



**FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
MESTRADO EM INFORMÁTICA APLICADA**



GENEFLIDES LAURENO DA SILVA

**GATEWAY DE VOZ PARA INTEGRAÇÃO IP-PSTN
ADERENTE À ARQUITETURA DAS REDES DE NOVA
GERAÇÃO**

**Fortaleza
Outubro de 2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
MESTRADO EM INFORMÁTICA APLICADA**



GENEFLIDES LAURENO DA SILVA

**GATEWAY DE VOZ PARA INTEGRAÇÃO IP-PSTN
ADERENTE À ARQUITETURA DAS REDES DE NOVA
GERAÇÃO**

**Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Informática Aplicada da
Universidade de Fortaleza como requisito
parcial para obtenção do Título de Mestre
em Informática Aplicada.**

Orientador: Prof. Dr. Raimir Holanda Filho

**Fortaleza
Outubro de 2009**

S586g Silva, Geneflides Laureno da.

Gateway de voz para integração IP-PSTN aderente à arquitetura das
redes de nova geração / Geneflides Laureno da Silva. - 2009.

75f.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Fortaleza, 2009.

“Orientação : Prof. Dr. Raimir Holanda Filho.”

1. Gateway. 2. Telefonia IP. 3. Telecomunicações. I. Título.

CDU 621.395:681.32

GENEFLIDES LAURENO DA SILVA

**GATEWAY DE VOZ PARA INTEGRAÇÃO IP-PSTN
ADERENTE À ARQUITETURA DAS REDES DE NOVA
GERAÇÃO**

Data de Aprovação: ___/___/___

Banca Examinadora:

Prof. Raimir Holanda Filho, Doutor
(Presidente da Banca – Prof. Orientador – Universidade de Fortaleza – UNIFOR)

Prof. Plácido Rogério Pinheiro, Doutor
(Membro da Banca Examinadora – Universidade de Fortaleza - UNIFOR)

Prof. Marcial Porto Fernandes, Doutor
(Membro da Banca Examinadora – Universidade Estadual do Ceará - UECE)

"Transportai um punhado de terra todos os dias e fareis uma montanha."
(Confúcio)

"A força mais potente do universo é a fé!"
(Madre Teresa de Calcutá)

AGRADECIMENTOS

Resumo da dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Informática Aplicada (MIA) da Universidade de Fortaleza, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Informática Aplicada.

GATEWAY DE VOZ PARA INTEGRAÇÃO IP-PSTN ADERENTE À ARQUITETURA DAS REDES DE NOVA GERAÇÃO

Autor: Geneflides Laureno da Silva
Orientador: Raimir Holanda Filho, Doctor

O trabalho apresentado valida a implementação de um Gateway de voz para integração entre as redes IP e o universo das redes públicas de telefonia tradicional. O caráter diferenciador deste Gateway está relacionado à aderência à arquitetura funcional das redes de nova geração, através da utilização de bibliotecas e plataformas abertas, como também ao desenvolvimento de aplicações que possibilitam a geração de novos serviços para empresas e instituições que se utilizem de tal estrutura. O Gateway foi implementado aderente e com similaridades coesas à arquitetura funcional das redes de nova geração.

Para validar a proposta de integração IP-PSTN, foram desenvolvidas e testadas cinco aplicações, as quais integramos com bibliotecas e plataformas de Telefonia IP de formato aberto. A plataforma Asterisk foi utilizada em conjunto com as bibliotecas libpri, dahdi e chan_ss7. O objetivo principal foi validar a integração com operadoras tradicionais de telecomunicações através das sinalizações ISDN e R2Digital, bem como a interconexão com provedores de VoIP que utilizam os protocolos SIP e IAX2. Também agregamos ao Gateway a sinalização SS7 Over IP, que atualmente só tem sido utilizada no ambiente interno das operadoras de telecomunicações.

A abordagem para os testes foi dividida em dois cenários: testes em ambientes de laboratório e testes em ambientes corporativos reais. Nos testes em laboratório foi validada a utilização da sinalização SS7 Over IP. Nos testes realizados em ambientes corporativos foi realizada a operacionalização das aplicações desenvolvidas, a ativação das sinalizações ISDN e R2Digital, bem como a integração através dos protocolos SIP e IAX2.

A integração permitida através de diferentes sinalizações e protocolos, validou nossa proposta. Concluímos que a utilização de tais plataformas e bibliotecas possibilita-nos o real desenvolvimento de um Gateway que permite o acesso a uma arquitetura de telecomunicações de baixo custo e também já aderente ao universo das redes de nova geração.

Palavras-chave: IP-PSTN; Gateways de Integração; NGN; SIP; IAX2; IMS; ISDN; R2Digital; Asterisk; SS#7; SS7 Over IP.

Abstract of the dissertation presented to the board of faculties of the Master Program in Applied Informatics at the University of Fortaleza, as partial fulfillment of the requirements for the Master's degree in Applied Informatics.

VOICE GATEWAY TO INTEGRATION IP-PSTN ADHERENT TO NEXT GENERATION NETWORK ARCHITECTURE

Author: Geneflides Laureno da Silva
Advisor: Raimir Holanda Filho, Doctor

This work, validates the development of a voice gateway to provide integration among the IP networks and the universe of the traditional public telephony networks. The main feature that differs this Gateway is related to the adherence to the functional architecture of the next generation networks, through the use of libraries and open platforms, as also the development of applications that become possible the generation of new services for companies and institutions that make use of this structure. The Gateway was implemented adherent and with cohesive similarities to the functional architecture of the next generation networks.

To validate the proposal of integrating IP-PSTN, five applications were developed and tested, which we integrated with libraries and open platforms of IP Telephony. The Asterisk platform was adopted together with the libraries libpri, dahdi and chan_ss7. The main objective was to validate the integration with the traditional telecommunications operators through the ISDN and R2Digital signaling and also the interconnection with VoIP providers that use SIP and IAX2 protocols. We have also aggregated to the Gateway the SS7 over IP signaling, which currently has only been used in the internal environment of telecommunications operators.

The tests were divided into two distinct scenarios: tests performed into a laboratorial environment and tests that were realized in the corporate environment. In the laboratorial tests the use of SS7 over IP signaling was validated. The tests performed on the corporate environment validated the developed applications, the activation of the ISDN and R2Digital signaling, as the integration through the SIP and IAX2 protocols.

The integration allowed through the different signaling and protocols, validate our proposal. We conclude that the use of such platforms and libraries enable the real development of a Gateway that allows the access to a low cost telecommunications architecture and also adherent to the next generation networks.

Keywords: IP-PSTN; Gateways; NGN; SIP; IAX2; IMS; ISDN; R2Digital; Asterisk; SS#7; SS7 Over IP.

Sumário

Lista de Figuras	XI
Lista de Tabelas	XII
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	XIII
Capítulo 1 – Introdução	01
1.1. Motivação	01
1.2. Objetivos	02
1.3. Organização da Dissertação.....	03
Capítulo 2 – Redes Legadas e NGN	04
2.1. Introdução	04
2.2. Redes Telefônicas	05
2.2.1. Componentes de uma Rede Telefônica.....	06
2.2.2. Comutação de Circuitos	08
2.3. Redes de Dados.....	11
2.3.1. Componentes de uma Rede de Dados	12
2.3.2. Comutação por Pacotes.....	13
2.4. Redes NGNs.....	16
2.4.1. Visão ITU	16
2.4.2. Visão IETF	18
2.4.3. Visão IEEE	20
2.4.4. Visão 3GPP e IMS	21
Capítulo 3 – Camada de Transporte/Acesso e Camada de Controle	25
3.1. Introdução	25
3.2. Camada de Transporte/Acesso	26
3.2.1. ISDN(Integrated Service Digital Network)	26
3.2.2. R2Digital.....	29

3.2.3.	Arquitetura do Protocolo SIP.....	32
3.2.4.	Arquitetura do Protocolo IAX.....	33
3.2.5.	Protocolo SS7 Over IP.....	34
3.3.	Camada de Controle.....	37
Capítulo 4 – Validação da Proposta.....		40
4.1.	Introdução	40
4.2.	Aplicações Desenvolvidas, Bibliotecas e Integração	41
4.2.1.	Aplicações Desenvolvidas	41
4.2.1.1.	Aplicação Agent Authorization	42
4.2.1.2.	Aplicação Automatic Dialer	45
4.2.1.3.	Aplicação Charging	48
4.2.1.4.	Aplicação Callback	50
4.2.1.5.	Aplicação Employee Control	54
4.2.2.	Bibliotecas	56
4.2.2.1.	Biblioteca LIBPRI	56
4.2.2.2.	Biblioteca DAHDI	56
4.2.2.3.	Biblioteca CHAN_SS7.....	57
4.2.3.	Integração	59
Capítulo 5 – Conclusões.....		61
5.1.	Introdução	62
Referências Bibliográficas		63
Anexo A		68

Lista de Figuras

Figura 2.1 Principais Componentes de uma Rede Telefônica	06
Figura 2.2 Etapas para Estabelecimento de Uma Chamada Telefônica	07
Figura 2.3 Comutação Espacial	09
Figura 2.4 Comutação Temporal	10
Figura 2.5. Principais Componentes de uma Rede de Dados	12
Figura 2.6 Arquitetura Funcional NGN	17
Figura 2.7 Protocolo MIH	20
Figura 2.8 Arquitetura IMS	23
Figura 2.9 Aderência do Gateway à Arquitetura Funcional NGN.....	24
Figura 3.1 BRI/PRI ISDN	27
Figura 3.2 Camadas ISDN	28
Figura 3.3 Fluxo de uma Chamada Utilizando Sinalização R2Digital	31
Figura 3.4 Componentes da Arquitetura SIP	32
Figura 3.5 Componentes da Arquitetura IAX	33
Figura 3.6 Arquitetura de Sinalização SS7	35
Figura 3.7 Pilha do Protocolo SS7	36
Figura 3.8 Plataforma Asterisk	39
Figura 4.1 Agent Authorization – Autorização Concedida	42
Figura 4.2 Agent Authorization – Autorização Negada	44
Figura 4.3 Agent Authorization – Código Interconexão	45
Figura 4.4 Automatic Dialer – Chamada Completada	46
Figura 4.5 Automatic Dialer – Chamada não Completada	48
Figura 4.6 Charging – Cadastro de Tarifas	49
Figura 4.7 Charging – Fluxo da Aplicação	50
Figura 4.8 Callback – Fluxo Normal	52
Figura 4.9 Callback – Fluxo Exceções	53
Figura 4.10 Aplicação Employee Control	55
Figura 4.11 Topologia Ambiente Corporativo	60
Figura 4.12 Topologia Ambiente Laboratório	60

