, permitirá às organizações terem acesso a mais e melhor informação, possibilitando aos colaboradores, em simultâneo, maior mobilidade e comodidade”, acrescenta.

Já ao nível do utilizador doméstico, as vantagens, são mais restritas, e restringem-se à possibilidade de se interligar a redes VoIP de baixo custo e a capacidade de se interligar com outros sistemas na Internet por um custo virtualmente nulo, utilizando a sua ligação doméstica a internet, mas num futuro muito breve, serão bem superiores, com a integração de serviços como a videovigilância, controlo remoto, etc.

Da análise da arquitectura e funcionalidades já implementadas nas várias distribuições VoIP, denota-se que estamos perante uma tecnologia ainda jovem e em fase de expansão, pois as suas potencialidades são enormes; Apesar da sua dependência das velocidades de ligações e mecanismos de reserva de recursos terem vindo a perder peso, visto que o crescente aumento da Largura de Banda e qualidade em todo o tipo de ligações, domésticas e empresariais, tem permitido uma evolução próspera dos diversos serviços associados a tecnologia VoIP.

Dos diversos Protocolos disponíveis o SIP é dos mais utilizados a nível mundial, pois integra um conjunto de funcionalidades que o torna preferencial relativamente aos seus homólogos, e por, de uma forma generalizada, ter tido aceitação global entre os fabricantes.

2.2. GSM

Existem sistemas de rádio móveis documentados desde 1921 na polícia de Detroit (EUA), mas os primeiros sistemas comerciais viram a luz do dia no período a seguir à II Guerra Mundial. Contudo, estes primeiros sistemas tiveram um crescimento muito lento.

Nos anos subsequentes, pelo contrário, os sistemas de comunicação rádio tiveram um forte crescimento e eram usados em muitas e várias aplicações, nomeadamente a conhecida 'banda do cidadão' que permitia comunicações a baixo custo. Os primeiros sistemas de comunicação móveis eram muito caros e, destinados a uma pequena elite. Assim na década de 90 o desenvolvimento tecnológico e a normalização, associados à massificação, permitem que os equipamentos reduzissem em tamanho, consumo de energia e preço, enquanto foram incluídas novas funcionalidades disponíveis para os utilizadores.

Para ultrapassar problemas das redes analógicas de primeira geração, a CEPT (*Conference of European Posts and Telecommunications*) criou em 1982 o *Group Spécial Mobile* (GSM – que mais tarde passou a ter o significado de *Global System for Mobile communications*), para elaborar as especificações dum sistema móvel pan-europeu que deveria responder a alguns requisitos:

- Eficiência espectral
- Itinerância Internacional
- Boa qualidade na transmissão da voz

Transparent Call – GSM

- Compatível com os sistemas RDIS
- Capacidade de suportar novos serviços

Assim, uma segunda geração de redes móveis surgiu a partir do início da década de 90 para responder às limitações das redes analógicas. São redes assentes em tecnologias digital que aproveitaram muitos dos desenvolvimentos e estudos feitos para a RDIS. Devido a um trabalho de normalização muito intenso foi possível definir redes com base de utilização mais alargada com ganhos conhecidos, nomeadamente, ao nível do preço dos equipamentos.

O sistema GSM fez a passagem da tecnologia analógica, usada até então nos vários sistemas em funcionamento, para a tecnologia digital, com os ganhos inerentes em fiabilidade, segurança e robustez.

Em 1989 a responsabilidade pelas especificações do GSM passou da CEPT para o ETSI. Em 1991 eram publicadas as especificações da primeira fase do GSM e a exploração comercial iniciou-se em meados desse mesmo ano.

Mas, desde cedo, as normas GSM passaram as fronteiras da Europa para servir de base a redes móveis por todo o mundo, conforme se pode verificar em múltiplas estatísticas.

Na segunda geração de redes móveis não foi possível encontrar uma única norma a nível mundial. Surgiram várias normas e tecnologias, embora em menor número que a primeira geração. A norma europeia GSM é determinante neste processo, representando mais de 80% do mercado (Tab. 1 – pag. 37).

SISTEMAS	BANDA	PAÍSES
D-AMPS (IS-136) CDMA (IS-95) PCS-1900 (GSM)	800 MHz 800 / 1900 MHz 1900 MHz	EUA e outros países do continente Americano
GSM	900 / 1800 MHz	Europa e muitos outros
JDC /PDC	800 / 1500 MHz	Japão

Tabela 1 – Tecnologias Associadas

2.2.1. Arquitectura da Rede GSM

Uma rede GSM é composta por várias entidades com funções e interfaces específicas. A rede GSM pode ser dividida em três partes: a estação móvel, o subsistema estação base e o subsistema de rede. Conforme demonstrado na figura abaixo, a arquitectura é complexa e contempla um conjunto de módulos bastante distintos (fig. 12 – pag.38).

Transparent Call – GSM

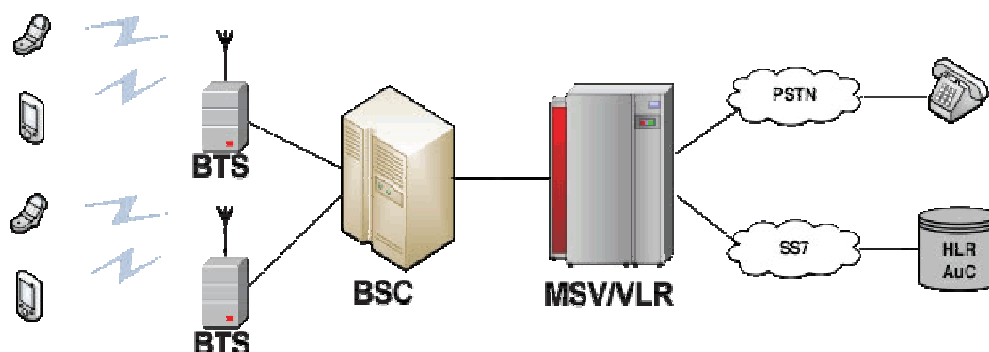


Figura 12 - Cenário da Composição Base e Funcionamento de uma Rede com Tecnologia GSM ⁽¹⁾

Legenda:

BTS (*Base Transceiver Station*) – Responsável pela ligação entre o telemóvel e a rede sem fios;

BSC (*Base Station Controller*) – Responsável por gerir e manter o sinal entre o telemóvel e a rede quando o utilizador passa por varias células com outros BTSs;

MSC (*Mobile Switching Center*) – Gere os BSCs e permite a ligação entre o telemóvel e a rede fixa, permitindo estipular as tarifas a aplicar a cada ligação efectuada;

VLR (*Visitor Location Register*) – Localiza e regista os utilizadores e a rede que esta a ser utilizada;

HLR (*Home Location Register*) – É a base de dados que contém registados os utilizadores da rede;

AuC (*Authentication Center*) – Permite a autentificação do cartão SIM de forma a saber se esta válido;

OMC (*Operating and Maintenance Center*) – É o componente responsável pela gestão e desempenho da rede GSM.

PSTN (*Public Switched Telephone Network*) – Rede telefónica analógica (comutada por circuitos);

SS7 (*Sistema de Sinalização por canal comum número 7*) – Caracteriza-se por ser canal específico para troca de sinalização, utilizado somente para enviar informações de sinalização comum a diversas chamadas.

⁽¹⁾Retirada do livro Redes GSM,GPRS,EDGE e UMTS

2.2.1.1. Subsistema de Comutação

O sistema de comutação assegura o processamento de chamadas e as funções relacionadas com os assinantes, sendo constituído pelos seguintes blocos:

- **Mobile Switching Centre (MSC)** – desempenha as funções de comutação de um modo semelhante aos comutadores telefónicos, com os quais partilha muitas características. Controla as chamadas, processa informação de tarifação, assegura a interface com outros domínios e processa as mensagens de sinalização (fig. 13 – pag. 40).
- **Home Location Register (HLR)** – é o base de dados da informação dos assinantes bem como os serviços subscritos, informação de localização e estado de activação. Sempre que um assinante adquire um cartão é criado o registo nesta base de dados (fig. 13 – pag. 40).

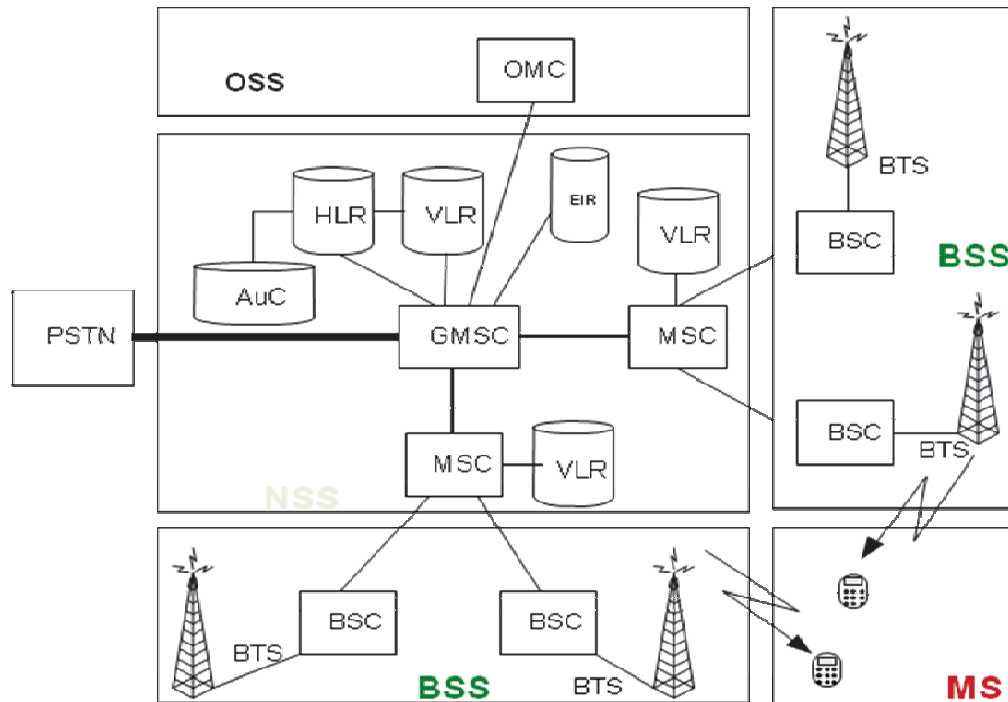


Figura 13 – Arquitectura Rede GSM ⁽¹⁾

- **Visitor Location Register (VLR)** – contém informação temporária sobre os assinantes que estão na zona de influência do MSC. Sempre que um terminal móvel entra na zona de influência de um MSC, o VLR associado recolhe a informação do HLR do assinante, mesmo que pertença a outro operador. Quando o terminal pretende efectuar uma chamada o MSC e o VLR dispõem de toda a informação necessária como, por exemplo, quais os serviços subscritos, operador, etc. (fig. 13).
- **Authentication Centre (AUC)** – fornece as chaves para autenticação dos assinantes e para a cifra das comunicações na interface rádio (fig. 13).

⁽¹⁾Retirada do documento Mobil Broadband - bibliografia

Transparent Call

- **Equipment Identify Register (EIR)** – contém os registos dos equipamentos permitindo o controlo sobre a utilização dos mesmos, sobretudo em situações de roubo, avaria ou utilização indevida (fig. 13).

Alguns MSC permitem a ligação com outras redes móveis ou fixas, dependendo das configurações implementadas.

A tecnologia de redes inteligentes pode ser aplicada às redes GSM de um modo semelhante à que é aplicada às redes fixas, proporcionando o surgimento de uma gama inumerável de serviços.

Os serviços de mensagens curtas ou SMS (*Short Message Service*) são assegurados por um servidor próprio, conhecido por *SMS Centre*.

2.2.1.2. Subsistema das estações base

Todas as funções relacionadas com a interface rádio estão atribuídas ao BSS que é constituído pelas estações base (BTS - *Base Transceiver Stations*) e as unidades que fazem o seu controlo e gestão dos recursos rádio (BSC - *Base Station Controller*). Os BSC desempenham todas as funções de controlo e asseguram a ligação entre as BTS e os MSC.

Controlam, entre outros aspectos, os *handovers* e os níveis de potência emitida pelas antenas. As BTS proporcionam a interface rádio com os terminais móveis, através dos equipamentos de processamento rádio como moduladores, amplificadores e antenas.

2.2.1.3. Estação Móvel

A estação móvel é composta pelo equipamento móvel e pelo SIM (*Subscriber Identity Module*). Basicamente é um cartão que permite a identificação do cliente perante a rede através do IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*). Uma das grandes vantagens da utilização do SIM é o facto de ser possível mudar de equipamento e imediatamente a rede reconhecer o utilizador.

Este cartão é, igualmente, fundamental no processo de cifra das comunicações, na interface rádio, pois contém parte das chaves que são usadas no processo.

A utilização do cartão SIM, que é banal para os utilizadores dos sistemas GSM, não existe noutros sistemas como o CDMA, no qual o utilizador para mudar de equipamento tem de comunicar ao operador o número de série do novo terminal.

2.2.1.4. Áreas das Redes GSM

A zona de influência duma rede GSM está dividida em várias áreas que são associadas segundo uma hierarquia.

As áreas mais pequenas são as células que correspondem, tipicamente, à área servida por uma antena ou um sector duma antena. Algumas antenas

Transparent Call

podem ter as suas zonas de influência sectorizadas para aumentar a sua capacidade. Cada célula é identificada por um identificador, CGI (*Cell Global Identity*)

As células são agregadas em áreas de localização que têm os seus identificadores, LAI (*Location Area Identity*), e estas, por sua vez, em áreas de MSC/VLR e no topo haverá a área de PLMN (*Public Land Mobile Network*). A área de localização é utilizada para localizar o terminal móvel, pois a informação que está registada sobre o estado de actividade do terminal indica qual a LA (*Location Area*) em que foi detectado. Os terminais ao detectarem que o identificador LAI da célula em que estão é diferente, desencadeiam um processo de actualização de localização junto do VLR e HLR (fig. 14).

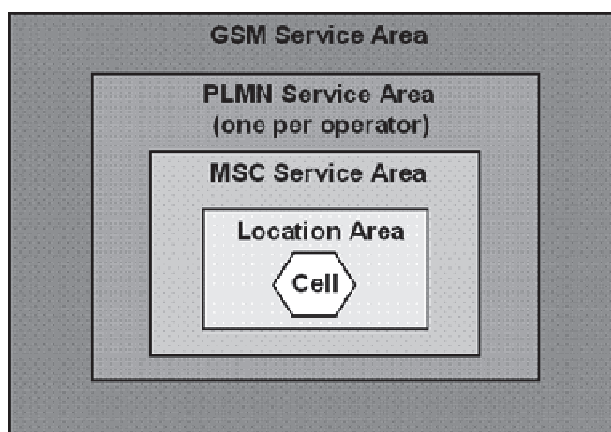


Figura 14 – Áreas de Abrangência ⁽¹⁾

O procedimento de *location update* (actualização da localização) tem lugar sempre que ocorre uma mudança de área, sendo fornecida a identificação da nova área ao HLR.