Lista de Tabelas

Tabela 3.1. Resumo Recomendações ITU	28
Tabela 3.2. Principais Sinais da Sinalização R2Digital	30

Lista de Abreviaturas e Siglas

3GPP	The 3rd Generation Partnership Project
ADSL	Asynchronous Digital Subscriber Line
ANSI	American National Standards Institute
ASON	Architecture for Automatically Switched Optical Networks
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BRI	Basic Rate Interface
CAPI	Common ISDN Application Programming Interface
CAS	Channel Associated signaling
CCITT	International Telephone and Telegraph Consultative Committee
CDMA	Code Division Multiple Access
CPA	Central de Programa Armazenado
DAHDI	Digium Asterisk Hardware Device Interface
DNA	Detecting Network Attachment
DTMF	Dual-Tone Multi-Frequency
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
ETSI	European
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
FGNGN	Focus Group Next Generation Network
FMC	Fixed Mobile Convergence
GMPLS	Generalized Multi-Protocol Label Switching
GPL	General Public License
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile
HIP	Host Identity Protocol
http	HyperText Transfer Protocol
IAX	Inter Asterisk Exchange
IETF	Internet Engineering Task Force
IMS	IP Multimedia Subsystem
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Service Digital Network
ISUP	ISDN User Part

ITU	International Telecommunications Union
LAPB	Link Access Procedures on the B-Channel
LAPD	Link Access Procedures on the D-Channel
LAN	Local Area Network
MFCR2	Multi-Frequencial Compelida – R2
MICS	Media Independent Command Service
MIES	Media Independent Event Service
MIH	Media Independent Handover Service
MIHF	MIH Function
MIS	Media Independent Information Service
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MTP	Message Transfer Part
NAT	Network Address Translation
NEMO	Network Mobility
NGN	Next Generation Network
OSA	Open Service Architecture
OSI	Open System Interconnection
PAN	Personal Area Network
PBX	Private Branch Exchange
PDA	Personal Digital Assistent
PRI	Primary Rate Interface
PPP	Point to Point Protocol
PSTN	Public Switched Telephone Network
P2P	Peer to Peer
RTP	Real-Time Protocol
SAN	Storage Area Network
SCP	Signal Control Point
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDP	Session Description Protocol
SIGTRAN	Signaling Transport
SIP	Session Initiate Protocol
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SONET	Synchronous Optical Network

SSP	Signal Switching Point
STP	Signal Transfer Point
SS7	System Signaling No. 7
TCP	Transport Control Protocol
TISPAN	Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networking
UDP	User Datagram Protocol
UC	Unified Communication
VoIP	Voice over Internet Protocol
WAN	Wide Area Network
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WLAN	Wireless Local Area Network
Zaptel	Zapata Telephony

Capítulo 1 – Introdução

Este capítulo aborda as questões que motivaram a realização do presente trabalho, como também seus objetivos e sua organização.

1.1. Motivação

Durante a última década, o ambiente tecnológico tem percorrido caminhos de atualizações e consolidado o surgimento de propostas de novas arquiteturas de transporte (MARCINIAK, 2008) e convergência (CHAE-SUB LEE, 2006)/ (SCHREINER, 2008), visando à integração das diversas redes existentes no universo das telecomunicações, bem como a construção de sinergia entre dados, voz e imagem.

As operadoras de telecomunicações têm avançado na modernização de seus elementos de rede, procurando manter os atuais equipamentos que atendem as redes legadas e integrando este contexto ao novo paradigma de redes de nova geração.

As pequenas e médias empresas acabam ficando à margem da utilização destas novas estruturas devido ao alto custo dos equipamentos necessários para tal implantação, bem como o valor da prestação do serviço por parte das operadoras é elevado devido a necessidade de provimento de acessos dedicados tanto para voz como para dados. Quando o acesso físico não se torna o ponto de dificuldade envolvido, o preço por agregação de novos serviços é fator preponderante para dificultar a entrada das pequenas empresas nesta nova ordem tecnológica.

A indústria já tem desenvolvido soluções para conexão entre IP e PSTN, mas a grande maioria de forma proprietária e sem padronização, apesar de sua quase totalidade ser baseada no binômio SIP-ISDN. Podemos citar (HEMANT, 2006), (HECHMI, 2007) e (MITTAL, 2008) como propostas para desenvolvimento de serviços, padrões e integração. Já no campo industrial temos trabalhos como (TEKELEC, 2007) como referência produzida por empresa que tem contribuído para o desenvolvimento de gateways que visam a integração do mundo IP com as tradicionais redes telefônicas, bem como a inserção de tais dispositivos ao novo paradigma de arquitetura das redes de nova geração, o IMS (IP Multimedia Subsystem) (POIKSELKA, 2004). Tais implementações têm comprovado a existência de desafios recorrentes e que necessitam de um tratamento, principalmente se o foco é direcionado

para o núcleo das grandes operadoras de telecomunicações e conseqüentemente o provimento de novos serviços aos clientes destas. Um destes grandes desafios é se conseguir manter a paridade entre os serviços já existentes nas redes legadas e integrar novos serviços oriundos das novas redes com facilidade e velocidade de desenvolvimento a estas estruturas existentes.

1.2. Objetivos

O principal objetivo do nosso trabalho é validar um modelo de implementação de arquitetura de telecomunicações de baixo custo, focado no atendimento de pequenas e médias empresas, assim como demonstrar o potencial de tal arquitetura para utilização em comunidades rurais, urbanas e cidades de pequeno porte, através de um Gateway de integração entre o modelo de telefonia tradicional e a atual infraestrutura de redes de nova geração utilizada pelas operadoras. Realizamos uma implementação prática de tal arquitetura em ambiente laboratorial e uma outra conectando o Gateway com as redes de operadoras, através de implantações em clientes corporativos.

O desenvolvimento do Gateway tem como foco principal comprovar a flexibilidade de incorporação de novos serviços, bem como permitir a integração entre as redes IP e PSTN.

Tal abordagem será possível através da utilização dos protocolos SIP, IAX, ISDN, R2Digital e com a agregação da sinalização SS7 over IP como padrão para troca de informação entre empresas e operadoras, possibilitando uma nova opção de sinalização para interconexão entre os PBX dos clientes e as atuais arquiteturas NGN (Next Generation Network) (VAARAMAKI, 2008) das operadoras.

O Gateway proposto e o modelo de integração e desenvolvimento adotado visam evidenciar uma aderência com a arquitetura funcional das redes NGN.

1.3 Organização da Dissertação

Capítulo 01 – Introdução: Está incluso neste capítulo uma introdução do trabalho, expondo as motivações e os objetivos da dissertação.

Capítulo 02 – Arquiteturas NGN: Neste capítulo descrevemos de forma conceitual e com uma visão macro as redes telefônicas e as redes de dados, realizando o encadeamento para as redes NGNs e as arquiteturas com *Softswitch* das operadoras.

Capítulo 03 – Camadas de Transporte/Acesso e Controle: Forneceremos um detalhamento das funcionalidades e protocolos envolvidos em nossa solução, referentes a Camada de Transporte/Acesso e Camada de Controle do modelo funcional da arquitetura NGN.

Capítulo 04 – Solução Proposta: Descrevemos o gateway desenvolvido, sua integração em ambientes corporativos, testes de laboratório e as cinco aplicações operacionais implantadas em tais corporações.

Capítulo 05 – Conclusões: Apresenta uma conclusão do trabalho executado e perspectivas de trabalhos futuros a serem realizados.

Capítulo 2 – Redes Legadas e NGN

A seguir descrevemos de forma conceitual as redes telefônicas, redes de dados e caminho de integração das mesmas, constituindo o novo paradigma das redes de nova geração.

2.1. Introdução

Com o surgimento da tecnologia VoIP (GOODE, 2002), as atuais redes de dados passaram a prover novos serviços em suas estruturas e que tem levado à necessidade de integração entre estas e as redes de telefonia tradicional. O universo IP integrado ao ambiente de voz legado tem possibilitado a implantação de novos serviços e a utilização de recursos computacionais em prol de uma melhor eficiência dos elementos de rede da telefonia convencional.

A construção de equipamentos que permitam a união dos dois ambientes tem sido fonte constante de pesquisas, gerando trabalhos dos mais diversificados campos de atuação. Mencionamos o documento (RADEV, 2007), que possui um viés com forte embasamento matemático, bem como o artigo (de SOUZA PEREIRA, 2004), que explora modelos de desenvolvimento com utilização de protocolo desenvolvido numa colaboração do IETF (Internet Engineering Task Force) e do ITU (International Telecommunications Union).

O desenvolvimento de gateways que visam a integração do mundo IP com as tradicionais redes telefônicas vem sendo tema recorrente para o avanço das novas redes, bem como a inserção de tais dispositivos aos novos paradigmas de arquitetura de redes, como o padrão da arquitetura IMS (IP Multimedia Subsystem) (POIKSELKA, 2004). Esta arquitetura tem sido proposta como uma plataforma para a real integração das redes fixas, móveis e de dados e sua padronização tem evoluído e permitido o surgimento de novos conceitos como o UC (Unified Communication) cujo principal objetivo é unir todos os tipos de mídia necessários a uma única base de comunicação. Podemos citar o trabalho (NETIQ, 2008) como referência para este novo modelo de comunicação unificada.

Diante deste contexto é que nos tópicos que seguem discorreremos sobre o caminho de evolução percorrido por este novo paradigma de junção das redes telefônicas com as redes de dados.

2.2. Redes Telefônicas

A forma como nos comunicamos tem mudado ao longo dos séculos, mas o certo é que a necessidade de transpormos barreiras geográficas tem permitido a evolução constante dos meios de telecomunicações e suas respectivas redes de comutação. A rede telefônica que utilizamos atualmente tem suas bases na invenção registrada por Graham Bell e trabalhos como (TOLEDO, 1977), tendo comprovada sua utilização por D. Pedro II em 1876 quando de uma viagem a exposição na Filadelfia, Estados Unidos.

As redes telefônicas tem sido o coração dos sistemas de comunicações e sua origem histórica está diretamente relacionada a invenção de Graham Bell, assim como à história de seu compatriota concorrente Elisha Gray. As duas primeiras companhias a explorarem os serviços telefônicos foram estruturadas com propósitos de disputas comerciais e estrategicamente importantes para o desenvolvimento das telecomunicações ao redor do mundo. As companhias Bell e AT&T emergem como gigantes deste setor. Um relato da cronologia pode ser encontrado em (NOLL, 1998).

No Brasil, apesar da implantação das redes de telefonia terem iniciado bem próximas as implantações americanas, sua real expansão e consolidação só teve início com a criação do Código Brasileiro de Telecomunicações em 1962 e da Embratel, mais precisamente em 1965. O principal fato para compor e suportar os planos de crescimento do país com a organização necessária, foi a criação do Sistema Telebrás e suas respectivas Teles, isto já no ano de 1972. Uma excelente fonte para entendimento destes fatos históricos é (BARRADAS, 1981).

A seguir descrevemos os conceitos e a estrutura central das redes telefônicas.

2.2.1. Componentes de uma Rede Telefônica

Toda comunicação, invariavelmente segue a premissa de se transmitir informação de um determinado ponto originador a um determinado destino. As redes telefônicas cumprem exatamente este papel, utilizando-se dos componentes descritos a seguir.

A Figura 2.1 abaixo demonstra de uma forma macro os principais componentes de uma rede telefônica.

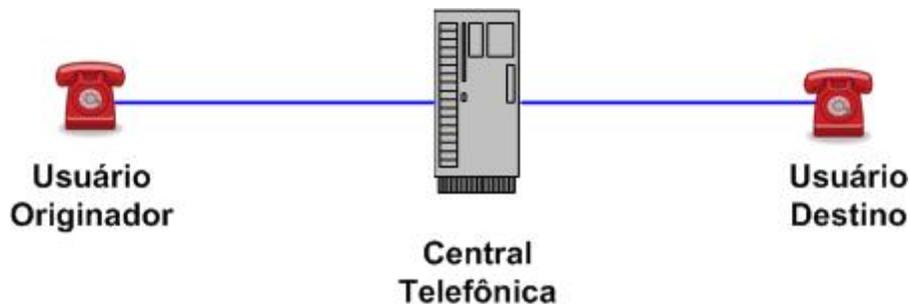


Figura 2.1. Principais Componentes de uma Rede Telefônica

Usuário Originador é aquele que dá início a uma determinada chamada, solicitando um circuito para conversação e estabelecimento de conexão com o ponto destino.

Central Telefônica é o equipamento cuja principal função é realizar a comutação, ou seja, a interconexão dos circuitos dos usuários originadores com os respectivos circuitos dos usuários destinos.

Usuário Destino é aquele que recebe uma chamada.

A Figura 2.2 a seguir nos mostra as etapas para o completo estabelecimento de uma chamada, envolvendo os principais componentes de uma rede telefônica. Abaixo descrevemos os procedimentos realizados em cada etapa da chamada.

A Etapa 1 é o momento em que o Usuário Originador retira o telefone do gancho, enviando uma solicitação de tom de discagem para Central Telefônica.

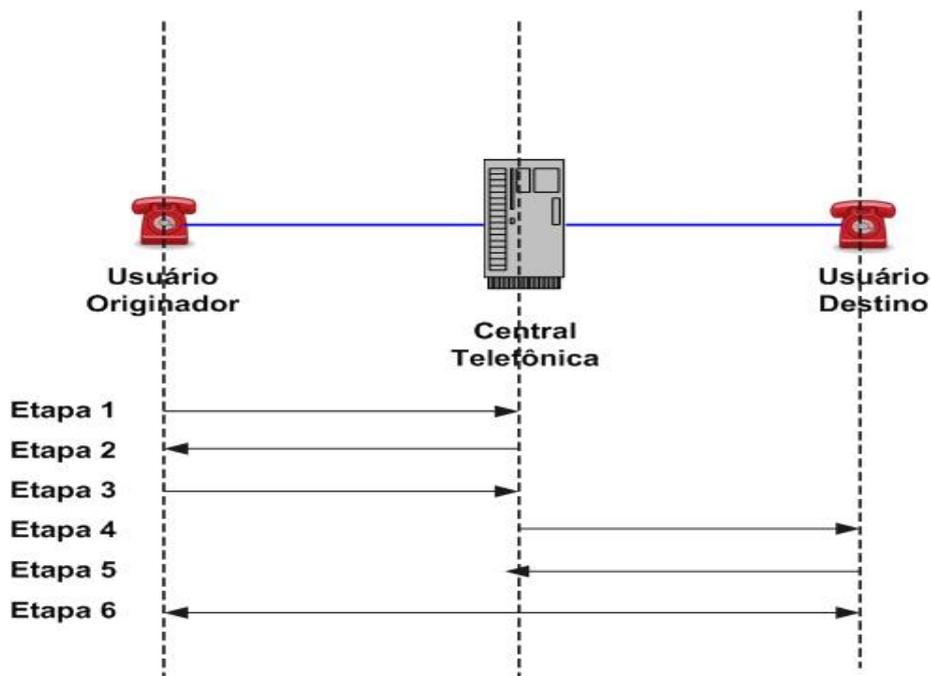


Figura 2.2. Etapas para Estabelecimento de uma Chamada Telefônica.

Na Etapa 2 a Central Telefônica envia o tom de discagem ao Usuário Originador. Nesta etapa é importante salientar que a Central Telefônica já executa um algoritmo de monitoramento para pronto atendimento das solicitações de tom de discagem.

A Etapa seguinte é aquela em que o Usuário Originador inicia o envio dos dígitos discados, para o reconhecimento do destino pretendido. A Central Telefônica ao receber os dígitos inicia a identificação e procura pela determinação da rota de destino pertinente. Nos sistemas de telefonia tradicional estas rotas se dividem em: rota de saída, rota interna ou rota de entrada. Rota de saída é a denominação utilizada para determinar que as chamadas possuirão um encaminhamento para um destino externo à Central Telefônica. Rota interna é a definição para o direcionamento das chamadas que permanecem no âmbito interno da Central Telefônica. Rota de entrada é o termo determinado para o sentido das chamadas que são recebidas pela Central Telefônica. De acordo com a quantidade de dígitos enviados e a designação dos mesmos, a Central Telefônica descobre se o Usuário Destino está no endereçamento de uma rota interna ou de saída. A partir de tal conhecimento, a etapa posterior é iniciada.

A quarta etapa é o momento em que a Central Telefônica sinaliza para o Usuário Destino para verificar sua disponibilidade para atendimento da chamada.

Na Etapa 5 o Usuário Destino devolve a sinalização indicando seu estado, para que a Central Telefônica complete a chamada ou indique ao Usuário Originador tal indisponibilidade do Usuário Destino.

A última etapa é aquela em que a Central Telefônica interconecta os usuários.

2.2.2. Comutação de Circuitos

O componente central de uma Rede Telefônica são as centrais telefônicas, responsáveis pela comutação dos circuitos de origem com os circuitos de destino. Estes equipamentos têm evoluído ao longo das décadas, mas sua estrutura funcional tem permanecido quase que intocada desde sua criação.

As primeiras centrais telefônicas eram puramente manuais, onde os operadores eram responsáveis por realizar a comutação do circuito 'X' com o circuito 'Y' através de conexões de cabos, no que podemos referenciar como o embrião das centrais telefônicas, as mesas comutadoras.

Com o objetivo de automatizar tal operação é que surgem os primeiros equipamentos com o objetivo real de se obter escalabilidade na quantidade de números de assinantes e rapidez no ato de realizar as interligações.

O tripé básico destes comutadores (centrais telefônicas) é baseado nas seguintes funções: sinalização, controle e comutação ou interligação.

A funcionalidade de sinalização é responsável por enviar comandos de solicitação de estabelecimento das chamadas, envio dos dados do destino pretendido e encerramento da chamada.

A função de controle estará atuando em observar o estado das atuais conexões, se o assinante está com o fone fora do gancho ou não, se há circuitos livres para estabelecimento de conexão ou não.

A comutação é o coração funcional de toda a operação de uma central telefônica. Esta função é realmente onde ocorre a interligação dos circuitos. A seguir um resumo dos tipos de comutação de circuitos utilizados pelas centrais telefônicas.

Podemos classificar a comutação de circuitos em dois tipos distintos, quais sejam, comutação espacial e comutação temporal.

Na comutação espacial, os circuitos de origem e destino são conectados fisicamente e a Figura 2.3 a seguir, exemplifica esta modalidade de comutação. O que observamos é exatamente a formação de uma matriz, onde os pontos de entrada são diretamente conectados aos pontos de saída. No contexto das centrais telefônicas, as entradas são os Usuários Originadores conectando-se aos Usuários de Destino.

O componente responsável por realizar esta conexão, ou seja, esta comutação do circuito de entrada com o circuito de saída é o que chamamos de comutador espacial ou central telefônica com comutação espacial.

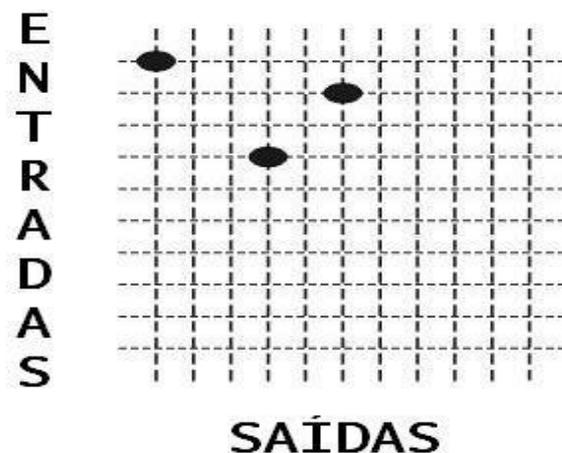


Figura 2.3. Comutação Espacial

Na comutação temporal, as informações dos circuitos são multiplexadas no tempo, utilizando-se um único meio físico para interconectar diversas comunicações simultâneas, ou seja, a comutação dos circuitos é realizada em intervalos de tempo distintos.