⁽¹⁾Retirada do livro Redes GSM,GPRS,EDGE e UMTS

2.2.1.5. Interface Rádio

Em seguida listam-se alguns itens da especificação GSM para a interface rádio:

- Separação de canal — os canais rádio está separada de 200 kHz;
- Modulação — modo como a informação é transportada pelo sinal eléctrico. No caso dos sistemas GSM o processo de modulação é conhecido por GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*);
- Taxa de transmissão — na interface ar existe uma capacidade de transmissão de 270 kbit/s por portadora;
- Métodos de acesso — as normas GSM propõem um método de acesso por repartição no tempo — TDMA. Cada terminal dispõe dum intervalo de tempo, entre oito, para enviar a sua informação;
- Codificações de voz — os sistemas GSM comprimem o débito binário dum canal de voz para cerca de 13 kbit/s.

2.2.2. Serviços

As redes GSM estão preparadas para serviços de voz, serviços de dados, serviços de mensagens e serviços suplementares. O serviço de voz tem assegurado o êxito das redes móveis, tendo pouca expressão a utilização

Transparent Call

dos serviços de dados. As redes GSM permitem a transmissão de dados até 9,6 kbit/s.

O serviço de mensagens curtas ou SMS, inicialmente concebido como serviço suplementar, tem tido um êxito assinalável. Permite o envio de mensagens até 160 caracteres. Quando o destinatário não está disponível, a mensagem é guardada até que se ligue novamente.

Foram ainda previstos outros serviços como:

- **Difusão na célula** — variante do SMS que possibilita o envio de mensagens, até 93 caracteres, para todos os terminais registados numa determinada área;
- **Correio de voz** — regista mensagens de voz, em caso de indisponibilidade dos destinatários, que podem ser posteriormente acedidas.

À semelhança da RDIS, as redes GSM proporcionam ao utilizador uma grande variedade de serviços suplementares:

- **Reencaminhamento de chamadas** — o assinante pode fazer com que as chamadas que lhe são destinadas sejam encaminhadas para outro número, numa rede móvel ou fixa, se determinadas condições se verificarem como a ocupação ou a indisponibilidade do terminal;
- **Barramento de chamadas de saída e de entrada** — o utilizador pode impedir que o seu terminal seja utilizado para realização ou recepção de chamadas;
- **Aviso de tarifação**;
- **Chamada em espera** — utilizador pode colocar uma chamada em espera enquanto atende outra;

- **Aviso de chamada em espera** — o utilizador é avisado de que tem uma chamada de entrada que pode atender, rejeitar ou ignorar;
- **Conferência** — torna possível que três ou mais utilizadores participem na mesma chamada;
- **Identificação de emissor**— durante o aviso de chamada de entrada é enviada a identificação do emissor. No entanto, pode-se definir que não seja enviada esta informação;
- **Grupo fechado de utilizadores** — este serviço é comparável com um PPCA(Posto Particular de Comutação Automática). Os utilizadores podem realizar chamadas entre si através dum sistema de numeração próprio e abreviado.

2.2.3. Funções

As diversas funções que os equipamentos numa rede GSM têm de desempenhar são:

- Transmissão;
- Gestão dos recursos rádio;
- Gestão da mobilidade;
- Gestão da comunicação.

Transmissão

Deve garantir o transporte da informação do utilizador e da informação de sinalização. Os subsistemas directamente intervenientes na transmissão da informação são a estação móvel (MS — *Mobile Station*), BTS e BSC.

Gestão Recursos Rádio

Estabelece, mantém e liberta as ligações rádio com a MS. Os subsistemas que intervêm nesta gestão são a MS, a BTS e o BSC; Nestas funções incluem-se, ainda, a gestão do espectro e reacção à alteração das condições de propagação. Como procedimentos associados temos:

- Atribuição e libertação de canais;
- *Handover*;
- Salto de frequência (*frequency hopping*);
- Controlo de potência.

Quando o utilizador se desloca pode provocar a necessidade de mudança de canal ou de célula, especialmente quando a qualidade da comunicação se degrada. Este procedimento pode assumir algumas variantes:

- Troca de canais dentro da mesma célula;
- Troca de células controladas pelo mesmo BSC;
- Troca de células na área do mesmo MSC, mas controladas por diferentes BSC;

- Troca de células em áreas de diferentes MSC.

Nas duas primeiras situações o controlo é assegurado pelo BSC, sendo o MSC apenas notificado; nos outros casos, o MSC assegura o papel principal de controlo. Os *handovers* são lançados a partir da informação recolhida pela estação base sobre a potência dos sinais que recebe da antena com que está a comunicar e das antenas vizinhas. A medida da potência recebida é utilizada na decisão de qual a célula para que deve transitar.

Gestão Mobilidade

A mobilidade dos terminais é controlada por duas bases de dados: HLR e VLR e engloba todos os aspectos da mobilidade do utilizador, nomeadamente, a gestão da localização e a autenticação e segurança. O HLR guarda a informação dos assinantes, nomeadamente:

- **Os serviços subscritos** — por exemplo, se pode fazer e receber chamadas, efectuar roaming, aceder a serviços de dados, etc.;
- **A sua localização actual** — dentro da rede do próprio operador ou de outro operador, no caso de estar em roaming.

Por sua vez, o VLR contém informação sobre os assinantes que estão registados na área de influência do comutador, quer sejam do operador quer sejam visitantes (roaming). Esta informação é semelhante à do HLR no que diz respeito aos serviços subscritos. A área de influência dum VLR é a do MSC associado. É a informação residente nestas duas bases de dados que permite o controlo da mobilidade do terminal.

Transparent Call

Durante a fase de arranque a estação móvel inicia uma acção de actualização de localização, enviando a sua identificação (IMSI) para a rede. Quando a estação móvel se desloca para uma nova área de localização ou para a rede de um novo operador, é necessário efectuar o procedimento de actualização de localização. O MSC/VLR, que recebe as actualizações de localização, envia-as para o HLR do assinante que, por sua vez, cancela a informação no MSC/VLR anterior. O procedimento de actualização é desencadeado periodicamente para evitar que uma estação móvel, que entretanto se tenha desligado, mantenha o registo como estando acessível na rede. Na realidade, a estação móvel deverá lançar um procedimento de desligamento imediatamente antes de se desligar definitivamente.

O AuC proporciona os parâmetros necessários para autenticação, verificação da identidade do utilizador, e cifra da informação, para garantir a inviolabilidade das comunicações. Os procedimentos de autenticação envolvem o cartão SIM e o AuC. A chave secreta, armazenada no cartão SIM, e no AuC, através dum algoritmo de cifra, garante a autenticidade do utilizador. A estação móvel, usando a chave secreta e um número aleatório enviado pelo AuC, calcula um número que é comparado com o que é recebido.

Os equipamentos terminais têm um identificador único conhecido pela sigla IMEI (International Mobile Equipment Identity). A autenticação também pode ser feita sobre o equipamento, identificado através do IMEI, nomeadamente se não consta de alguma lista negra. Através deste identificador é possível gerir os equipamentos que acedem à rede, bem como rastrear equipamentos roubados ou impedir o seu acesso à rede. Este processo é gerido pelo EIR.

Gestão Comunicação

A gestão da comunicação é responsável pelo controlo de chamada e dos serviços suplementares. O controlo de chamadas permite o estabelecimento, manutenção e libertação de chamadas e a selecção do tipo de serviço. Os assinantes são identificados por um número, em tudo semelhante ao dos assinantes da rede fixa, o MSISDN (*Mobile Station ISDN number*).

2.2.4. Interface Rádio

A interface rádio é dos elementos mais sensíveis quanto ao rigor e detalhe das especificações, devido ao facto de permitir a interligação de equipamento de uma grande diversidade de fabricantes a terem de funcionar harmoniosamente. A interface rádio das redes GSM foi concebida tendo como objectivo principal a eficiência espectral, permitir que o débito máximo de informação seja transportado sobre uma gama definida de frequências, mantendo sempre uma grande resistência a interferências.

2.2.4.1. Frequências Utilizadas

Originalmente foram utilizadas duas bandas de frequências. A banda entre os 890 e 915 MHz foi atribuída ao sentido ascendente e a banda dos 935 aos 960 MHz ao sentido descendente. Existem algumas diferenças na utilização do espectro entre os vários países porque cada um faz uma gestão própria do espectro radioelétrico, e em alguns casos, estas bandas já estavam ocupadas.

Procedimento de acesso ou gestão dos acessos "simultâneos" é, uma das questões delicadas, efectuados pelas várias estações móveis à mesma antena, partilhando o mesmo meio físico — o espectro radioelétrico. No caso dos sistemas GSM são utilizadas técnicas de FDMA(*Frequency Division Multiple Access*) e TDMA(*Time Division Multiple Access*). As técnicas de FDMA consistem em atribuir frequências diferentes aos diversos canais, enquanto as técnicas de TDMA atribuem intervalos de tempo. O TDMA, por seu lado, permite a partilha duma mesma frequência por vários utilizadores que dispõem de intervalos de tempo para comunicar.

Na realidade, os sistemas GSM consideram o espectro dividido em banda ascendente e descendente e dentro de cada uma das 124 frequências espaçadas de 200 kHz. Cada canal de 200 kHz é dividido em 8 intervalos de tempo, com uma duração aproximada de 0,577 ms, que é atribuído a um utilizador.

Por cada um dos intervalos de tempo, considera-se que se tem um canal que é identificado pela frequência e pela ordem do intervalo de tempo. Existem dois tipos de canais:

- Canais de tráfego para o transporte de voz e de dados;

- Canais de controlo para mensagens de sinalização, gestão da rede e dos recursos rádio.

As frequências utilizadas em GSM podem variar ao longo do tempo segundo um processo, designado por *frequency hopping*, que permite ultrapassar algumas das dificuldades de transmissão como o facto de haver canais com interferências.

2.2.5. Cenários de Chamadas

Quando a chamada tem origem numa rede externa à do operador, o GMSC interroga o HLR respectivo sobre a localização do assinante, a partir do seu MSISDN (*Mobile Subscriber Integrated Services Digital Network Number*). O HLR obtém a informação da localização do assinante através de uma consulta ao VLR actual, ou seja, o VLR da área de localização onde a estação móvel se registou pela última vez. O VLR retorna ao HLR e este, por sua vez, ao GMSC um número temporário de MSRN (*Mobile Station Roaming Number*). A partir deste número já é possível ao CMSC estabelecer a chamada. Entretanto é difundida na área de localização do assinante uma mensagem indicando que tem uma chamada de entrada. Os serviços suplementares são controlados pelo HLR.

Transparent Call

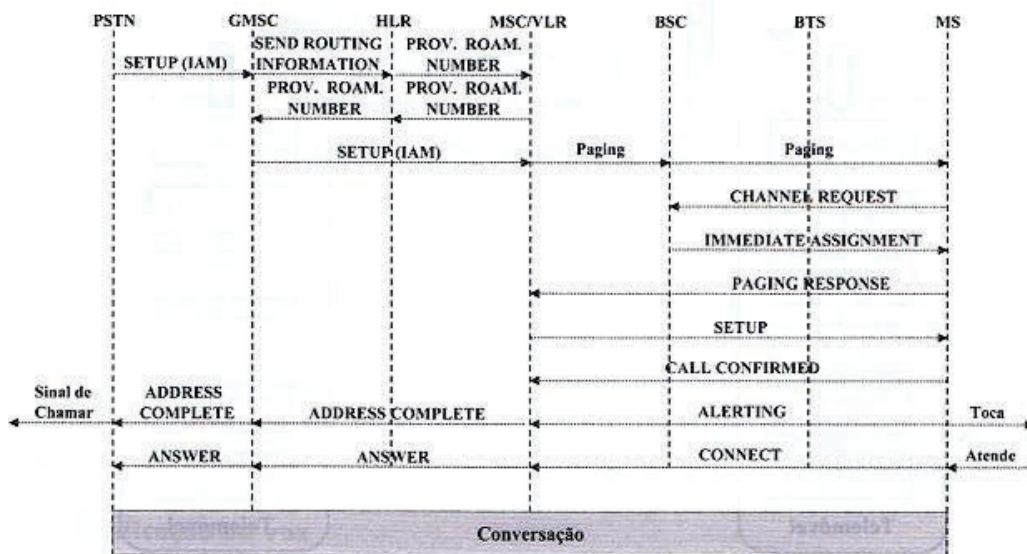


Figura 15 – Cenário de Estabelecimento de Ligação ⁽¹⁾

O processo de lançamento dum chamada terminada numa estação móvel e é semelhante ao das chamadas RDIS. Na Figura acima (fig. 15), ilustra este cesso dum modo simplificado, onde são visíveis as trocas de mensagens entre o GMSC, e o MSC/VLR, durante a fase inicial para detectar o MSC onde se encontra registada a função móvel. Desta troca de mensagens resulta um número temporário de *roaming* que identifica a estação móvel enquanto estiver registada no MSC/VLR. Este número é utilizado pelo GMSC para entregar a chamada ao MSC respectivo, seguindo procedimentos semelhantes à de uma chamada RDIS.

Após receber a indicação de setup, o MSC inicia o procedimento de *paging* que permite localizar exactamente a estação móvel, e qual a BTS a que está associada. Durante o registo, a estação móvel indica apenas o código da área de localização em que se encontra, área que cobre várias células. Logo que a estação móvel responda ao pedido de *paging*, e após lhe ter sido atribuído um canal na interface rádio, a chamada prossegue de um modo

⁽¹⁾Retirada do livro Redes GSM,GPRS,EDGE e UMTS

semelhante à rede telefónica fixa. A estação móvel "toca" indicando ao utilizador que existe uma chamada de entrada e o emissor recebe essa indicação, com o sinal de chamar. Logo que o chamado atenda a conversão pode iniciar-se.

2.2.6. Síntese

Durante toda a investigação efectuada sobre o GSM, apercebi-me que é um meio muito fechado e reservado ao controlo das respectivas operadoras.

Qualquer tipo de alteração protocolar, ou ao formato de comunicação tem resultados catastróficos, que impedem que qualquer tipo de comunicação seja estabelecido com sucesso.

A sequência de chamada, e o conteúdo informativo é rígido, e impossibilita a inclusão de informação adicional.

Assim sendo o projecto foi desenvolvido, tendo em atenção a abstracção protocolar da comunicação de para com os clientes finais GSM, tendo todas as funcionalidades de serem suportadas por funcionalidades, configurações e protocolos VoIP.

2.3. Projectos Relacionados

Ao navegarmos pela Internet, são inúmeros os registos de matérias inovadoras na área do Voip, tanto na forma concluída e operacional como embrionária, reflectindo ainda a sua viabilidade económica e funcional com base em estudos de mercado e nos bens e processos envolvidas.