A seguir na Figura 2.4, mostramos a forma como tal interligação é realizada.

Cada Usuário Originador terá suas informações enviadas para o respectivo Usuário Destino em intervalos de tempos diferentes, ou seja, ocorrerá uma comutação dos circuitos de forma temporal, apesar de um único meio físico disponibilizado. É exatamente o contraponto se comparado a comutação espacial que para cada comutação realizada um meio físico será utilizado para que a chamada seja estabelecida.

A evolução das centrais telefônicas passa pelo aprimoramento da execução e modelo operacional adotado para tais funcionalidades. De forma sucinta podemos descrever três tipos de tecnologias que norteiam as características destas centrais de comutação: eletromecânicas, eletrônicas e digitais.

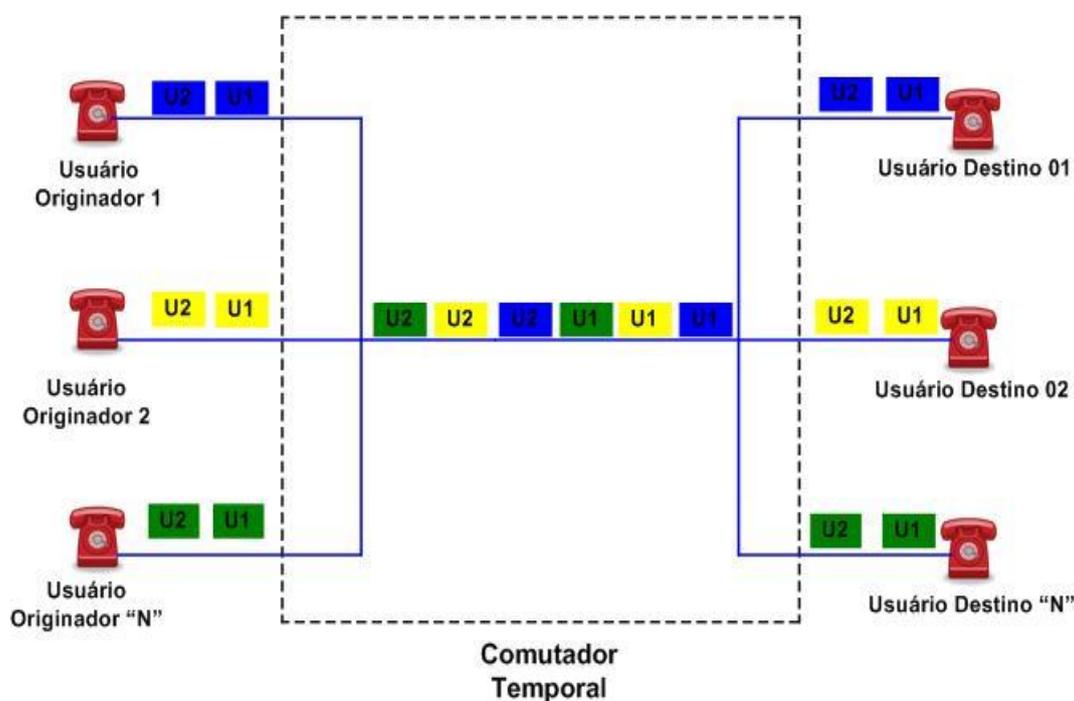


Figura 2.4. Comutação Temporal

As centrais eletromecânicas possuem toda a sua base em dispositivos mecânicos e compõem o primeiro modelo de centrais adotadas com uma real automatização do completamento das chamadas sem a necessidade da interação humana para tal fim. Estes primeiros equipamentos foram concebidos a partir dos seletores Strowger, cujo nome é devido ao seu inventor Almon B. Strowger. O seletor era um dispositivo eletromecânico responsável por identificar e interconectar origem e destino. O termo de centrais eletromecânicas deriva exatamente daí. Estas centrais também eram conhecidas como centrais passo a passo.

As centrais eletrônicas passaram a incorporar dispositivos eletrônicos na execução das três principais funções, tendo como grande diferencial a centralização das funções de controle, que no modelo eletromecânico era totalmente individualizado. A utilização de dispositivos eletromecânicos permaneceu, principalmente na figura dos relês, no entanto com equipamentos eletrônicos (circuitos integrados) incorporados em algumas etapas da central como um todo. Tal junção permitiu um ganho de efetividade das interconexões e ocorreu a consolidação do conceito das matrizes de comutação. Tanto nas centrais eletromecânicas como nas centrais eletrônicas, a comutação espacial é a mais utilizada para interligação dos circuitos.

O atual modelo de central telefônica utilizado nas operadoras de telecomunicações é aquele baseado na digitalização dos sinais, realizando a comutação temporal das informações e possuindo uma gama considerável de processadores e programas para realizar a sinalização, controle e interconexão dos circuitos. A sigla difundida é CPA (Centrais de Programa Armazenado), devido a utilização de softwares embarcados para toda a manutenção e gerenciamento da central. Também podemos citar como fontes de pesquisa e aprofundamento do entendimento histórico e técnico das redes telefônicas: (NOLL, 1998) e (JOHN, 2000).

2.3. Redes de Dados

Transmitir uma informação de um determinado ponto de origem para um determinado ponto destino nos remete aos primeiros sistemas de transmissão de dados, que foram os telégrafos. Podemos classificá-lo como a primeira rede de dados utilizada para o envio e recebimento de informação através de meios elétricos. Um dos pioneiros foi o médico Francisco Salvá, de Barcelona, que realizou a transmissão de mensagens em 1795. Daí em diante sua evolução foi constante, principalmente com relação ao aumento das distâncias alcançadas. Podemos citar como principais estudiosos e difusores dos sistemas telegráficos: Dr. Samuel Von Soemmering (DE BERTOLIS, 1958), Pawell Schilling, Gauss, Weber, William Cook e Charles Wheatstone. O trabalho (MUNRO, 2002) é uma excelente fonte para conhecer os desafios vencidos por estes visionários. Destaca-se nesta época, o pintor americano Samuel Morse que simplificou e deu maior praticidade aos equipamentos até então utilizados, surgindo o tão famoso código Morse.

Todas as evoluções seguintes basearam-se na melhoria do dispositivo desenvolvido por Morse.

No Brasil, as primeiras linhas telegráficas foram instaladas em 1852 e seu avanço ocorreu principalmente durante o período da Guerra do Paraguai (1864-1870). Deste esforço é que em 1874 o Brasil já se encontrava interconectado com a Europa através de cabos submarinos de telegrafia e podemos dizer que estas foram as primeiras Redes de Dados instaladas no nosso país. Pra se medir a dimensão destes fatos, as redes telefônicas que viriam a iniciar suas operações posteriormente, eram tratadas como redes de apoio a infra-estrutura de redes telegráficas. Como fonte para detalhamentos da evolução do serviço de telégrafos no Brasil, citamos (BHERING, 1914).

2.3.1. Componentes de uma Rede de Dados

A Figura 2.5 abaixo, considerando uma visão macro, nos mostra que similarmente as redes telefônicas, os componentes envolvidos nas redes de dados desempenham funções bem próximas ao que já descrevemos nas redes de telefonia. O que diverge neste segmento é o conteúdo da informação a ser transmitida, os protocolos e gama de equipamentos envolvidos. No caso destas redes, um dado pode ser uma gama de informações variadas que não necessariamente apenas voz, como nas outras. A figura já nos remete a estrutura base de componentes atualmente utilizados nas redes de computadores.

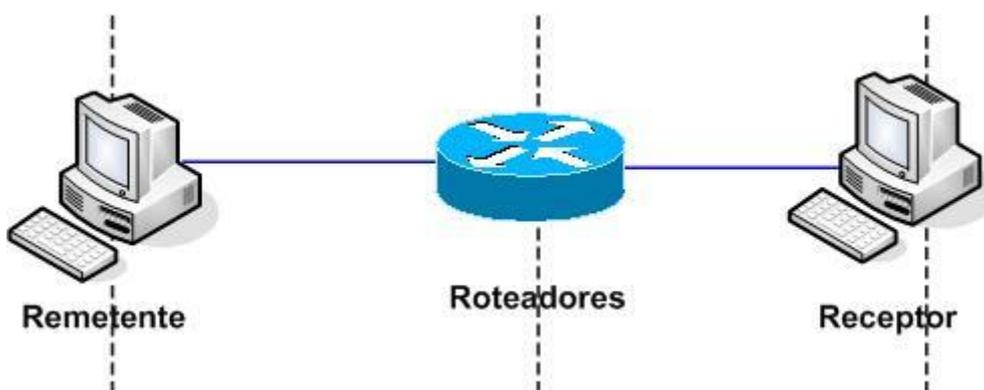


Figura 2.5. Principais Componentes de uma Rede de Dados

Remetente é o componente responsável por originar o envio das informações, devidamente representado como um computador que enviará dados ao destino.

Os componentes Roteadores compõem o coração das redes de dados e são responsáveis pela identificação de origem e destino dos dados, tratamento e direcionamento correto dos mesmos ao respectivo receptor.

Receptor é o ponto destino da informação, responsável por tratar o dado recebido e enviar mensagens de confirmação de recebimento.

Após o completo estabelecimento de uma conexão entre os respectivos pontos, ambos passarão a atuar tanto como Remetente como Receptor, devido a troca de informações ocorrer de forma bidirecional.

As redes de dados atualmente estruturadas, utilizam as técnicas de comutar as informações de forma temporal, possibilitando o compartilhamento físico dos meios e permitindo o avanço constante da capacidade de transmissão e recepção envolvida.

Alocar as informações em um determinado intervalo de tempo nos permite transmitir de forma mais eficaz tais dados, pois a agregação de blocos de envios possibilita que diferentes 'Remetentes' enviem suas informações paralelamente por um meio compartilhado, otimizando a utilização dos recursos. A composição de diversas informações em blocos de dados, originou o termo pacote ou quadro, que consiste da organização dos dados a serem transmitidos em tamanhos pré-determinados com delimitação de início e fim. Daí surge o termo e a estruturação da comutação por pacotes, que descrevemos no item seguinte.

2.3.2. Comutação por Pacotes

O teorema de Nyquist-Shannon (NYQUIST, 1928) é a base para digitalização de sinais e podemos considerá-lo como a semente para a troca de informações digitais, ou seja, comutar pacotes através de uma rede de dados. O primeiro país a utilizar a troca de informações digitais na rede pública de telefonia foi à França em 1970 (JACOB, 1979).

A partir da digitalização das informações, pôde-se agrupá-las em pequenos blocos de dados e daí surge o conceito de pacotes. Um dos pioneiros no conceito, padronização e utilização prática das redes de comutação por pacotes foi Paul Baran, em seu trabalho (BARAN, 1964).

Diferentemente das redes de comutação por circuito onde uma conexão é mantida do início ao fim de uma comunicação, nas redes de comutação por pacotes o tráfego ocorre com troca de informações em rajadas intercaladas por pequenos intervalos de tempo. Os componentes das redes de dados tratarão os pacotes para que a comunicação ocorra de forma efetiva e os erros inerentes sejam minimizados.

O conceito que um determinado bloco de dados ou informação é denominado de pacote é praticamente universal. Mas qual o tamanho padrão de um pacote, que tipo de formato o mesmo deve ter? Tais questionamentos nos remete a um outro tipo de definição e padronização que são os protocolos. A comunicação através da troca de pacotes está diretamente relacionada às mensagens enviadas e recebidas pelos componentes das redes de comunicação de dados. O formato destas mensagens e suas padronizações são exatamente os protocolos, que por sua vez definem o formato que cada pacote contém, de acordo com a troca de mensagem envolvida.

A evolução das redes de dados permeiam o universo além de suas camadas físicas, que também sofreram ao longo das últimas décadas o aprimoramento de técnicas de digitalização e transmissão das informações nos ambientes em rede. As camadas superiores ao nível físico concentram os protocolos e a forma como os componentes de tais estruturas executarão a troca de informações através de pacotes, ou seja, nesta esfera é o local onde ocorre a comutação dos pacotes.

Mantendo como foco o entendimento evolutivo das redes, o principal protocolo responsável por ser o embrião a permitir o surgimento de novos padrões tem sido o binômio TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) (COMER, 2001). Estes protocolos permitiram o surgimento das redes de computadores e a consolidação da atual estrutura de internet que conhecemos.

Ao longo dos anos os protocolos TCP/IP comprovaram sua eficiência e a grande maioria das aplicações vêm sendo desenvolvidas para funcionar com base nesta arquitetura.

Os componentes principais das Redes de Dados já incorporam as funcionalidades do TCP/IP e praticamente toda a base mundial das redes de nova geração seguem esta padronização, independentemente do fabricante (COMER, 2001).

Como conceitos básicos, a seguir fornecemos definições dos principais modelos de redes que utilizam a comutação por pacotes, para troca de informações.

LAN (Local Area Network) é o termo para referenciar as redes de comunicação entre computadores que trocam informação através dos componentes de uma forma compartilhada e com distâncias geográficas pequenas. Diversas tecnologias são empregadas na construção das LANs e destacamos como principais: Token Ring, FDDI (Fiber Distributed Data Interface), Ethernet, Fast Ethernet e Gigabit Ethernet. Salientamos como principal diferença entre elas, a abordagem utilizada para realizar o compartilhamento das informações e a velocidade de transmissão efetivada nas conexões.

WAN (Wide Area Network) é o tipo de rede onde os principais diferenciais para as LANs consiste das distâncias envolvidas e no fato da troca de informação ser realizada através de conexões dedicadas e ponto a ponto. Principais protocolos: PPP (Point to Point Protocol), Frame-Relay, ISDN (Integrated Service Digital Network), ATM (Asynchronous Transfer Mode), SDH (Synchronous Digital Hierarchy) e SONET (Synchronous Optical Network).

PAN (Personal Area Network) é o acrônimo para um novo conceito de troca de informações entre dispositivos que estejam em um raio de aproximadamente 10 metros, sem a necessidade de conexões cabeadas para este fim. A tecnologia de transmissão sem fio utilizada é o bluetooth e a idéia central é que dispositivos como notebooks, PDA (Personal Digital Assistant), impressoras e etc possam compartilhar informações entre si, formando uma rede pessoal daquele indivíduo que os utiliza. A base deste modelo de rede foi inicialmente desenvolvida por Thomas Zimmerman e outros pesquisadores do MIT (Massachusetts Institute of Technology) Media Labs (ZIMMERMAN, 1995).

Esta diversidade de estruturas, protocolos e redes tem ocasionado um aumento na complexidade de manutenção e operação destas arquiteturas de telecomunicações. O surgimento das redes de nova geração NGN (Next Generation Network) visam a integração e centralização destes padrões. As diversas mídias envolvidas nas redes de transmissão de pacotes passam a trafegar através de componentes que acumulam e centralizam funções das redes legadas. No tópico a seguir descrevemos algumas visões de diferentes institutos e organismos internacionais, os conceitos e a arquitetura funcional básica das NGN.

2.4. Redes NGN

As NGN são redes baseadas na troca de pacotes de dados, capazes de proverem serviços de telecomunicações fazendo uso de múltiplas larguras de banda (ITU-T, 2004). Através de tecnologias que incorporam parâmetros de qualidade de serviço, as funções de provimento de serviços e transporte são tratadas independentemente. Um dos fatores essenciais buscados pelas redes de nova geração é exatamente o fornecimento de novos serviços, permitindo uma mobilidade generalizada, bem como a integração de tais serviços às redes legadas.

Neste tópico realizaremos uma descrição dos principais modelos de redes de nova geração que estão em processo de padronização pelos organismos internacionais. Descreveremos seus pontos de foco e atuação, elucidando as diferentes visões que representam o atual caminho percorrido e a percorrer no universo da convergência das redes.

2.4.1. Visão ITU (International Telecommunications Union)

O ITU-T(International Telecommunications Union - Telecommunications) é o organismo internacional que iniciou os estudos para padronização das redes de nova geração. Tais atividades tiveram início em 2003 e consolidaram-se em 2004 com a formação do FGNGN (Focus Group Next Generation Network) e detalhes podem ser encontrados em (ITU-T FGNGN-MR-0065). Importante é salientar aqui, os estudos e encaminhamentos decididos, ocorrendo o desmembramento em sete áreas específicas de estudo, quais sejam: capacidades, arquitetura funcional e requisitos, qualidade de serviço, aspectos de controle, questões de segurança, migração das atuais redes para NGN e requisitos para futuras redes baseadas em pacote.

O escopo do nosso trabalho recai sobre uma destas áreas de estudo, que é a arquitetura funcional e que em nossa proposição, apresentamos um dispositivo que está aderente a esta especificação proposta pelo ITU.

Apesar do particionamento em áreas de estudo distintas, a visão do ITU para as NGNs é realizada de uma maneira em que estes diferentes focos são abordados de forma generalizada, o que permite o uso do modelo como base para desenvolvimento e realização de um padrão para esta arquitetura (VAARAMAKI, 2008).

A definição da arquitetura básica, especificações de interfaces e orientações de implementação compõem o documento que se tornou a recomendação ITU-T para as NGNs (ITU-T, 2004).

De acordo com o trabalho (CHAE-SUB LEE, 2006) é que abaixo apresentamos a Figura 2.6 que resume a arquitetura funcional das NGNs, bem como uma descrição básica das funcionalidades desempenhadas por cada camada.

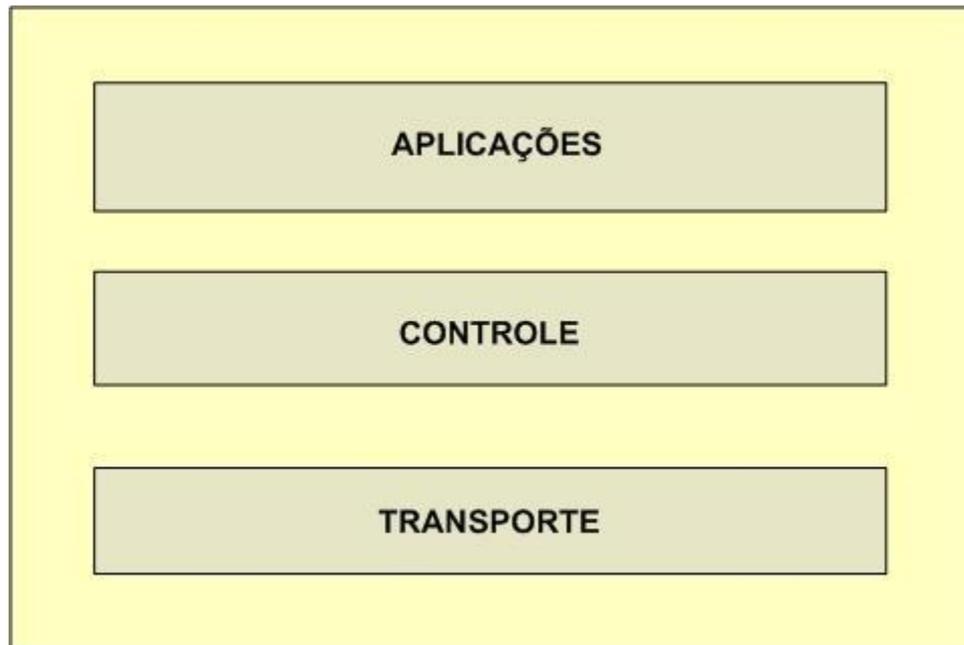


Figura 2.6. Arquitetura Funcional NGN

No modelo de camadas utilizado pela arquitetura funcional de redes de nova geração, a camada de transporte possui a responsabilidade de realizar todas as interconexões entre as diferentes redes existentes, protocolos e interfaces, bem como a transferência das diversas mídias envolvidas. O provimento de acesso destas diversas redes conectadas, gerenciamento e controle das informações são funções diretamente compartilhadas com a camada de controle. O protocolo IP torna-se a tecnologia essencial para o universo das redes de nova geração, visto que a maioria dos equipamentos utilizados, independente de sua funcionalidade na estrutura de camadas, troca sinalização através deste padrão.