Encontramos soluções de todo o tipo e para todos os gostos; Desde Soluções baseadas em hardware e software proprietário (ex. CISCO CallManager; <http://www.voip-info.org/wiki/view/VOIP+GSM+Gateways>), a soluções *opensorce* de grande flexibilidade de aplicação.

Nas soluções proprietárias, mais designadas de "VOIP GSM Gateways", são apresentados equipamentos e soluções baseadas em equipamentos e softwares proprietários, excluindo a possibilidade da comunicação transparente entre os diversos intervenientes.

Um dos projectos similares encontra-se descrito em "www.netfinicia.com", e refiro este projecto pois a forma como está apresentado, retratado e documentado ajudou-me bastante na avaliação e diversificação das capacidades a implementar na minha solução.

Neste projecto é proposto um serviço de comunicação assente no mesmo pressuposto, ou seja ligações a baixo custo. A grande diferença reside na forma como se processam as ligações e nas conseqüentes limitações de serviços e dispêndios monetários. No caso do projecto acima transcrito, assiste-se claramente a um potencial empreendimento económico com fins lucrativos, com um vasto leque de serviços de aplicações abrangentes, abarcando obviamente custos de adesão e de aquisição de equipamentos capacitados, bem como contratos de fidelização para o utilizador final.

Transparent Call – Projectos Relacionados

No projecto que elaborei, o propósito mantém-se (chamadas a abaixo custo), mas desta feita o utilizador final não fica sujeito quaisquer obrigações contratuais (exceptuando o serviço de ligação á Internet a um qualquer ISP), ou de aquisição de equipamentos terminais, uma vez que este sistema foi pensado para telemóveis a partir da 2G, abrangendo a quase totalidade de telemóveis actualmente em utilização. Implica apenas a instalação e configuração de um servidor *Free Ware* no PC ou *Desktop* de acesso á *Internet* e a aquisição ou conversão de um SIM da mesma rede telefónica do terminal, por razões económicas.

Ao contrário dos restantes sistemas de comunicação, este pode ser executado por qualquer entidade de forma interna, sem a necessidade de recorrer a terceiros para a obtenção do respectivo serviço.

3. Arquitectura

A arquitectura proposta passa pela configuração de um servidor VOIP, que possibilite o estabelecimento de comunicações internas e externas de forma automática ou manual.

Assim sendo, o servidor terá de suportar atendimentos automáticos e reencaminhamentos internos e externos; Deverá ser ainda possível efectuar marcações manuais, para os casos dos equipamentos que não suportam aplicações móveis.

Relativamente a aplicação móvel, esta terá de efectuar autenticação, após o qual permitirá efectuar escolha do destinatário manualmente ou através de consulta da lista telefónica.

De uma forma muito resumida a arquitectura resume-se a três grandes módulos, Cliente, Servidor e Rede Pública, nos quais irão ser implementadas diversas funcionalidades por forma a validar a solução.

Assim sendo, no Módulo cliente, irão poder ser executadas duas funcionalidades:

- Aplicação java para comunicação transparente;
- Conjunto de teclas de atalho para suporte a equipamentos sem suporte java;

Para o módulo servidor, que irá ser o módulo onde irão recair a maior parte das funcionalidades irão ser configuradas:

- IVR – Módulo de atendimento automático;
- Túneis de comunicação externos
- Extensão de mapeamento para comunicações internas
- Listas de validações (Pin List)
- Reencaminhamentos de Chamadas

Por forma a tornar a solução inteiramente independente da rede pública, e com vista a aumentar a autonomia da solução, no modulo da rede pública não existe qualquer alteração, bastando para isso a configuração do túnel de comunicação para com o servidor.

De seguida é apresentado o esquema resumo da solução, bem como o quadro das configurações a efectuar em cada módulo de suporte (fig 16,17- pag. 50 e tab 2 – pag. 60).

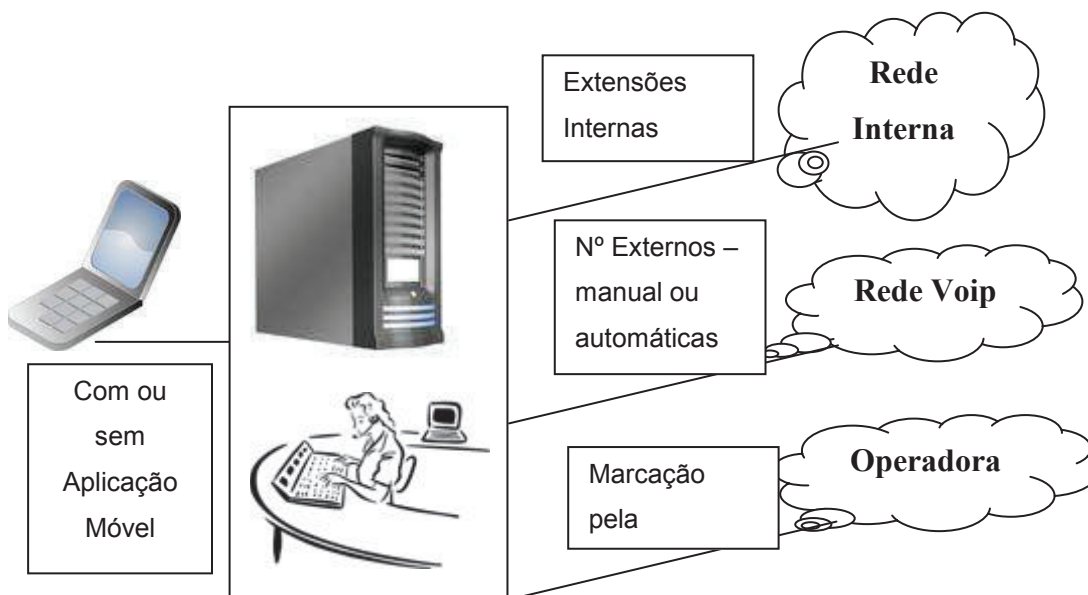


Figura 16 – Solução a implementar

Transparent Call

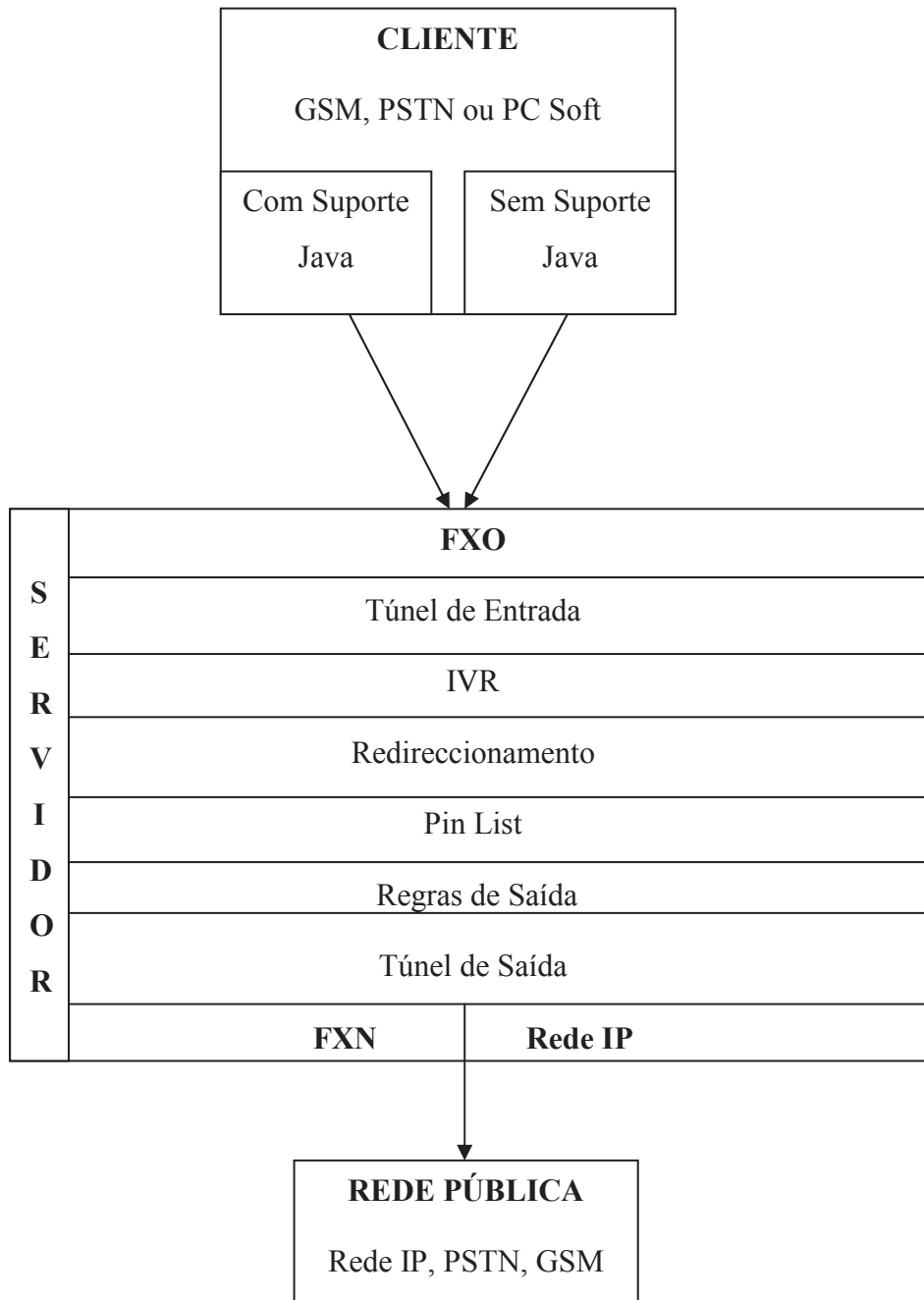


Figura 17 – Arquitectura Modelar da Solução

Configurações	<p>Configuração das soluções</p> <ul style="list-style-type: none"> - Túneis internos e externos - Configuração do IVR - Configuração de Autenticação - Configuração das Extensões - Configuração dos Reencaminhamentos
Interfaces de Comunicação	<p>Definir interfaces(Hardware) de Comunicação</p> <ul style="list-style-type: none"> - GSM -PSTNP - VoIP
Servidor VOIP	Definir Servidor e Respectivo Software

Tabela 2 – Tabela Arquitectural da Solução

Muitos dos módulos apresentados já se encontram desenvolvidos e são parte integrante das implementações “*asterix*”, mas a interligação dos vários módulos, em especial o de relacionar os túneis de entrada com o módulo de redireccionamento e depois com o túnel da saída é o “*kernel*” da arquitectura da solução que proponho.

De seguida irei descrever sucintamente cada um dos módulos, e posteriormente no capítulo da implementação (Cap. 4 – pag. 65), serão apresentadas em detalhe todas as configurações e funcionalidades.

3.1. Arquitectura Cliente

Como referenciado anteriormente, na fig 17 (pag. 59), o cliente será uma entidade genérica que possuirá um equipamento de comunicação, tendo sido a arquitectura pensada para suporte de equipamentos com ou sem suporte para aplicações java, que irá permitir automatização no processo de estabelecimento de chamadas.

Assim sendo, o módulo do cliente poderá ou não existir, sendo ele uma aplicação java, a ser instalada e configurado com o acesso ao servidor VoIP, e que permitirá ao utilizador efectuar as comunicações de forma transparente.

Como alternativa, e para clientes sem suporte de aplicações java, será implementado um sistema de menus que guiarão o utilizador durante o estabelecimento da chamada.

3.2. Arquitectura Servidor

Com vista a tornar a solução o mais transparente possível, o servidor irá conter a maioria dos módulos, e será dele toda a responsabilidade de estabelecimento e reencaminhamento de comunicações.

O Servidor terá obrigatoriamente de possuir o hardware necessário, interface PSTN (fxo/fxn), IP e ou GSM. A nível de software irão ser necessários a implementação dos módulos que irei passar a descrever.

3.2.1. Túnel de Entrada & IVR

O Túnel de entrada irá ter a definição e configuração da porta de entrada para com o servidor, que poderá ser PSTN ou GSM, dependendo do hardware que estiver implementado.

Este módulo engloba todas as configurações relacionadas com a interligação ao operador, as regras de entrega bem como as regras de redireccionamento das chamadas de entrada.

O IVR, ou menu de recepção automática, tem por finalidade apresentar a lista de opções de comunicações válidas no servidor, das quais uma delas será o redireccionamento das comunicações a serem reencaminhadas para o exterior.

Resumidamente, este menu será a implementação de uma recepcionista virtual, onde para além da mensagem de boas vindas deverá ser apresentadas as diversas possibilidades de comunicações.

3.2.2. Redireccionamento & Pin List

Nestes módulos reside o grande segredo do desenvolvimento e implementação dos conceitos do projecto, pois são destes módulos a responsabilidade de interligar e redireccionar comunicações de e para o exterior, sendo elas devidamente autenticadas.

Transparent Call

O módulo de Redirecionamento irá ter tarefas idênticas a um proxy, enquanto o módulo *Pin List* irá ser utilizado para autenticação dos identificadores telefónicos a serem autorizados, podendo a autenticação também passar por uma palavra-chave a ser solicitada ao utilizador.

Neste módulo irá ter de ser utilizadas as funcionalidades de redirecionamento utilizadas no módulo de “*Call Center*”, que será descrito no ponto 4.3 do próximo capítulo (pag. 80).

3.2.3. Regras de Saída & Túnel de Saída

Por fim os últimos dois módulos, são reservados as configurações das interfaces de saída, e das regras que irão definir os canais por onde o tráfego é encaminhado até ao destino.

Os túneis de saída, a nível de configuração e funcionalidades, são idênticos aos de entrada, mas são as regras que definem quais os túneis que irão ser utilizados a quando da realização de uma chamada para o exterior; Estas regras podem ainda estar associadas a regras de gestão horárias das comunicações.

4. Implementação

Após o estudo das tecnologias associadas e a construção de uma arquitectura para a solução, deparamo-nos com a necessidade de construir um testador, que comprove a viabilidade da arquitectura apresentada.

Assim sendo, iremos dedicar este capítulo ao estudo das necessidades de *Hardware* e *Software* à implementação do testador, bem como as respectivas configurações a serem realizadas.

4.1. Implementação do Testador

Para implementação do testador, foi necessário efectuar uma busca previa as tecnologias disponíveis e eventuais distribuições de carácter gratuito.

Para a implementação do testador será necessário:

- Linguagem de programação e IDE(desenvolver aplicação móvel);
- Servidor VoIP;
- Software para Pc "*Softphone*";
- Hardware (placa fxo/fxn ou gsm);

4.1.1. Linguagem JAVA

Necessária para o desenvolvimento da aplicação móvel a ser implementada nos dispositivos móveis para comunicação directa com o servidor, deveria ser escolhida a linguagem versatilidade e portátil para qualquer equipamento móvel.

Tendo avaliado as várias possibilidades e características, optei pela utilização da linguagem de programação java.