A camada de controle é o elo de ligação entre a camada de transporte e as funcionalidades relacionadas aos serviços e aplicações desenvolvidas. Nesta camada ocorre o compartilhamento das funções de controle da camada de transporte, bem como as funções de controle dos serviços incorporados na camada de aplicação.

Disponibilidade de recursos de rede, estabelecimento das chamadas, gerenciamento de contas e autorização para registro de terminais de usuário são exemplos de funções desempenhadas pela camada de controle. Funções de gerenciamento de contas com o objetivo de tarifação e bilhetagem também são incorporados neste ponto da arquitetura e possuem detalhamentos na recomendação M3060 do ITU-T.

A camada de aplicação concentra o foco principal de agregação de valor da arquitetura, que é a possibilidade do provimento de novos serviços às atuais redes IP, bem como às redes legadas.

Destacamos o trabalho (SCHREINER, 2008), como exemplo de aprofundamento e busca por padronização para um melhor aproveitamento da integração do universo das telecomunicações com ambientes e padrões de desenvolvimento da esfera da tecnologia da informação.

O desenvolvimento de novas aplicações com rapidez e seguindo padrões de desenvolvimento já estabelecidos, possibilitam a criação de novos serviços por parte das operadoras de uma forma competitiva e modular. Seguindo esta normatização, na camada de aplicação concentram-se módulos que podem ser conectados ou desconectados de forma transparente.

Em nossa visão, a arquitetura consolida sua forte vantagem e motivação em dois pontos centrais: convergência entre redes IP e redes legadas; criação e implantação de novos serviços de forma transparente e modular.

2.4.2. Visão IETF (Internet Engineering Task Force)

Dentro do contexto das redes de nova geração, o olhar do IETF possui um foco mais detalhista e direcionado para os desafios inerentes a mobilidade. Destacamos mais especificamente os grupos de trabalho relacionados com: *multi-interface/multihomed mobile* e *stationary nodes*.

Os dois focos mencionados anteriormente congregam um ponto em comum que é a necessidade de conexão com diferentes redes de acesso (*wired* e *wireless*) e ao mesmo tempo questões relacionadas ao estabelecimento contínuo e disponibilidade

destes *links*. Manter as conexões em ambientes heterogêneos, onde a mobilidade é exigida, é o principal desafio a ser vencido pela visão do IETF.

Como em todas as visões, haverá sempre um elo na arquitetura em que os usuários devem ser acessados através de diferentes redes e com o intuito de utilização de serviços. Apesar do IETF não possuir uma arquitetura que define estrutura em camadas para as novas redes, percebemos esta vertente de acesso aos usuários através da gama de protocolos relacionados e seus respectivos grupos de trabalho.

O destaque é a simultaneidade dos trabalhos, quantidade e qualidade dos resultados obtidos. A seguir elencamos os protocolos que acreditamos explicar a visão das redes de nova geração tratada pelo IETF.

Mobile IPv4 (PERKINS, 2002) e Mobile IPv6 (JOHNSON, 2004), cujos respectivos grupos de trabalho dentro do IETF são mip4 e mip6.

O protocolo NEMO (IETF NEMO, Acesso em 26.10.2009) tem como destaques e melhorias tratar a mobilidade na rede como um todo e não apenas em nós específicos.

Com foco em explorar e avançar no tópico da mobilidade para múltiplas redes e internet, destaca-se o grupo de trabalho nomeado *monami6* (IETF monami6, Acesso em 26.10.2009) e também novas propostas (LARSSON, 2007) (WAKIKAWA, 2007) (SOLIMAN, 2007) que aguardam aprovação pelo organismo.

Prosseguindo o caminho evolutivo dos grupos de trabalho dentro do IETF, a proposta MEXT (Mobility EXtensions for IPv6) visa um melhor suporte ao NEMO, incluindo novos aspectos de segurança e autenticação, bem como questões relacionadas aos dispositivos *firewalls*, voltados para o uso em conjunto dos protocolos IPv4 e IPv6. Ver (LE, 2006).

Aprofundando nos aspectos de segurança é que surge o grupo de trabalho que aborda esta temática com preocupações relacionadas principalmente com a internet e a identidade dos usuários envolvidos em conexões heterogêneas. Este grupo é batizado HIP (Host Identity Protocol) e tem como principais resultados (IETF HIP, Acesso em 26.10.2009) (MOSKOWITZ, 2007) (HENDERSON, 2007) (PIERREL, 2006).

Finalizando a visão de novas redes do IETF, destacamos o grupo de trabalho responsável pela concepção do DNA (Detecting Network Attachment), cuja principal

funcionalidade é realizar a identificação dos usuários conectados a determinada rede e se este usuário é nativo ou pertencente a outro nó do sistema como um todo. Esta função tem relação direta com técnicas utilizadas para as camadas 2 e 3 do modelo de referência OSI e destacam-se as soluções (IETF DNA, Acesso em 26.10.2009) (NARAYANAN, 2007) (KRISHNAN, 2007).

2.4.3. Visão IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

O IEEE tem sido ao longo das últimas décadas grande fonte de conhecimento relacionado ao desenvolvimento de novos padrões e tecnologias e sua atuação em conjunto com diversos outros institutos e organismos tem permitido o avanço em diversas áreas da ciência. Afirmar que há uma visão unificada do instituto para as redes de nova geração não é pretensão deste trabalho nem explana a realidade devido à enorme quantidade de pesquisadores relacionados com o tema e suas nuances. No entanto, neste tópico descreveremos uma das ações e padrões realizados pelo organismo, que acreditamos possuir relação direta com o tema das NGNs.

Mantendo a premissa que objetiva o provimento de variedade de serviços e acesso a múltiplas redes, caracteriza-se no IEEE os esforços enveredados no caminho de prover um padrão que possibilite a conexão entre aplicações/serviços, bem como realizar uma ponte destas com os diferentes mecanismos que realizam a abordagem final com o usuário. Neste contexto, é que desponta o protocolo MIH (Media Independent Handover services), cuja Figura 2.7 a seguir apresentamos.

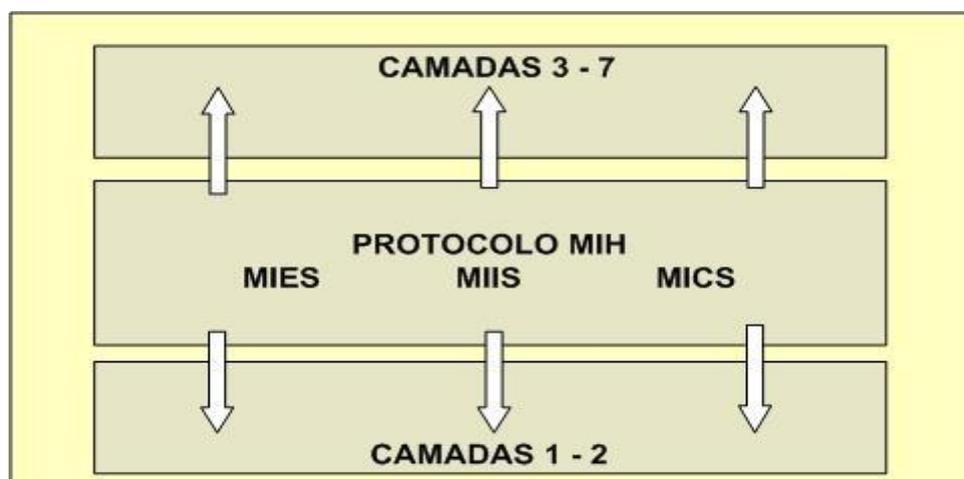


Figura 2.7. Protocolo MIH

O principal objetivo do MIH é tornar-se uma referência de atuação entre as camadas 3 e 2 do modelo OSI, que similarmente atuará provendo entrega de informações das camadas superiores para as camadas inferiores, permitindo a adoção de diferentes serviços através de aplicações e múltiplas conexões com diferentes opções de acesso.

O protocolo MIH é definido como IEEE 802.21 (I. S. 802.21/D7.0, 2007).

A base do MIH é o MIHF (MIH Function), que por sua vez é dividido em três serviços distintos: MIES (Media Independent Event Service), MIIS (Media Independent Information Service) e MICS (Media Independent Command Service).

Esta composição visa cumprir com os principais conceitos de NGN, que é realizar a comunicação entre diferentes entidades de redes e ao mesmo tempo fornecer possibilidade de novos serviços aos usuários finais, estabelecendo o elo entre camada de aplicação e camada de acesso.

No próximo tópico descreveremos a quarta visão relevante no universo das redes NGN.

2.4.4. Visão 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) e IMS (IP Multimedia Subsystem)

As características de mobilidade e manutenção da conectividade IP exigidas pelas redes 3G, foram os maiores desafios constatados e enfrentados para que o paradigma do universo IP pudesse ser adotado a contento nas redes celulares. Diversas tecnologias foram desenvolvidas e padronizadas por grupos de trabalhos e fóruns de pesquisas, permitindo um suporte contínuo e uma permanente atualização nos avanços alcançados.

Dentre estes grupos de trabalhos e fóruns, devemos destacar como primordial, o ETSI (European Telecommunications Standard Institute) que foi o organismo diretamente responsável pela padronização do GSM (Global System for Mobile Communications) e da arquitetura GPRS (General Packet Radio Service). Exatamente no final dos anos 90, mais precisamente em Dezembro de 1998, onde se tem trabalhos de finalização da padronização do GSM é que tem início um projeto de trabalhos cooperados que aglutina os esforços e estudos para manutenção e desenvolvimento das especificações e relatórios técnicos do próprio padrão GSM como também das

tecnologias de acesso a rádio GPRS e EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution), formalizado e batizado com o nome de 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) (3GPP, Acesso em 27.10.2009).

O 3GPP é um acordo de colaboração entre Europa, Japão, Coreia do Sul, Estados Unidos e China, com o objetivo de especificar a terceira geração dos sistemas móveis. Como primeira base de especificação é que no ano de 1999 foi lançado o release inicial do 3GPP, conhecido como Release 99 ou 3GPP R99.

As principais contribuições desta versão foram as melhorias implantadas ao GSM, possibilitando o WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) e a introdução da arquitetura OSA (Open Service Architecture) para criação de serviços.

A versão seguinte, Release 2000, é especificamente onde inicialmente se têm contato com o termo IMS (IP Multimedia Subsystem) (POIKSELKA, 2004) e que visava o conceito chamado de *All-IP* (PANG, 2002), onde todo o *core* de transporte da rede adotaria o IP em conjunto com os serviços permitidos pelo mesmo. Ao longo deste desenvolvimento concluiu-se que em um ano não seria possível alcançar tal objetivo e então houve a partição em duas novas versões, o Release 4 e o Release 5, sendo que os trabalhos voltados para o IMS foram estancados na primeira versão, mas conseguindo-se manter o IP no core. Esta versão foi oficialmente concluída em Março de 2001.

As versões seguintes, Release 5 e Release 6, realmente já possuem todo o conceito existente que se conhece da arquitetura IMS.

Podemos mencionar como maior destaque da Release 5 a padronização obtida para uma arquitetura baseada em IP com acesso independente, que permite a integração das redes de voz e dados. Esta integração atende o contexto das redes com cabo (PSTN, ISDN e Internet), como o contexto móvel (GSM e CDMA). Nesta versão é que realmente se consolida a real entrega dos serviços que caracterizam o conceito “*All in All*” no coração da rede IP. Como exemplos: *registration, security, charging, bearer control e roaming*.

O Release 6, já como base consolidada do IMS, agrega novos serviços (*presence, messaging, conferencing, group management e local services*) e permite integração de novas redes IP, como WLANs (Wireless LAN). Outro ponto fundamental a ser citado é a adoção de novas técnicas para proteção e confidencialidade das

mensagens SIP (Session Initiation Protocol) (ROSENBERG, 2002), bem como a certificação dos usuários.

O Release 7, tem como principal virtude a integração com as redes legadas de acesso fixo, como exemplo o DSL (Digital Subscriber Line), tendo apoio do ITU (International Telecommunications Union) e relacionamento incondicional com o padrão TISPAN (TISPAN, Acesso em 27.10.2009), cujo Release 1 está totalmente centrado nesta versão 7 do 3GPP.

O trabalho do 3GPP está diretamente relacionado com a evolução do IMS, estando atualmente na Release10 (3GPP, Acesso em 27.10.2009) e faz-se necessário mencionar o papel desempenhado por outro grupo de pesquisa que também tem adotado o IMS do 3GPP como base, cujo nome é 3GPP2 (3GPP2, Acesso em 27.10.2009).

O 3GPP2 possui os mesmos objetivos do 3GPP, só que com escopo voltado para comunidade ANSI (American National Standards Institute), o que evidencia que existem diferenças entre o IMS destes grupos, mas que não abordaremos neste trabalho.

A Figura 2.8 a seguir mostra a arquitetura IMS, resumindo suas camadas e respectivos blocos de funcionalidades.

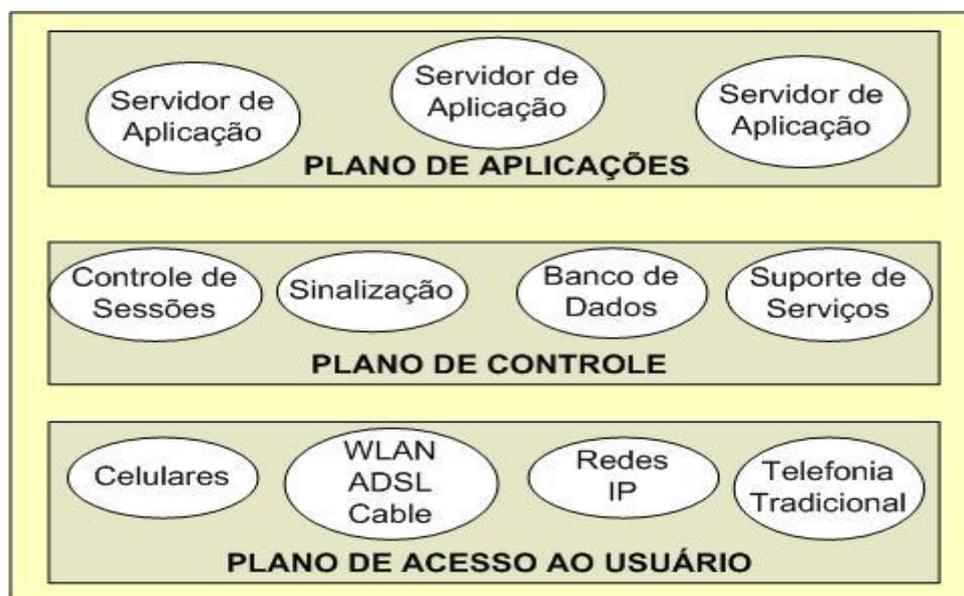


Figura 2.8. Arquitetura IMS

Basicamente a arquitetura está dividida em três planos: plano de aplicação, plano de controle e plano de acesso ao usuário. Percebemos aqui uma semelhança direta com a visão do ITU e que tem norteado as atuais pesquisas na área.

O plano de aplicação concentra exatamente os servidores que serão responsáveis por armazenar as aplicações que permitirão o desenvolvimento de novos serviços, como exemplos: *messaging*, *conference* e *presence*.

No plano de controle encontram-se as funções de coordenação e gerenciamento de sessões, os bancos de dados com informações referentes aos usuários, os elementos que coordenam e provêm suporte aos serviços e as entidades de sinalização. No quesito sinalização, o protocolo SIP é considerado o coração da arquitetura IMS, pois o mesmo é responsável por toda troca de informações entre os diversos elementos posicionados nas camadas da arquitetura.

No plano de acesso aos usuários, concentram-se as conexões com os diversos tipos de redes existentes, permitindo a convergência entre as mesmas e a real consolidação da sinergia entre redes móveis e redes fixas.

A Figura 2.9 tem como objetivo visualizar a comprovação da aderência do Gateway desenvolvido ao atual modelo funcional da arquitetura NGN do ITU.

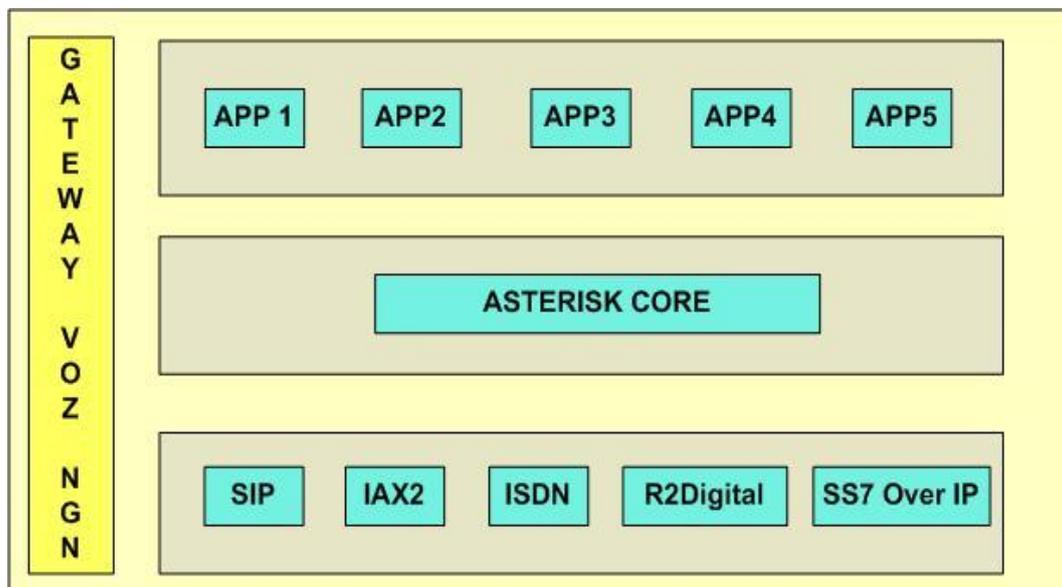


Figura 2.9. Aderência do Gateway a Arquitetura Funcional NGN

As NGNs tem permitido avanços na integração de redes e sinergia entre arquiteturas. Protocolos como GMPLS (Berger, 2003) e a arquitetura ASON (LARKIN, 2002) são exemplos práticos de tal modelo de desenvolvimento. Compõem uma importante área de pesquisa voltada para padronização do plano de controle e roteamento das redes ópticas.

Capítulo 3 – Camada de Transporte/Acesso e Camada de Controle

Neste capítulo é apresentada uma descrição dos protocolos utilizados em nossa solução, para respectiva conexão com as operadoras de telecomunicações e provedores VoIP. Tais protocolos e sinalizações compõem a camada de transporte/ acesso do Gateway desenvolvido e que adere ao modelo funcional das NGNs. Também realizamos um resumo da plataforma utilizada como camada de controle de nossa solução

3.1. Introdução

Na última década, a evolução das redes tem percorrido um longo e rápido caminho em direção da integração com novos modelos. Através da padronização de arquiteturas que procuram manter o atual parque de equipamentos instalados e permitem à inserção de novas tecnologias, o universo das redes de nova geração tem obtido um grau de maturidade e consolidação que a tornam uma opção real e concreta para o novo cenário das redes de telecomunicações que se vislumbra. Citamos o trabalho (NGUYEN, 2002) que já relacionava esta nova tendência da nova geração de redes.

As redes NGN, têm como uma das principais premissas o provimento de integração das redes IP com as redes legadas, fornecendo conexão através de múltiplos e diferentes tipos de acesso. Apesar de seguirem linhas distintas de trabalho, os organismos internacionais tem procurado estabelecer padrões para as NGNs e podemos mencionar a estrutura em camadas como um ponto de congruência, principalmente no aspecto que envolve o transporte das informações e acesso a diferentes redes. Podemos mencionar como exemplo o trabalho (VAARAMAKI, 2008).

Em nosso trabalho, a camada de transporte/acesso vislumbra a possibilidade do fornecimento de telefonia através de múltiplos e diferentes tipos de protocolos. Os referidos, já se encontram devidamente estabelecidos no cenário das telecomunicações e uma de nossas contribuições foi exatamente tornar possível a implantação de tais padrões de uma forma integrada em um único equipamento.