Java é uma linguagem de programação orientada a objecto desenvolvida na década de 90 por uma equipa de programadores chefiada por James Gosling, na empresa Sun Microsystems. Diferentemente das linguagens convencionais, que são compiladas para código nativo, a linguagem Java é compilada para um "bytecode" que é executado por uma máquina virtual. A linguagem de programação Java é a linguagem convencional da Plataforma Java, mas não a sua única linguagem.

A linguagem Java foi projectada tendo em vista os seguintes objectivos:

- Orientação a objecto - Baseado no modelo de Smalltalk e Simula67;
- Portabilidade - Independência de plataforma - *"write once, run anywhere"*;
- Recursos de Rede - Possui extensa biblioteca de rotinas que facilitam a cooperação com protocolos TCP/IP, como HTTP e FTP;
- Segurança - Pode executar programas via rede com restrições de execução;

Transparent Call

Além disso, podem-se destacar outras vantagens apresentadas pela linguagem:

- Sintaxe similar a Linguagem C/C++ e principalmente, a C#.
- Facilidades de Internacionalização - Suporta o formato nativo de caracteres Unicode;
- Simplicidade na especificação, tanto da linguagem como do "ambiente" de execução (JVM);
- É distribuída com um vasto conjunto de bibliotecas (ou APIs);
- Possui facilidades para criação de programas distribuídos e multitarefa (múltiplas linhas de execução num mesmo programa);
- Deslocação de memória automática por processo de colector de lixo (*garbage collector*);
- Carga Dinâmica de Código - Programas em Java são formados por uma colecção de classes armazenadas de forma independente e que podem ser carregadas no momento de utilização.

4.1.1.1. J2ME

Das inúmeras extensões que a linguagem JAVA possui, uma delas é a J2ME.

Java Platform, Micro Edition, Java ME, ou ainda J2ME, é uma tecnologia que possibilita o desenvolvimento de software para sistemas e aplicações embarcadas, ou seja, toda aquela que roda em um dispositivo de propósito específico, desempenhando alguma tarefa que seja útil para o dispositivo..

Transparent Call - Implementação

É a plataforma Java para dispositivos compactos, como celulares, PDAs, controles remotos, e uma outra gama de dispositivos. Java ME é uma colecção de APIs do Java definidas através da JCP (Java Community Process).

A comunidade JCP adoptou duas abordagens para especificar as necessidades dos pequenos dispositivos - a sua arquitectura computacional. Primeiro definiram o ambiente de execução JRE (*Java Run-Time Environment*), e um conjunto de classes básicas, chamadas de core, que operam sobre cada dispositivo. Isso foi denominado de Configurações. Uma configuração define a JVM (*Java Virtual Machine*) para um pequeno e específico dispositivo computacional. Há duas configurações para um dispositivo embarcado, uma para dispositivos com maior capacidade computacional (do inglês *High-end consumer devices*), denominado CDC (*Connected Device Configuration*). A outra com menor capacidade computacional (do inglês *Low-end consumer devices*), denominado CLDC (*Connected Limited Device Configuration*).

A segunda abordagem foi definida como um perfil. Um perfil consiste num conjunto de classes que possibilita os desenvolvedores de software implementarem as aplicações de acordo com as características das aplicações dos pequenos dispositivos computacionais. Foi denominado o MIDP (*Mobile Information Device Profile*), oferecendo recursos como rede, componentes de interface, armazenamento local, etc.

4.1.1.1.1. API's

Agregado a extensão J2ME para linguagem de programação JAVA, estão disponíveis as seguintes API's, que nos possibilitam o desenvolvimento de todo um conjunto de aplicações móveis.

- CLDC 1.0 (JSR 30)
 - CLDC 1.1 (JSR 139)
- MIDP 1.0 (JSR 37)
 - MIDP 2.0 (JSR 118)
 - MIDP 3.0 (JSR 271)
- Bluetooth API (JSR 82)
- Mobile Media API (JSR 135)
- Security and Trust Services API (JSR 177)
- Wireless Messaging (JSR 120)
 - Wireless Messaging 2.0 (JSR 205)
- Location API (JSR 179)
- Mobile 3D Graphics API (JSR 184)
 - Mobile 3D Graphics API 2.0 (JSR 297)
- Scalable 2D Vector Graphics API (JSR 226)
 - Scalable 2D Vector Graphics API 2.0 (JSR 287)
- Payment API (JSR 229)
- Java Bindings for OpenGL® ES (JSR 239)

Além do CLDC, que é voltado para o uso em dispositivos mais limitados como celulares, há também o CDC que é utilizado em dispositivos com um pouco mais de recursos, como em decodificadores de TV Digital, sistemas embarcados, etc. No CDC está inclusa a especificação do JavaTV, que é uma API para desenvolvimento de aplicativos interativos adotados pelo SBTVD. Apesar da especificação do JavaDTV já estar pronta, ainda não há nenhuma implementação disponível. O JavaDTV inclui o JavaTV além de outras API's específicas do padrão de Tv Digital.

4.1.2. NetBeans IDE

O NetBeans IDE é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) gratuito e de código aberto para desenvolvimento de software.

O NetBeans foi iniciado em 1996 por dois estudantes checos na Universidade de Charles, em Praga, quando a linguagem de programação Java ainda não era tão popular como actualmente. No Início o nome do projecto era Xelfi, em alusão ao Delphi, pois, a pretensão deste projecto era ter funcionalidades semelhantes aos IDE's (ambiente de desenvolvimento integrado) então populares do Delphi que eram mais atractivos por serem ferramentas visuais e mais fáceis de usar, porém com o intuito de ser totalmente desenvolvido em Java.

Em 1999 o projecto já havia evoluído para uma IDE proprietário, com o nome de NetBeans DeveloperX2 nome este que veio da ideia de reutilização de componentes que era a base do Java. Nessa época a empresa Sun Microsystems desistiu da sua IDE Java Workshop e procurando novas

Transparent Call

iniciativas, adquiriu o projecto NetBeans DeveloperX2 incorporando-o na sua linha de softwares.

Por alguns meses a Sun mudou o nome do projecto para *Forte for Java* e manteve-o por um bom tempo como software proprietário, porém, em Junho de 2000 a Sun disponibilizou o código fonte do IDE NetBeans tornando-o numa plataforma *OpenSource*. Desde então a comunidade de desenvolvedores que utilizam e contribuem com o projecto não parou de crescer, tornando-se uma das IDE's mais populares actualmente.

A IDE NetBeans é um ambiente de desenvolvimento multiplataforma, uma ferramenta que auxilia programadores a escrever, compilar, debug e instalar aplicações; Foi architectada em forma de uma estrutura reutilizável que visa simplificar o desenvolvimento e aumentar a produtividade pois reúne em uma única aplicação todas estas funcionalidades. Totalmente escrita em Java, mas que pode suportar qualquer outra linguagem de programação ou linguagem que desenvolva com *Swing*, algumas das linguagens de programação que o NetBeans suporta são o C, C++, Ruby e PHP. Também suporta linguagens de marcação como XML e HTML.

O NetBeans fornece uma base sólida para a criação de projectos e módulos, possui um grande conjunto de bibliotecas, módulos e API's (Application Program Interface, um conjunto de rotinas, protocolos e ferramentas para a construção de aplicativos de software) além de uma vasta documentação inclusive em português bem organizada; tais ferramentas auxiliam o programador de forma a escrever o seu software de maneira mais rápida e estruturada. A distribuição da ferramenta é realizada sob as condições da SPL (Sun Public License), uma variação da MPL (Mozilla Public License), esta licença tem como objectivo garantir a redistribuição de conhecimento à comunidade de desenvolvedores quando novas funcionalidades forem incorporadas à ferramenta.

Transparent Call - Implementação

Actualmente está distribuído em diversos idiomas e isto tem-no tornado cada vez mais popular, facilitando o acesso a iniciantes em programação e possibilitado o desenvolvimento de aplicativos multilingua.

Como o NetBeans é escrito em Java, é independente de plataforma, funciona em qualquer sistema operacional que suporte a máquina virtual Java (JVM).

Alguns dos seus principais recursos são:

- Editor de código fonte integrado, rico em recursos para aplicações Web (Servlets e JSP, JSTL, EJBs) e aplicações visuais com Swing que é uma API (Interface de Programação de Aplicativos) Java para interfaces gráficas. A API *Swing* procura desenhar por conta própria todos os componentes, ao invés de delegar essa tarefa ao sistema operacional, como a maioria das outras APIs de interface gráfica trabalham;
- Visualizador de classes integrado ao de interfaces, que gera automaticamente o código dos componentes de forma bem organizada, facilitando assim o entendimento de programadores iniciantes;
- Suporte ao Java *Enterprise Edition*, plataforma de programação de computadores que faz parte da plataforma Java voltada para aplicações *multilayers*, baseadas em componentes que são executados num servidor de aplicações;
- *Plugins* para UML, *Unified Modeling Language*, linguagem de modelagem não proprietária de terceira geração, e desenvolvimento remoto em equipas; interface amigável com CVS ou *Concurrent Version System* (Sistema de Versões Concorrentes) é um sistema de controle de versão que permite que se trabalhe com diversas versões

Transparent Call

de arquivos organizados em directórios locais ou remotos, mantendo as suas versões antigas e os log's de quem e quando manipulou os arquivos;

- CSS, algumas funcionalidades para editar folhas de estilos como destaque, recursos de auto-completar, análise de código;
- *Help* local e on-line; *debug* apurado de aplicações e componentes;
- Auto-completar avançado; total suporte ao ANT, ferramenta de automatização da construção de programas e TOMCAT, servidor de aplicações Java para *web*;
- Integração de módulos;
- Suporte a *Database* (banco de dados), *Data view* e *Connection wizard* que são os módulos embutidos na IDE; geração de Javadoc: a ferramenta permite a geração automática de arquivos javadoc em HTML a partir dos comentários inseridos no código, além de recursos que facilitam a inclusão de comentários no código.

4.2. Servidor Voip

Para os fins que pretendemos, o servidor de VoIP escolhido é o Elastix pelas suas características de abrangência protocolar (suporta SIP, H323, IAX, MGCP), projecção universal (corre nas plataformas GNU/Linux, BSD, MacOS/X), actualização constante e estabilidade lógica.

Trata-se sobretudo de uma conjugação e racionalização de bens e meios, que tornam mais abrangentes e proveitosos os serviços já existentes e de virtudes comprovadas, com vista à emancipação de recursos pela independência e mobilidade que imprimem, e ainda com benesses economicistas.

Na abordagem que se segue são tratados alguns dos servidores *PBX*, com base em *software Asterisk*, disponíveis no mercado das Ferramentas para a comunicação *Low Cost*. O objecto principal visa a comparação de algumas das principais características destes recursos (fig. 18 pag. 78).



O **Asterisk** (nome inspirado no símbolo [“*”]), é uma implementação, por *software*, de um *PBX*, criado em 1999 por Mark Spencer (Digium). Tal como qualquer outro *PBX*, este permite que os telefones a ligados si troquem ligações no seu universo, garantindo ainda o acesso a outros serviços telefónicos, incluído a rede telefónica pública comutada (PSTN) e as redes VoIP. A licença do *software* é gratuita (GPL), permitindo que comunidades de programadores pelo Mundo fora possam contribuir para o melhoramento

Transparent Call

desta aplicação, acrescentando-lhe funcionalidades ou reportando e corrigindo bugs. Embora originalmente criado para Linux, o Asterisk corre actualmente em vários sistemas operativos incluindo *NetBSD*, *FreeBSD*, *Mac OS X* e *Solaris*. A versão para Windows é conhecida por AsteriskWin32.

Em modo gráfico ou linha de comando, o Asterisk mostra a sua polivalência utilitária e de público-alvo facilitando assim a sua configuração independentemente do grau de conhecimento do utilizador. Aos especialistas reserva-se a possibilidade de configuração via SSH.

Inclui funcionalidades disponíveis em sistemas PBX proprietários de que são exemplo: o *voicemail*, a conferência, a *interactive voice* response e a distribuição automática de chamadas. Possibilitando a configuração de core de um PBX, seja ele híbrido ou IP, permite a ligação entre chamadas, o controlo de rotas, activar serviços e possibilitar a ligação ao mundo exterior através de ligações IP : analógicas (POTS) ou digitais (T1/E1).

O Asterisk pode ainda assumir a configuração de centro de um media gateway, fazendo de bridge entre a PSTN e a rede telefónica IP. A sua arquitectura permite-lhe interagir com uma larga gama de protocolos de comunicação e *codecs* multimédia.

Não exige a instalação do Apache ou MySQL no servidor.



O servidor VoIP **Sysadminman** é uma ferramenta personalizada que conjuga o modelo Asterisk, o interface gráfico FreePBX e a funcionalidade A2Billing. É construída a partir do CentOS 5.2 e inclui as 3 principais aplicações mais procuradas num servidor VOIP. O Lighttpd é utilizado como servidor *Software* (ao invés do *Apache*) o que significa uma maior eficiência

Transparent Call - Implementação

no que diz respeito ao uso de memória. FreePBX é um GUI (*Graphical User Interface*) para configuração do Asterisk, e o A2billing é um pedido de facturação Asterisk o que lhe permite vender cartões telefónicos ou rescisão. FreePBX e A2Billing foram integradas para que trabalhem em conjunto e estão configurados para conexões seguras sobre https.



Surgido em 2004 como *Asterisk@Home*, o **Trixbox Community Edition (CE)** é o *software* de código aberto e distribuição *Asterisk* que mais rapidamente tem crescido pelo mundo, tanto em popularidade como no número de utilizadores, estimando-se uma média de 65000 *downloads* desta ferramenta por mês.

Este é composto por três ferramentas essenciais: o sistema operativo, o PBX e a interface gráfica. O Sistema Operativo utilizado na plataforma Trixbox é o CentOS, uma das múltiplas distribuições Linux existentes construída em cima de Apache, MySQL e PHP. O papel do PBX (Central Telefónica) é desempenhado pelo *software* Asterisk. A interface gráfica permite configurar e gerir o Asterisk de forma rápida e fácil, evitando o recurso à linha de comandos. Esta interface gráfica é criada através do *software* FreePBX.

Lançado em Junho de 2009, o Trixbox CE v2.8 é o mais recente e actualizado *software* da gama Trixbox. Esta versão oferece uma maior fiabilidade e novas funcionalidades, das quais se destacam um módulo para gerar relatórios de dados referentes às chamadas, uma nova ferramenta para a configuração de interfaces de redes, novas opções de administrador

Transparent Call

e uma nova ferramenta de gestão de telefones IP que suporta Polycom, Linksys, Cisco, Grandstream e Snom.



O **PBX In A Flash** é descrito como um "Lean, Asterisk Mean Machine" o que se deve ao facto de se tratar de um *software* simplista, visto que uma das suas principais características é a de não incluir alguns dos "extras" não essenciais, normalmente copulados a outras distribuições. De segurança acessória, mesmo na forma standard, demonstrada nas Iptables e Fail2Ban que bloqueiam o acesso a partir de computadores onde se verifiquem demasiadas falhas de ssh, httpd e de tentativas SIP login. As actualizações do PBX In A Flash são compiladas a partir da fonte e aplicadas via ssh scripts. Esta razão pode tornar as actualizações do PBX In A Flash mais complicadas do que no Elastix e no Trixbox , visto que ambos possuem um web gui para aplicação destas.



Elastix é um *software* que integra as melhores ferramentas disponíveis para PBXs baseados em Asterisk, numa interface simples e fácil de utilizar, para além de possuir o seu próprio conjunto de utilidades e permitir a criação de módulos para melhorar os pacotes dentro do *software* de código aberto disponíveis para a telefonia.

Transparent Call - Implementação

As metas do Elastix são: Ser confiável, modular e de fácil utilização. Estas funcionalidades aliadas à vontade de fazer mais, são a melhor razão para implementar um PBX baseado em Asterisk. As características oferecidas pela Elastix são variadas. A implementação Elastix integra vários módulos de *software*, cada um com seu conjunto de características próprio.

Além disso a Elastix acrescenta novas interfaces de vigilância e informação de si mesmo, tornando-se este num pacote bastante completo.

São exemplo de alguns recursos disponibilizados pela Elastix:

- Suporte para Vídeo, possibilita a utilização de vídeo chamadas.
- Suporte para Virtualização, possibilita correr em múltiplas máquinas virtuais sobre a mesma máquina. É possível correr múltiplas máquinas virtuais Elastix sobre o mesmo hardware.
- Interface Web para o utilizador.
- “Fax e e-mail” para faxes de entrada. Também se pode enviar algum documento digital a um número de fax através de uma impressora virtual.
- Interface para taxas.
- Configuração gráfica de parâmetros da rede.
- Relatórios de utilização dos recursos.
- Opções para reiniciar/desligar remotamente.
- Relatórios de chamadas de entrada/saída e utilização dos canais.
- Módulo de Voicemail integrado.
- Interface Web para Voicemail.
- Módulo integrado com painel de Operador.

Transparent Call

- Módulos incluídos SugarCRM e Calling Card.
- Secção de download e acessórios mais utilizados.
- Interface de ajuda integrado.
- Servidor de mensagens instantâneo (Openfire) integrado.
- Suporte multi-linguagem.

A Elastix desenvolveu uma interface web que permite aos seus utilizadores aceder aos vários programas que o compõem, para que o conjunto se afigure como um só produto completo.

	SYSADMINMAN	ASTERISK v1.6	TRIXBOX v2.8	PBX IN A FLASH v1.4	ELASTIX v1.5
	standard	mini	standard	standard	max
Memory	384 MB	256 MB	384 MB	384 MB	512 MB
Disk	10 GB	7 GB	10 GB	10 GB	15 GB
Bandwidth per month	200 GB	150 GB	200 GB	200 GB	400 GB
Asterisk	✓	✓	✓	✓	✓
FreePBX web GUI	✓	✗	✓	✓	✓
VoiceMail	✓	✓	✓	✓	✓
Music-on-hold	✓	✓	✓	✓	✓
Conferences	✓	✓	✓	✓	✓
Call Queues	✓	✓	✓	✓	✓
IAX2 / SIP	✓	✓	✓	✓	✓
IVR	✓	✓	✓	✓	✓
Call Detail Reports (CDRs)	✓	✓	✓	✓	✓
DISA	✓	✓	✓	✓	✓
A2Billing	✓	✗	✗	✗	✓
E-mail Server	✗	✗	✗	✗	✓
SugarCRM / vTigerCRM	✗	✗	✗	✗	✓
Call Center Module	✗	✗	✗	✗	✓

Figura 18 – Comparação entre Soluções *opensource* PBX's ⁽¹⁾

(1) Retirado do syte do Elastix - Bibliografia

4.3. Módulo de Central de atendimento

Uma central de atendimento (*call center* em inglês) é composta por estruturas físicas e de pessoal, que têm por objectivo centralizar o recebimento de ligações telefónicas, distribuindo-as automaticamente aos intervenientes e possibilitando o atendimento aos utilizadores finais, realização de pesquisas de mercado por telefone, vendas, retenção e outros serviços por telefone, Web, Chat ou *e-mail*.

Nas centrais de atendimento que usam tecnologia mais avançada nas posições de atendimento (PA's), os operadores contam com terminais de vídeo ou computadores ligados em rede que permitem consultar e efectuar registos das chamadas e dos atendimentos realizados. Também são utilizados *softwares* que monitorizam e/ou gravam as ligações telefónicas e controlam o fluxo das chamadas, fornecendo dados para o melhor gestão dos recursos humanos e tecnológicos.

As maiores empresas/corporações utilizam as centrais de atendimento como forma de interagir e criar relacionamento com os seus clientes. Os exemplos incluem companhias de serviço público, empresas de catálogos via correio, etc.

O Módulo de Call Center, disponível para os PBX's, é um módulo que incorpora a tecnologia do IVR, FollowMe, e do RingGroup, que permite a configuração de atendimentos automáticos por parte de operadoras previamente registadas.

Tem ainda capacidades de definição de planos de tarifários e campanhas tarifárias a serem aplicadas de forma temporária ou definitiva.

4.3.1. Instalação

No elastix a instalação do módulo “Call Center” é bastante simples, basta para isso efectuar os seguintes passos:

1. Download do módulo CallCenter do site;
2. Na interface Web de administração ir ao separador “System - LoadModule” e carregar o módulo (fig 19).



Figura 19 – Carregamento do Modulo de Call Center

4.4. VoIP Software

Mais conhecidos por *SoftPhones*, os Simuladores de Telefones VoIP são aplicações que permitem realizar comunicações VoIP através de um computador ou de um PDA. Existem vários softwares clientes que permitem a realização de chamadas, oferecendo ainda outros serviços como *instant messaging* e vídeo chamadas, entre outros.

Na tabela que se segue (tab. 3) encontram-se alguns exemplos de *softphones* utilizados para aceder aos serviços oferecidos por esta tecnologia.

Programa	S.O.	Licença	Outras Funcionalidades	Localização
X-Lite	Windows, Mac, Linux	Freeware	Conferência (voz e vídeo), Video-Chamada, IM	http://www.counterpath.com
eyeBeam	Windows, Mac, Linux	Comercial	Conferência (voz e vídeo), Video-Chamada, IM, 6 linhas SIP	http://www.counterpath.com
Ekiga	Linux (Versão Beta para Windows)	GNU/GPL	Conferência (voz e vídeo), Video-Chamada, IM	http://ekiga.org
SJPhone	Windows, Mac, Linux	GNU/GPL	Nada a Registrar	http://www.sjlabs.com
Zoiper	Windows, Mac, Linux	Freeware	Envio e recepção de faxes em T38, & linhas SIP	http://www.zoiper.com
Bol SIPPhome	Windows, Linux	Freeware	Conferência, Video-Chamada, 5 linhas SIP	http://www.bol2000.com

Tabela 3 - Tabela de comparativa de Softphones

Transparent Call

O software **X-lite** é uma ferramenta gratuita, de fácil configuração e utilização que utiliza o protocolo SIP. Actualmente existem duas versões, de interfaces bastante distintas, o X-Lite 2.0 para Linux, que utiliza o código base do ancestral X-Pro, e o X-Lite 3.0 para *Windows* e Mac OS X que utiliza o código base do eyeBeam. Enquanto a primeira apenas permite o envio e recepção de áudio, a segunda possui ainda funcionalidades como suporte de vídeo e *instant messaging*.

A ferramenta **eyeBeam** é a versão paga do X-Lite, que para além das funcionalidades deste apresenta ainda opções como a realização de ligações em simultâneo até ao limite máximo de seis (6 linhas SIP), independentemente do serviço (voz ou vídeo).

O **Erkiga** é um *software* desenvolvido essencialmente para Linux, existindo apenas na versão beta para *Windows*. Este aplicativo permite usufruir de todas as propriedades de uma videoconferência vanguardista para além do natural suporte e promoção inteligente de chamadas entre computador e telefone IP.

O **SJPhone** é um *softphone* cliente bastante limitado, uma vez que as suas funcionalidades limitam-se as chamadas de voz, no entrando emerge como uma das aplicações mais utilizadas pela sua popularidade entre os utilizadores e pela sua simplicidade de configuração e utilização.

O **Zoiper** é um *software* gratuito de funcionalidades semelhantes aos restantes *softphones*, mas que se destaca pela capacidade de enviar e receber faxes utilizando o protocolo T38. Esta característica é útil pois o T38 é o protocolo utilizado no envio e recepção de faxes sobre uma rede IP.

O *software* **BOL SIPPhone** utilitário cliente, de voz e vídeo, que necessita de um outro *software* adicional para iniciar as ligações (ex: K-Lite). Embora funcione por VoIP, trata-se de uma ferramenta de configuração complexa e utilidade secundária para serviços de conferência e vídeo-conferência.

4.5. Implementação & Configuração do Servidor Voip

A Primeira tarefa foi implementar o servidor; O Servidor Elastix tem por base o sistema operativo “CentOs”, e tem como base o serviço ASterisk PBX.

A Instalação é bastante simples, e permite a nível de instalação, poucas configurações e escolhas, mas essas tarefas podem ser sempre efectuadas posteriormente.

O manual de instalação é apresentado em anexo no livro “*elastix without tears*” (Anexo 6).

Tarefas a realizar para a configuração:

- Configurar extensões
- Configurar rotas de entradas
- Configurar rotas de saída

Transparent Call

- Configurar túneis de saída
- Configurar IVR
- Configuração da Autenticação

4.5.1. Configuração túneis

Os túneis, mais conhecidos por “Trunk”, são ligações de saídas configuradas no servidor possíveis de ser utilizadas para as diversas comunicações; Podem ser de vários tipos, dependendo dos operadores e do tipo de ligações.

Add a Trunk

- Add Zap Trunk (DAHDI compatibility mode)
- Add IAX2 Trunk
- Add SIP Trunk
- Add ENUM Trunk
- Add DUNDi Trunk
- Add Custom Trunk

Figura 20 – Escolha Trunk

Na maioria dos casos as operadores disponibilizam toda a informação necessário para a configuração do respectivo “trunk”.

Transparent Call - Implementação

Como já referido, no livro em anexo “*elastix without tears*” (Anexo 4), são apresentados exemplos de configurações para os operadores de maior relevo mundial.

Os Parâmetros de configuração são diversos e variam consoante o tipo de “Trunk”.

Para a elaboração da tese, criei uma conta SIP no operador “VOIPBUSTER”, e efectuei a respectiva configuração (fig. 21).

The screenshot shows the configuration interface for a SIP Trunk. At the top, it indicates 'In use by 1 route'. The 'General Settings' section includes: 'Outbound Caller ID' set to 'acpserv', 'Never Override CallerID' checked, 'Maximum Channels' empty, 'Disable Trunk' set to 'Disable', and 'Monitor Trunk Failures' set to 'Enable'. The 'Outgoing Dial Rules' section shows a 'Dial Rules' list with '0|XXXXXXXX' and a 'Clean & Remove duplicates' button. Below that, 'Dial Rules Wizards' is set to '(pick one)', and 'Outbound Dial Prefix' is '0'. The 'Trunk Name' is 'voipbuster'. The 'PEER Details' section contains a list of configuration parameters: 'disallow=all', 'allow=alawgsm', 'context=frore-pstn', 'dtmfmode=inband', 'fromdomain=sip.voipbuster.com', 'fromuser=acpserv', 'host=sip.voipbuster.com', 'insecure=very', 'nat=yes', 'qualify=yes', and 'username=acpserv'. The 'Incoming Settings' section is partially visible at the bottom.

Figura 21 – Configuração Trunk Sip

4.5.2. Configuração regras de saída

Associados aos “*Trunk’s*”, surgem as regras de saída, mais conhecidas pelas “*Outbound Routes*”; As *Outbound Routes* são um conjunto de regras que servem para seleccionar, de entre os vários “*trunk’s*”, o que irá ser utilizado.

Podemos configurar um numero infindável de regras de saída, dependendo das nossas necessidades.

De entre os vários parâmetros, encontram-se a sequencia de “*trunk’s*” a ser utilizada, a configuração numérica utilizada para a tomada de decisão, e a possibilidade de implementação de autenticação, explicado mais a frente na secção 6.1.4.

No anexo “*elastix without tears*” (Anexo 4), encontramos também uma secção que nos ajuda e explica os vários passos da configuração dessas mesmas regras.

No meu caso a regra de saída utilizada foi “0|XXXXXXXXXX”, e a sequência de “*trunk’s*” contem o trunk configurado (fig. 21 – pag. 88).

Edit Route

⊖ Delete Route 0_Outside

Route Name: 0_Outside

Route Password:

PIN Set: None ▾

Emergency Dialing:

Intra Company Route:

Music On Hold?: default ▾

Dial Patterns

0|XXXXXXXX

Dial patterns wizards: (pick one) ▾

Trunk Sequence

0 SIP/soipbutter

1 ZAP/g0

Figura 22 – Configuração da Rota Saida

4.5.3. Configuração regras de entrada

Similar como as regras de saída, encontramos as regras de entrada, em inglês, “*Inbound Routes*”. Estas regras são utilizadas para definir o comportamento das comunicações recebidas do exterior.

Este tipo de regras possui muitos parâmetros configuráveis, que vão desde o reencaminhamento directo, passando por transferências para fax’s ou até redireccionamento para recepcionista digital.

Transparent Call

No meu caso a rota é apenas uma, “any DID, any CID”, rota que define todas as comunicações de entrada, e as reencaminhada directamente para a recepcionista virtual (fig. 23).

Add Incoming Route

Add Incoming Route

Description:
DID Number:
Caller ID Number:
CID Priority Route:
Options

Alert Info:
CID name prefix:
Music On Hold:
Signal RINGING:
Pause Before Answer:
Privacy

Privacy Manager:
Fax Handling

Fax Extension:
Fax Email:
Fax Detection Type:
Pause After Answer:
CID Lookup Source

Source:
Set Destination

Queues:
 Terminate Call:
 Extensions:
 DISA:
 Phonebook Directory:
 IVR:

Figura 23 – Configuração Rota de Entrada

4.5.4. Configuração Autenticação

Para configuração da autenticação do servidor, utilizei a funcionalidade já existente no asterisk, que são as “Pin List”, e as palavras-chaves associadas as ligações.

Esta escolha foi tomada, em detrimento da autenticação inicialmente proposta de login/password registados em base de dados por vários motivos:

1. Os Script's de autenticação iriam criar um processo mais moroso na autenticação;
2. Para aumentar a abrangência de equipamentos móveis;
3. Minimizar possíveis erros de comunicação de serviços.

As “*Pin List*” são listas de números que irão ser permitidos para efectuar as respectivas chamadas.

Ao contrario das palavras-chaves, as “*Pin Lit's*” são mais flexíveis e possíveis de associar a qualquer regra de comunicação.

A configuração da *Pin List* é apresentada na figura que se segue (fig. 24 – pag. 91).

Transparent Call

Add PIN Set

PIN Sets are used to manage lists of PINs that can be CDR record's 'accountcode' field.

New PIN Set

PIN Set Description:

Record In CDR?:

PIN List:

Figura 24 – Configuração da Pin List

As palavras-chave, são associadas as respectivas ligações, e a sua configuração é efectuada no separador da criação da respectiva regra. Podem ser configuradas ambas as formas de validação (fig. 25).

Add Route

Route Name:

Route Password:

PIN Set:

Figura 25 – Configuração das Palavras-chaves

4.5.5. Recepcionista Digital

A Recepcionista digital, ou IVR (Interactive Voice Response systems), é o sistema de atendimento automático que permite simular o atendimento de chamadas por parte de uma operadora; Por outras palavras, é uma operadora electrónica que permite ser configurada por forma a simular a recepção das chamadas por parte de uma operadora e permite ser configurada para efectuar reencaminhamentos automáticos, ou execução de tarefas preestabelecidas.

Os menus do IVR possuem 10 opções, de 0 a 9, mas é possível configurar vários níveis de menus, possibilitando estender o número de opções disponibilizadas.

Por defeito, e após a configuração do IVR e das “*Inbound Rutes*” é possível efectuar reencaminhamentos internos de forma automática; Por razões de segurança, não é possível efectuar reencaminhamentos externos para o exterior, ou seja, a uma chamada externa não é permitida o reencaminhamento para o exterior a não ser por uma operadora ou por uma extensão interna associada a um número externo.

Deste modo foi necessário estudar e monitorizar os mecanismos de reencaminhamentos (opção *2), e os mecanismos do módulo de *CallCenter*, que me ajudaram a compreender e a efectuar a configuração necessária que torna possíveis os reencaminhamentos das chamadas externas.

A primeira informação que analise foi os relatórios de chamada, e reparei que quando se efectua uma transferência externa é efectuada uma nova

Transparent Call

chamada, ficando como responsável pela chamada o próprio servidor PBX, como se pode verificar pelo relatório abaixo (fig. 26).

	0244745676	Local/0244745676@from-internal-1974,2
2001	h	SIP/2001-09ba2f00
2001	s	SIP/2001-09ba2f00
	0244745676	SIP/2001-09ba2f00
2001	1	SIP/2001-09ba2f00
2001	s	SIP/2001-09b8de70
2000	3001	Local/3001@from-internal-xfer-1974,2
2001		SIP/2000-09bbd8b0
2001	2000	SIP/2001-09b8de70
2000	3001	Local/3001@from-internal-xfer-f295,2
2001		SIP/2000-09bb4138
2001	2000	SIP/2001-09b8de70
2001	s	SIP/2001-09b8de70
	0244745676	Local/0244745676@from-internal-xfer-19d8,2
2001	2000	SIP/2001-09b8de70
2001	1	SIP/2001-09bb0a68
	0244745676	Local/0244745676@from-internal-2e54,2
2001	h	SIP/2001-09bb0a68
2001	2000	SIP/2001-09b8de70
2001	2000	SIP/2001-09b8de70
	0244745676	Local/0244745676@from-internal-xfer-926b,2
2001		SIP/2000-09bb4138
2001	2000	SIP/2001-09b8de70
2001	s	SIP/2001-09b8de70
2001	1	SIP/2001-09ba4610
2001	s	SIP/2001-09ba4610

Figura 26 – Relatório de Chamadas

O Passo seguinte foi a análise aos log's, e aos ficheiros de configuração; Neste passo o módulo de "Call Center" teve um papel importante, pois ajudou-me a compreender os mecanismos de reencaminhamento, e que no depois de alguns testes, compreendi que este módulo não é necessário para a implementação da solução final.

Transparent Call - Implementação

Analisei também todas as configurações dos ficheiros, localizados em /etc/asterisk e a base de dados mysql, que o elastix utiliza como apoio de configuração (fig. 27, 28 e 29 pag. 95).

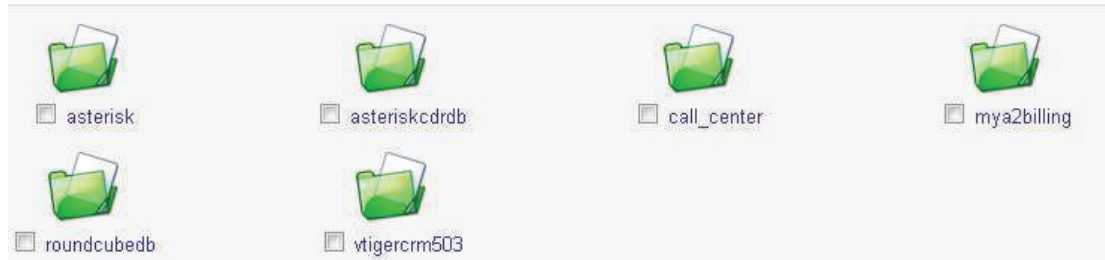


Figura 27 – Lista de bases de dados criadas pelo Elastix

Em conjunto com estes ficheiros, analisei com cuidado a base de dados “asterisk” e a base de dados do módulo de “Call Center”.

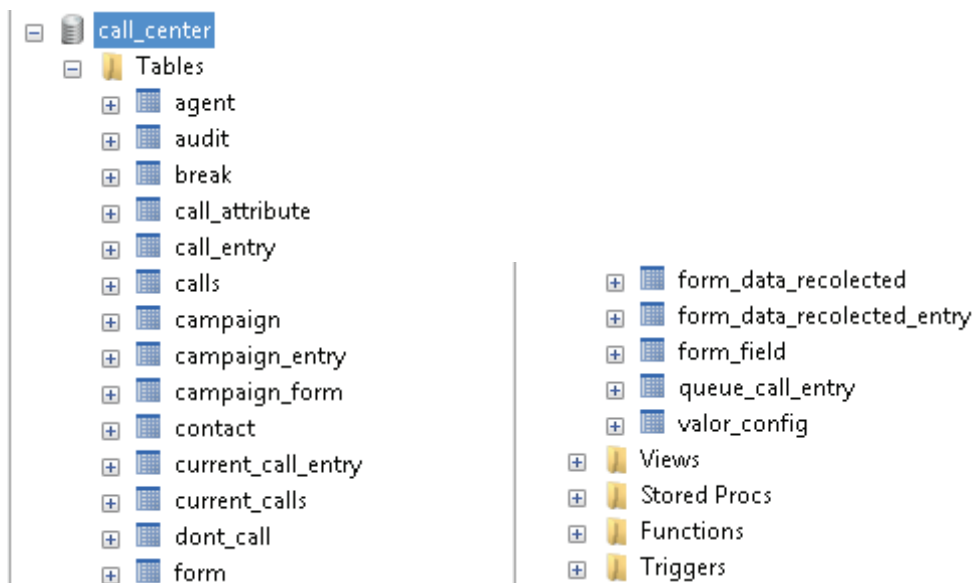


Figura 28 – Base de dados Call Center

Transparent Call

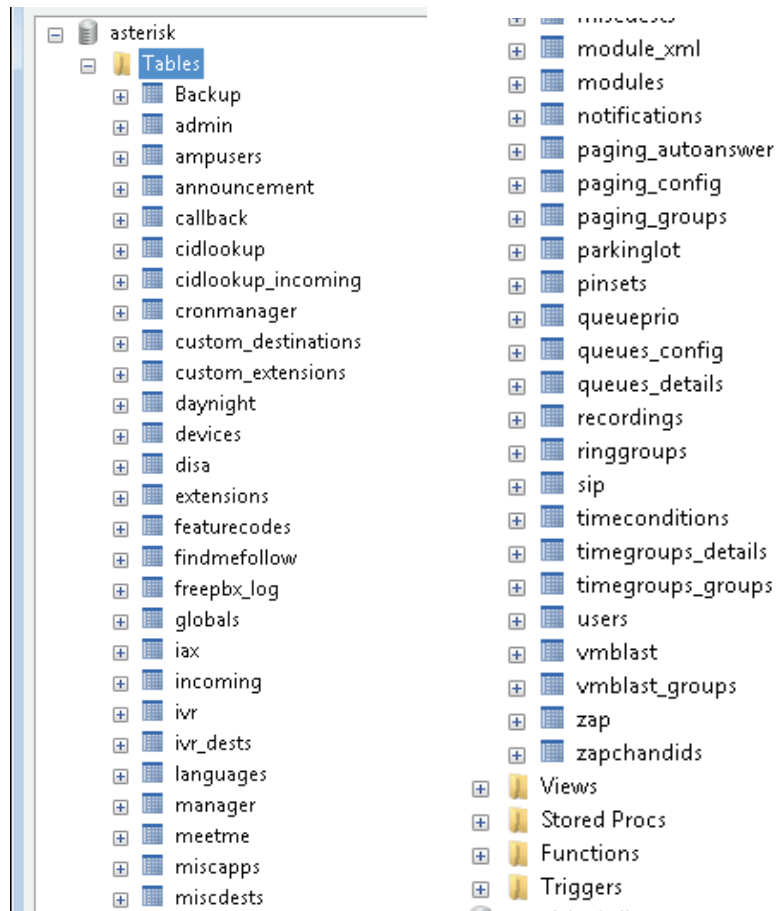


Figura 29 – Base de dados asterisk

Da análise de log's e da base de dados, denota-se que o módulo "DISA" (*Direct Inward System Access*) é o responsável pela interligação entre as comunicações internas e externas (fig. 30 – pag. 96).

```
.....  
DISA no-password login success  
.....  
Hey! chan SIP/2001-09ba2f00's context='disa-dial', and exten='0244745676'  
.....
```

Figura 30 – Extracto Log de Reencaminhamento

Após uma avaliação das configurações e consulta na internet, verifiquei a configuração “DISA” simples que é utilizada para obtenção de linha externa, mas o reencaminhamento obriga a um estabelecimento de uma nova chamada. O estrato da configuração DISA interno é apresentado abaixo (fig. 31).

```
[disa-dial]  
include => disa-dial-custom  
exten => _.,1,Noop(called ${EXTEN} in ${DISACONTEXT} by ${DISA})  
exten => _.,n,Dial(Local/${EXTEN}@${DISACONTEXT},300,${HANGUP})  
exten => _.,n,Gosub(s-${DIALSTATUS},1)  
exten => _.,n,Goto(${DISA})  
exten => s-ANSWER,1,Return()  
exten => s-CANCEL,1,Return()  
exten => s-BUSY,1,Playtones(busy)  
exten => s-BUSY,n,Wait(3)  
exten => s-BUSY,n,Return()  
exten => _s-.,1,Noop(DISA Dial failed due to ${DIALSTATUS} - returning to dial tone)  
exten => _s-.,n,Playtones(congestion)  
exten => _s-.,n,Wait(3)  
exten => _s-.,n,StopPlaytones  
exten => _s-.,n,Return()
```

Figura 31 – Registo Configuração DISA para

Transparent Call

Reparei que os reencaminhamentos manuais, através do *CallCenter* ou da opção *2, proporciona a criação dessa mesma ligação, então testei várias hipóteses de configuração que criassem essa ligação, por forma a simular o reencaminhamento interno.

Com este tipo de configuração, efectuamos a imolação do reencaminhamento de chamadas efectuado pela operadora (fig. 32).

```
[disa]
include => disa-custom
exten => 1,1,Set(_DISA="disa,1,newcall")
exten => 1,n(newcall),Set(_DISACONTEXT=from-internal)
exten => 1,n,Set(_KEEPCID=TRUE)
exten => 1,n,Set(TIMEOUT(digit)=5)
exten => 1,n,Set(TIMEOUT(response)=10)
exten => 1,n,DISA(no-password,disa-dial)
exten => 1,n(end),Hangup
```

Figura 32 – Configuração DISA para obtenção de Linha

Como poderemos verificar, a configuração do “DISA” difere na criação de uma nova ligação para obtenção de uma linha externa; Esta configuração foi um misto entre análise das transferências do “*Call Center*”, da opção de transferência *2, e de consulta de vários blog’s, fóruns e sites da internet. Após efectuar a configuração que foi apresentada anteriormente, os testes foram positivos e os reencaminhamentos foram efectuados de forma transparente com sucesso (fig. 33).

2001	1	SIP/2001-09ecb4f0
	0914614797	Local/0914614797@from-internal-980d,2
2001	1	SIP/2001-09ecb4f0

Figura 33 – Relatório de Chamadas com Reencaminhamento Automáticas

Digital Receptionist

Edit Menu Base1

Delete Digital Receptionist Base1
Used as Destination by 4 Objects:

Change Name:
Announcement:
Timeout:
Enable Directory:
VM Return to IVR:
Directory Context:
Enable Direct Dial:
Loop Before t-dest:
Timeout Message:
Loop Before i-dest:
Invalid Message:
Repeat Loops:

Return to IVR:
Leave blank to remove

- Queues:
- Terminate Call:
- Extensions:
- DISA:
- Phonebook Directory:
- IVR:

Queues:

Return to IVR:
Leave blank to remove

- Queues:
- Terminate Call:
- Extensions:
- DISA:
- Phonebook Directory:
- IVR:

Return to IVR:
Leave blank to remove

- Queues:
- Terminate Call:
- Extensions:
- DISA:
- Phonebook Directory:
- IVR:

Figura 34 – Configuração IVR

Transparent Call

Como podemos verificar pelo extracto do relatório de chamadas, as comunicações externas são agora possíveis de reencaminhar de forma transparente, pois é criada uma nova ligação para efectuar essa chamada com o exterior.

Estes testes iniciais foram efectuados utilizando a funcionalidade 7777, que permite simular uma chamada recebida do exterior por parte do nosso servidor, após implementado o IVR de teste “Base1” como é apresentado anteriormente (fig. 34 – pag. 98).

4.6. Aplicação Móvel

A aplicação móvel é um dos pontos sensíveis desta solução, pois a variedade de hardware, associado a variedade de sistemas e suportes para funcionalidades java, impossibilita o desenvolvimento de uma aplicação única de implementação genérica.

Foi então desenvolvido um protótipo de aplicação, e com a ajuda de uma pessoa externa desenvolvido o módulo de ligação, módulo esse, que não é apresentado a pedido da pessoa externa ao projecto.

4.6.1. Desenho Aplicação

O desenho da aplicação espelha os objectivos traçados para o projecto, mas a remodelação dos objectivos, e após a análise dos formatos de comunicação, verifiquei que as operadoras não suportariam encaminhamentos de dados em ligações GSM de voz.

Tendo em vista os vários pressupostos e as limitações das comunicações e operadoras GSM, a aplicação terá de efectuar a comunicação de forma transparente, efectuando a chamada para o servidor, pedir linha externa e a posterior remarcar o número de destino.

Por motivos de segurança, implementei ainda uma forma de autenticação básica para acesso a aplicação, que se resume a utilização de uma palavra-chave de acesso a mesma.

De seguida é apresentado o diagrama de fluxo da aplicação, que passará por:

- Ter um código inicial de entrada na aplicação;
- Escolher entre edição normal ou obtenção de número da lista;
- Efectuar a chamado para o servidor configurado;
- Pedir Linha externa, e efectuar autenticação;
- Remarcar numero final de destino.

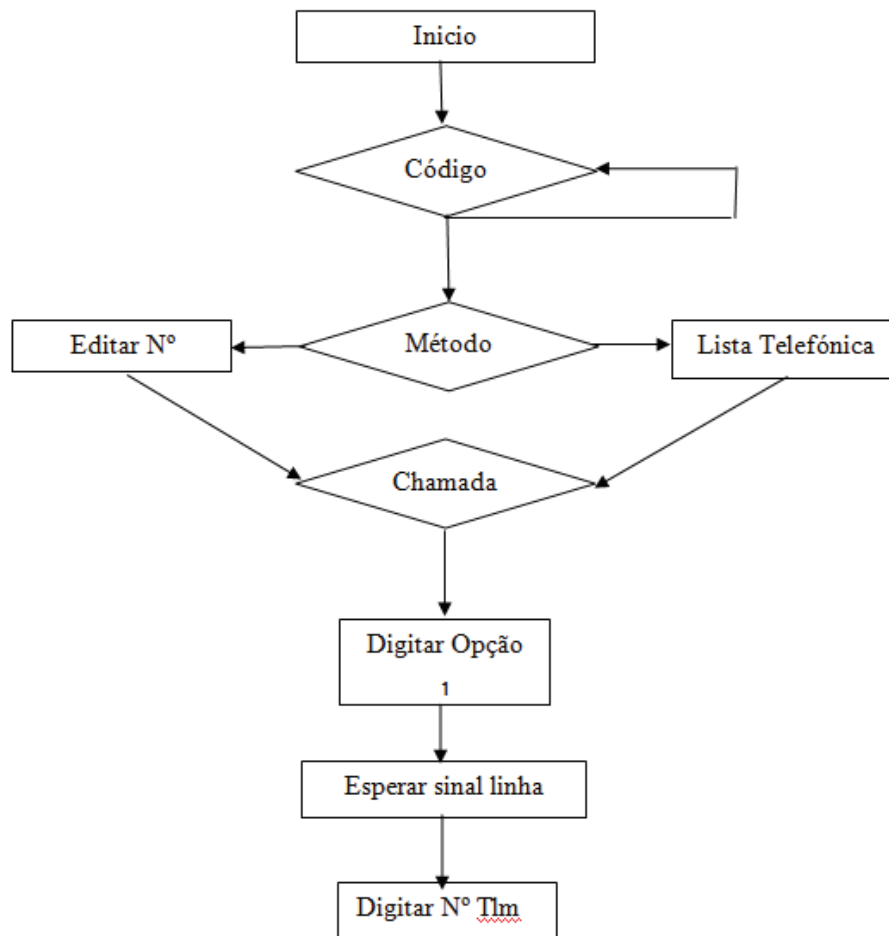


Figura 35 – Diagrama da Aplicação

4.6.2. Programação

Como já referido anteriormente a plataforma utilizada foi a J2ME com o IDE Netbeans que proporciona o desenvolvimento rápido de aplicações.

Em baixo apresento o escalonamento em módulos para o desenvolvimento da aplicação móvel.

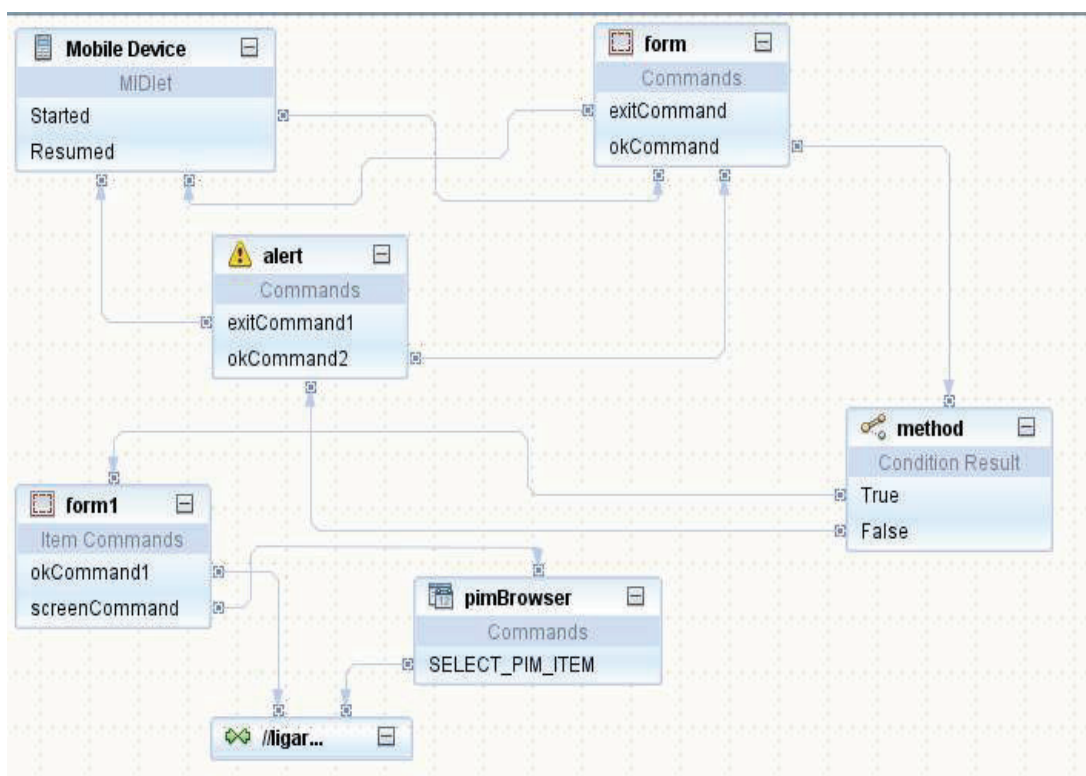


Figura 36 – Escalonamento em módulos

A maior parte dos módulos já se encontra disponíveis, e são de fácil configuração, mas o grande desafio é a configuração de drivers e acessos

aos vários elementos internos dos equipamentos móveis, que variam bastante de marca para marca.

4.6.3. Aplicação

A aplicação terá uma utilização simples, por forma a não ser moroso e maçudo a utilização da mesma; Assim sendo apenas irão ser implementadas as funcionalidades indispensáveis.

O aspecto final da aplicação será o que se segue (fig 37,38, 39 - pag. 104 e 40 – pag. 104).



Figura 37 – Menu de Autenticação



Figura 38 – Menu de escolha de método



Figura 39 – Escolha Lista Telefónica



Figura 40 – Escolha Numero a partir da Lista

4.7. Outras Aplicações

Após ter recebido a informação de que o hardware solicitado não iria estar disponível em tempo útil, optei por testar outras soluções.

A opção testada foi a solução de comunicação utilizando interfaces PSNT's (interface fxo/fxn), que após algum estudo e análise de configuração, reparei que era suportável e, não iria comportar grandes alterações da parte do servidor.

Utilizei então para esta finalidade a placa Authentic X100P(Link na Webliografia), placa que providencia uma interface fxo, que permite a interligação a rede PSTN e é suportada por todas as implementações *open source* do servidor asterisk.

4.7.1. Aplicação PSTN

Para a integração de soluções PSTN, torna-se apenas necessário a configuração da respectiva interface, a qual deverá ser associado a um zap trunk e posteriormente ao IVR, para situações de redireccionamentos directos, ou configurar uma nova regra de redireccionamento de ligações, como apresento na figuras que se seguem (fig. 41).

Edit ZAP Trunk

Delete Trunk 1
In use by 2 routes

General Settings

Outbound Caller ID: Family Health Centre
Never Override CallerID:
Maximum channels: 1
Disable Trunk: Disable Enable
Monitor Trunk Failures:

Outgoing Dial Rules

Dial Rules

Dial rules wizards: Clean & Remove duplicates
Outbound Dial Prefix: (pick one)

Outgoing Settings

Zap Identifier (trunk name): 1
Submit Changes

Change the identifier from g0 to 1

Figura 41 – Configuração do trunk zap

Um dos pontos a ter em atenção a quando da configuração de um *trunk zap* é o número de canais, que a ligação vai suportar; podemos ainda atribuir desde logo as regras de utilização do respectivo *trunk*.

Transparent Call – Implementação

Para esclarecimento de qualquer dúvida na configuração do *trunk* poderá ser consultado o livro, *Elastix without Tears* (anexo 6).

Edit Route

⊖ Delete Route 0_Outisde

Route Name:	0_Outisde	<input type="button" value="Rename"/>
Route Password:	<input type="text"/>	
PIN Set:	None	
Emergency Dialing:	<input type="checkbox"/>	
Intra Company Route:	<input type="checkbox"/>	
Music On Hold?	default	
Dial Patterns	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; min-height: 100px;">↑ 2XXXXXXXX</div> <input type="button" value="Clean & Remove duplicates"/>	
Dial patterns wizards:	(pick one)	
Trunk Sequence	0 SIP/voipbuster <input type="button" value="trash"/> <input type="button" value="add"/>	
	1 ZAP/g0 <input type="button" value="trash"/> <input type="button" value="add"/>	
	<input type="text"/>	
	<input type="button" value="Add"/>	
<input type="button" value="Submit Changes"/>		

Figura 42 – Configuração da Rota Saída

Neste caso foi apenas configurada uma rota de saída, que requer a marcação de um dígito (numero 1), que irá referenciar que as saídas irão ser efectuadas pelo *trunk* de VoIP configurado (fig. 42).

O testador foi então remodelado, para de forma a suportar este hardware, e o resultado foi bastante positivo, tendo os testes sido um sucesso, e neste momento encontram-se já 2 soluções em testes e uma outra já implementada e a funcionar.

Transparent Call

Os Testes que se seguem no capítulo 5 (pag. 109), foram então elaborados recorrendo a esta nova configuração, e utilizando a funcionalidade 7777, disponível nas servidores asterisk.

5. Testes

Com o intuito de comprovar a viabilidade do testador, foram estipulados um conjunto de testes a serem realizados ao longo da elaboração do mesmo.

Estes testes estão agrupados em dois módulos: Módulo do servidor e módulo da aplicação móvel, e que irei descrever de seguida.

5.1. Testes Servidor

Para a realização de testes à configuração do servidor, foi utilizado o cliente X-Lite, e foram testadas todas as opções, por forma a visualizar o modo como as comunicações decorrem;

Foram então efectuados log's e registo de pacotes das seguintes comunicações:

- Ligações internas;
- Ligações do interior para o exterior por ligação directa
- Ligações do interior para o exterior através do IVR;
- Ligações do exterior para o interior através IVR;

- Ligações do exterior para o exterior através do IVR;
- Ligações do exterior para o exterior e interior através da operadora acedida pelo IVR;

De salientar que todas as comunicações VoIP são em tempo real, sendo de todo aconselhável a utilização de configuração de QOS nas ligações utilizadas, e ligações de capacidades ajustadas as necessidades de cada empresa.

5.1.1. Comunicações Internas

Nas comunicações internas, e como já referimos anteriormente, a configuração do QOS nas ligações será um relevante, mas não preocupante, visto que a nível de requisitos de rede é algo que não preocupa em comparação com as ligações externas.

Apesar de todos os estudos já efectuados, que se encontram destruídos pela internet, efectuei também alguns testes que comprovam que o servidor elastix suporta um enorme volume de tráfego sem grandes problemas; Na maioria dos casos são referidas apenas as limitações nas ligações; O teste desenvolvido foi efectuado com 7 ligações em simultâneo numa rede local.

Relativamente a estabilidade, segurança e fiabilidade do PBX, basta salientar que tem como base o sistema operativo CentOS, um dos sistemas mais estáveis do mercado conjugado com a plataforma Asterisk, que é apresentada como uma das melhores implementação para suporte VoIP.

Os redireccionamentos e comunicações internas são instantâneas, não se vislumbrando qualquer falha no sistema, em todos os testes realizados até a data.

5.1.2. Comunicações Externas

Nas comunicações externas temos de ter em consideração dois aspectos: As interfaces de entrada, geridas pelas regras “*inbound Rutes*” e as interfaces de saída geridas pelas “*Outboubd Rutes*”.

Relativamente a interface de saída, também designadas por “trunk’s”, para este projecto foi configurada uma conta SIP, neste caso as limitações estarão limitadas ao tipo de ligação contratada.

De salientar que os “trunks” serão escolha dos clientes, e nesse caso poderá haver limitações, dependendo do tipo de trunk contratado.

O aspecto mais limitativo deste projecto é a interface de entrada, que para este projecto será uma interfaces GSM; O projecto foi desenvolvido para suporte de apenas uma interface GSM, mas um trabalho futuro de desenvolvimento poderá com facilidade efectuar a extensão do mesmo para suporte de várias interfaces (já se encontra em teste).

A limitação reside no facto de que apenas uma ligação é possível em simultâneo, pois é o standard das comunicações GSM; Que se poderá contornar utilizando várias interfaces (já se encontra em teste).

Um dos pormenores que realço é o facto que a quando do reencaminhamento de uma chamada com origem e destino no exterior, se denota um tempo de espera de cerca de 10 a 25 segundos no

estabelecimento da ligação. Após efectuar vários testes deparei que este tempo de espera está relacionado com a ligação a internet que se possui, e do operador VoIP configurado.

De referir que neste tipo de ligações, sabendo das limitações das mesmas, será recomendado a utilização de QOS, para evitar problemas na comunicação.

5.1.3. Log's & Tráfego

Irei apresentar então de forma muito resumida, visto que as versões completas são apresentados em anexos(anexo 9,6), alguns registos dos log's e do tráfego gerado por diversas tipos de comunicações, que tiveram mais relevo para a elaboração do meu projecto.

Como já referi anteriormente, e apesar de ser do senso comum, e após uma análise cuidadosa do tráfego obtido com a ferramenta “ettercap”, reparei que em qualquer situação, comunicação normal, reencaminhamentos, fax's, e até videoconferência todas as comunicações são estabelecidas com o PBX e geridas por ele, sendo de todo impossível de detectar no tráfego se existe algum reencaminhamento; Em situação alguma existe uma comunicação directa entre terminais.

Posto isto, restava-me analisar os ficheiros de configuração, bases de dados de apoio e os log's das respectivas chamadas para perceber como os módulos do asterisk funcionam e se interligam.

Transparent Call

Neste campo alguns ficheiros de configuração devem ser analisados, de entre eles temos:

- Extensions.conf – Ficheiros onde se encontram as configurações das extensões, e mecanismos de tratamento das opções;
- Queues.conf – Registo das regras a ser aplicadas.

Como referi no capítulo dos trabalhos realizados, analisei também as base de dados “asterisk” e “Call Center”.

Para finalizar acompanhei sempre todos os meus testes e desenvolvimentos analisando os relatórios que o elastix proporciona na sua interface Web, que ajudam a compreender de uma forma visual alguns mecanismos de comunicação.

É sem dúvida uma das melhores distribuições a este nível, que proporciona uma quantidade considerável de relatórios, abrangendo todos os aspectos necessários para avaliação do comportamento do respectivo servidor.

Como é possível verificar na imagem que se segue (fig 43), o elastix proporciona 6 níveis de relatórios:

1. Registo de chamadas;
2. Monitorização da utilização de canais;
3. Registo de custos;
4. Log's;
5. Relatórios gráficos;
6. Relatórios de chamadas.

De todos estes relatórios o Registo de Chamadas, Monitorização de Canais e os Log's são os mais informativos a nível de administração, os restantes são utilizados para fins informativos e de avaliações estatística.

Transparent Call – Testes

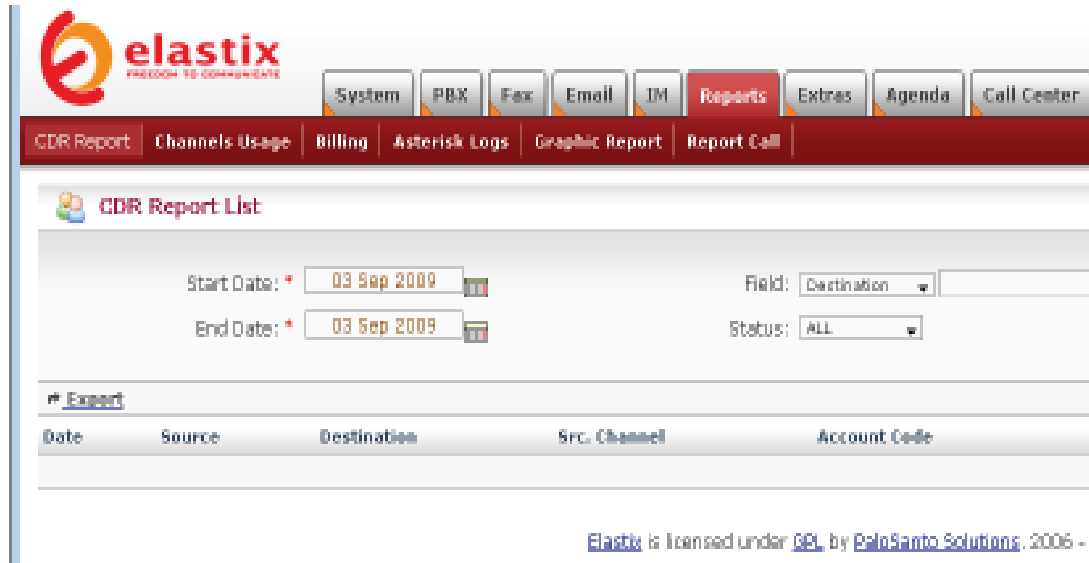


Figura 43 – Relatórios do Elastix

1	SIP/2001-b7600a38			ANSWERED	13
0244745676	Local/0244745676@from-internal-6385,2		SIP/voipbuster-09e890f8	NO ANSWER	0
h	SIP/2001-b7600a38		Local/h@from-internal-54e0,1	NO ANSWER	0
1	SIP/2001-b7605280			ANSWERED	13
0244745676	Local/0244745676@from-internal-1456,2		SIP/voipbuster-09e890f8	ANSWERED	0
h	SIP/2001-b7605280		Local/h@from-internal-3b4e,1	ANSWERED	35
0244745676	SIP/2001-b7600a38		SIP/voipbuster-09e890f8	NO ANSWER	0
s	SIP/2001-b7600a38			ANSWERED	4
1	SIP/2001-b7600a38			ANSWERED	15
0244745676	Local/0244745676@from-internal-184b,2		SIP/voipbuster-09e890f8	NO ANSWER	0
h	SIP/2001-b7600a38		Local/h@from-internal-c8fd,1	NO ANSWER	0
1	SIP/2001-b7600a38			ANSWERED	18
0244745676	Local/0244745676@from-internal-792d,2		SIP/voipbuster-09e890f8	ANSWERED	0
h	SIP/2001-b7600a38		Local/h@from-internal-fbab,1	ANSWERED	10

Figura 44 – Relatório de Comunicações externas redireccionadas

Transparent Call

2000	SIP/2001-09b8de70	SIP/2000-09bbd8b0	ANSWERED	11
3001	Local/3001@from-internal-xfer-f295,2	SIP/3001-09b97b30	ANSWERED	0
	SIP/2000-09bb4138		ANSWERED	9
2000	SIP/2001-09b8de70	SIP/2000-09bb4138	ANSWERED	9
s	SIP/2001-09b8de70	SIP/2000-09bb4138	ANSWERED	12
0244745676	Local/0244745676@from-internal-xfer-19d8,2	SIP/voipbuster-09b97b30	NO ANSWER	0
2000	SIP/2001-09b8de70	SIP/2000-09bb4138	ANSWERED	26
1	SIP/2001-09bb0a68		ANSWERED	14
0244745676	Local/0244745676@from-internal-2e54,2	SIP/voipbuster-09b8de70	ANSWERED	0
h	SIP/2001-09bb0a68	Local/h@from-internal-9156,1	ANSWERED	9
2000	SIP/2001-09b8de70	SIP/2000-b78144b0	ANSWERED	9
2000	SIP/2001-09b8de70	SIP/2000-09bc17d8	ANSWERED	13
0244745676	Local/0244745676@from-internal-xfer-926b,2	SIP/voipbuster-09b97bf8	ANSWERED	0
	SIP/2000-09bb4138		ANSWERED	21

Figura 45 – Relatório de Comunicações internas e redireccionamentos efectuados pela rececionista

5.1.4. Testes de reencaminhamento

Como podemos verificar na figura 45 e 46, a diferença entre as chamadas redireccionadas automaticamente e as reencaminhadas pela rececionista reside no facto, de que as chamadas não são atendidas pela operadora (extensão 2000), mas sim pelo IVR e redireccionadas utilizando a opção de obtenção de linha externa (opção 1).

Desta forma o teste garante o correcto funcionamento do testador que comprova e valida a arquitectura apresentada para a solução.

5.2. Testes da Aplicação Móvel

Com a falta de hardware, não foi possível testar de forma viável a aplicação móvel desenvolvida a nível de software de programação; No entanto salienta-se que a aplicação irá ter de ser recompilada dependendo dos vários tipos de telemóveis.

Testei então a aplicação utilizando o meu telemóvel pessoal, no qual tive sucesso, quando a validação da autenticação, não incorpora palavra-chave; Este será um ponto que irá ficar para trabalhos futuros.

Posto esta situação, foi então desenvolvida uma versão da aplicação para o telemóvel que possuo, o qual detêm ainda algumas falhas de funcionamento a quando da autenticação.

A maior parte dos testes foi então feito utilizando a funcionalidade 7777 e no final do projecto recorrendo a uma interface PSTN, adquirida recentemente para o efeito.

6. Conclusões

Neste capítulo irão ser apresentadas as conclusões retiradas no decorrer da elaboração do projecto, bem como serão apresentadas algumas propostas para trabalhos futuros.

6.1. Conclusões do Trabalho Realizado

Como primeira e principal conclusão, refiro o sucesso da implementação, que viabiliza a arquitectura proposta; Lamento a impossibilidade da implementação do testador com interfaces GSM, que forçaram a implementação de soluções equivalentes.

Devo referir que apesar de possuir já alguns conhecimentos sobre VoIP antes do início deste projecto, senti-me um completo analfabeto a quando da necessidade da compreensão do funcionamento dos vários módulos, e das suas respectivas configurações.

Possuo agora um vasto conhecimento sobre a estrutura de funcionamento do asterisk, e não apenas a nível de configuração do mesmo.

Transparent Call - Conclusões

Relativamente a programação orientada a objectos, era algo que já não praticava a uns tempos a esta parte, pois tenho dedicado mais o meu estudo para a vertente de redes, servidores e serviços.

Foi óptimo recordar todos os conceitos de programação, mas também foi um grande desafio por estar a trabalhar com uma API, com a qual nunca tinha tido nenhum contacto, e que era completamente desconhecida para mim.

Relativamente ao projecto, e depois de avaliado todas as configurações e testes, algumas conclusões devem ser destacadas:

Em primeiro lugar destaco como ponto mais crítico deste projecto a dependência as interfaces GSM/PSTN; Este ponto poderá ser minimizado com a utilização de várias interfaces, algo que irá ser realizado num futuro muito próximo.

Deve ser realçado o carácter económico da solução, visto que os valores envolvidos serão apenas necessários para a aquisição de hardware.

Refiro ainda a facilidade de administração e configuração do servidor asterisk, fruto da utilização da distribuição Elastix, que possui uma interface de administração adaptada a todas as necessidades.

Relativamente ao futuro da solução, devo referir que é promissor, pois o seu potencial de crescimento é incalculável, fruto não só dos serviços que disponibiliza, mas também da capacidade de adaptação a novas tecnologias; Reunindo ainda a capacidade de interligação de novo hardware que potencia as capacidades de suporte da solução.

Sobre a Aplicação Móvel, e como referi anteriormente, existe uma parte do código que foi desenvolvida em colaboração com uma pessoa externa ao projecto, mas não está a funcionar na integra; A autenticação por palavra

Transparent Call

chave está a falhar, e por falta de meios de *debug* não nos foi possível detectar a causa da falha.

Por fim, afirmar, que as configurações dos equipamentos de rede, principalmente a nível de QOS, Firewall e Nat, têm um peso preponderante na qualidade da ligação, sempre que o número de comunicações excede as 5.

6.2. Trabalhos Futuros

Como já referido anteriormente nas conclusões, um dos projectos futuros é a instalação e configuração dos servidor com várias interfaces GSM, por forma a minimizar a fragilidade da solução.

Um outro ponto será o desenvolvimento da aplicação móvel para modelos específicos, que não seguem as normas.

Como último ponto, a resolução do problema da autenticação por palavra-chave, que acredito reside no facto das especificações para cada modelo.

Por fim a construção e desenvolvimento de um produto integrado para futuro registo de patente.

7. Bibliografia

[Elastix without Tears] Bem Sharif (2008). Disponível em: http://www.elastixconnection.com/downloads/elastix_without_tears.pdf

[Asterisk handbook v1.4.12] (2009). Disponível em: <http://www.voip-info.org/wiki/view/Asterisk@home+Handbook+Wiki> ou em http://bananabread.net/AsteriskHandbk_w_Bkmarks.pdf

[IP Telephony v1.0] Cisco Networking Academy Program (2008)

[Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS] - José Umberto Sverzut (2005). (Cap. 1 a 9)

[Apostila Sistemas de Comunicação] Ensitec (2008). Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/7001217/Apostila-Sistemas-de-Comunicacao;> (cap 1, 4, 5, 11-23)

[Voz sobre IP. *Wireless* Brasil] Pedro Bastos (1999). Disponível em: [http://www.wirelessbrasil.org/;](http://www.wirelessbrasil.org/) (Abril/Maio 2009)

[Um Algoritmo adaptativo de transporte para serviços de Voz sobre IP. Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores] NÓBREGA, Obionor

Transparent Call - Bibliografia

(2001) Curitiba Anais. Curitiba UFPR, 200. Disponível em: <http://www.wirelessbrasil.org/>; (Abril/Maio 2009)

[VoIP (*Voice over Internet Protocols*)] SALVADOR, J. (2005) - Disponível em: <http://www.aborigenesa.com.br/voip/modelo.asp>; (Abril/Maio 2009)

[Qualidade de Serviço em VoIP - Rede Nacional de Ensino e Pesquisa] – [Tecnologias de Alta Velocidade, VoIP e Internet2 e-IComNet] SILVA, Adailton (2000) - Disponível em: <http://www.rnp.br/newsgen>; (Abril/Maio 2009)

[VOIP: Don't overlook security] Jaikumar Vijayan (2002). Disponível em: <http://www.computerworld.com/securitytopics/security/story/0,10801,74840,00.html> (Abril/Maio 2009)

[voipproviderslist] (2009). Disponível em <http://www.voipproviderslist.com/country/voip-portugal/voip-providers-portugal/>; (Abril/Maio 2009)

[SÉRIE “PROSPECTIVA – MÉTODOS E APLICAÇÕES”] Paulo Soeiro de Carvalho (2003). Disponível em: <http://www2.eptic.com.br/sgw/data/bib/livros/687187fee33e403bd2484c6d021e30be.pdf>; (Abril/Maio 2009)

[Comunicações Móveis] (2008). Disponível em: http://www.img.lx.it.pt/~mpq/st04/ano2002_03/trabalhos_pesquisa/T_6/main.html; (Abril/Maio 2009)

Transparent Call

[Anacon] (2009). Disponível em: http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryName=CATEGORY_ROOT; (Abril/Maio 2009)

[Projecto Voip na FCCN] Engº Pedro Veiga (2005). Disponível em: <http://www.fccn.pt/files/documents/fccn3.pdf>; (Abril/Maio 2009)

[Mobil Broadband] (2009). Disponível em: <http://www.gsmworld.com/>; (Abril/Maio 2009)

[Telefonia Celular] Márcio Rodrigues (2006). Disponível em: http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/marcio_rodrigues/tel_06.html; (Abril/Maio 2009)

[O Sistema GSM] Redacção do telemoveis.com (2000). <http://www.telemoveis.com/articles/printer.asp?id=57>; (Abril/Maio 2009)

[Authentic x100P] (2009). Disponível em: http://cgi.ebay.com/Authentic-X100P-SE-FXO-PCI-Digium-Asterisk-VoIP-PBX-/110594850261?pt=LH_DefaultDomain_0&hash=item19bf77d5d#ht_4038wt_1005; (Dezembro 2009)

[2N VoiceBlue Enterprise - SIP/H323 VoIP GSM Gateway / IP PBX] (2009). Disponível em: <http://www.voip-info.org/wiki/view/VOIP+GSM+Gateways>; (Julho/Agosto 2009)

[2N VoiceBlue Lite] (2009). Disponível em: http://www.2n.cz/products/gsm_gateways/voip_gsm_gateway/voiceblue_voip_gsm_gateway.html; (Julho/Agosto 2009)

Transparent Call - Bibliografia

[Voip GSM Gateways] (2009). Disponível em:
http://www.gsmsave.co.uk/VOIP_GSM_Gateway.htm; (Julho/Agosto 2009)

Anexos

Dada já a extensão da tese, e visto a dimensão dos respectivos anexos, todos eles serão incorporados no CD que acompanha o documento.

A lista dos anexos presentes no CD é a seguinte:

Anexo 1 - Candidatura e Proposta de Tese

Anexo 2 - Planeamento dos trabalhos

Anexo 3 - Voip (informação adicional)

Anexo 4 - GSM (informação adicional)

Anexo 5 - Código Software (existe funções proprietárias)

Anexo 6 - Livros Apoio

Anexo 7 - Testes Rede

Anexo 8 - Log's Ligações