Na camada de controle, a plataforma Asterisk é utilizada para prover todas as funcionalidades de gerenciamento, coordenação e ponte de integração entre aplicações desenvolvidas e protocolos de comunicação entre usuários e operadoras.

Nos itens a seguir descreveremos os protocolos utilizados: ISDN, R2Digital, SIP, IAX2 e o SS7 Over IP. Os mesmos compõem a camada de transporte/ acesso e que possuem similaridade e aderência ao modelo funcional das NGNs.

3.2. Camada de Transporte/Acesso

3.2.1 ISDN (Integrated Service Digital Network)

As primeiras especificações do ISDN podem ser encontradas na Recommendation I.120, datada de 1984 pelo antigo CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative Committee) e agora conhecido como ITU (International Telecommunications Union). Um dos principais problemas inicialmente encontrados foi a falta de padronização no desenvolvimento dos equipamentos por parte dos principais fabricantes da época, Nortel Networks e AT&T.

No início dos anos 90 é que tal padronização começa a tomar forma e o trabalho que se tornou referência foi (KESSLER, 1990), em que os conceitos da arquitetura em camadas do ISDN, tem sua adoção iniciada.

Podemos dividir o ISDN em dois tipos principais, quais sejam: BRI-ISDN (Basic Rate Interface - ISDN) e PRI-ISDN (Primary Rate Interface - ISDN).

A formação dos links ISDN é basicamente dividida em dois tipos de canais: canais de dados/ voz (B - Channels) e um canal para sinalização (D - Channel). A importância do canal de sinalização é que não ocorre interferência entre o estabelecimento das chamadas e o transporte das informações em si, sejam elas pacotes de dados ou de voz. É o que se chama de sinalização fora da banda.

O BRI-ISDN utiliza os pares normais de fio de cobre da telefonia tradicional e tem como foco o provimento de uma rede de dados e voz com atuação para o atendimento a usuários residenciais. O link total para esta implementação é de 144Kbps divididos da seguinte forma: dois canais de 64Kbps para os “B-Channels” e um canal de 16Kbps para o “D-Channel”.

O PRI-ISDN também utiliza pares de fio de cobre, mas possui o foco diferenciado para provimento de uma rede de dados e voz para usuários corporativos. O que diferencia é exatamente a quantidade de canais disponibilizados. O link total para o PRI-ISDN possui uma divergência relacionada a determinadas regiões do planeta. Para a América do Norte segue-se o padrão T1 que é composto de 23 canais “B-Channels” e 01 canal “D-Channel”. Já para Europa adota-se o padrão E1, composto por 30 canais “B-Channels” e 01 canal “D-Channel”.

Abaixo apresentamos a Figura 3.1, que procura exemplificar a diferença entre BRI-ISDN e PRI-ISDN.

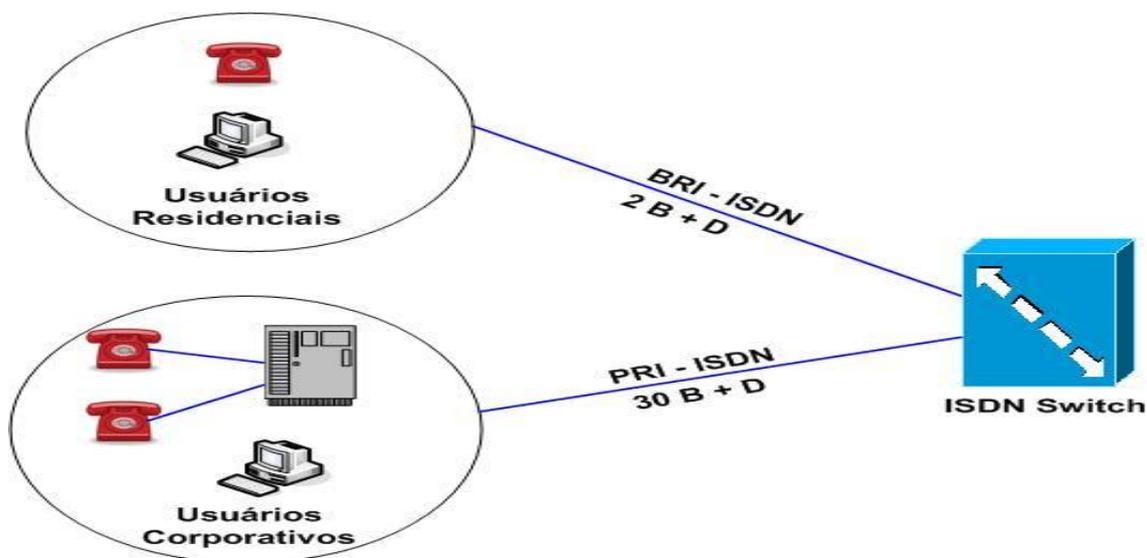


Figura 3.1. BRI/PRI ISDN

Outro ponto importante que devemos registrar neste trabalho é a arquitetura em camadas do protocolo ISDN que segue os preceitos em camada do modelo OSI (Open Systems Interconnection).

A seguir apresentamos a Figura 3.2 que apresenta a divisão em camadas e as principais Recomendações do ITU para cada respectivo bloco.

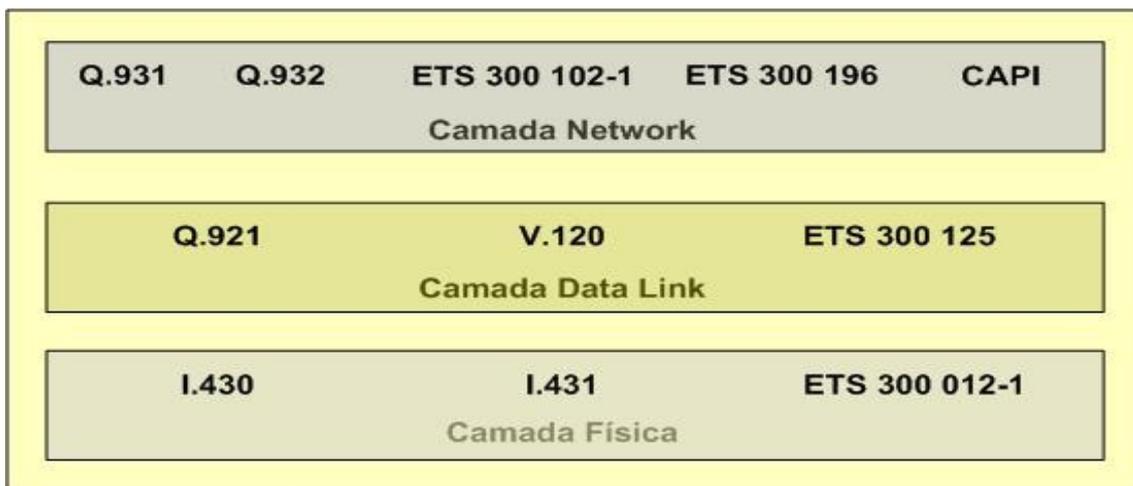


Figura 3.2. Camadas ISDN

A seguir apresentamos a Tabela 3.1, que resume as Recomendações do ITU.

Tabela 3.1. Resumo Recomendações ITU

RECOMENDAÇÃO	DESCRIÇÃO
I.430	Trata do BRI-ISDN
I.431	Trata do PRI-ISDN
ETS 300 012-1	Implementação das interfaces básicas de usuários. Especificações elétricas.
Q.921	LAPD (Link Access Procedures on the D-Channel). Especificações para o protocolo.
V.120	LAPB (Link Access Procedures on the B-Channel). Especificações para o protocolo.
ETS 300 125	Interface entre o usuário e a camada de rede.
Q.931 / ETS 300 102-1	Especificação para o controle básico das chamadas.
Q.932 / ETS 300 196	Especificação do tratamento de serviços suplementares.

CAPI (Common ISDN Application Programming Interface) não é uma recomendação do ITU, mas sim um consórcio internacional de operadoras de

telecomunicações e fabricantes de hardware e software. O consórcio é baseado em Berlim na Alemanha e tem como principal objetivo prover o desenvolvimento de interfaces padronizadas e independentes para os componentes de hardware do ISDN.

Podemos mencionar o trabalho (RFC3398, 2002) como um embrião de busca por integração deste protocolo com novos padrões que se fortalecem neste novo cenário das redes convergentes.

3.2.2 R2Digital

Diferentemente do protocolo ISDN que utiliza um canal exclusivo para a troca de mensagens, no padrão R2Digital a sinalização ocorre em um canal associado ao grupo que carrega as conversações. Esta classificação possui a denominação de referência chamada CAS (Channel Associated Signalling).

A sinalização R2Digital é um dos protocolos mais utilizados nas centrais de comutação dos países da América do Sul, África, Austrália e parte da Europa.

Para um melhor entendimento da sinalização R2Digital, necessitamos conceituar três tipos de sinalização utilizadas nos padrões tradicionais de telefonia, quais sejam: Sinalização Acústica, Sinalização de Linha e Sinalização de Registro.

A Sinalização Acústica é composta por todos os sinais enviados aos usuários do sistema, tais como: tom de discar, tom de ocupado, tom de controle de chamada, corrente de toque, tom de congestionamento, dentre outros.

Sinalização de Linha é a troca de informação que ocorre entre os elementos das centrais telefônicas que são responsáveis pelas conexões entre as mesmas, também chamados de juntores. Nesta troca de dados é que ocorre a informação se determinado juntor está livre ou ocupado e também sinalização para ocupar ou liberar o equipamento específico.

A Sinalização de Linha é responsável por realizar a ocupação, supervisão e liberação dos circuitos que interligam as centrais telefônicas.

Exemplos dos sinais trocados encontram-se na Tabela 3.2 a seguir, que estão definidas no padrão de referência (TELEBRÁS 210-110-703, 1996), mas que já era utilizado desde 1968 seguindo os preceitos das Recomendações do ITU.

A Sinalização de Registro é responsável pela seleção, envio e recebimento dos dígitos trocados para informar a identidade de origem e destino dos assinantes envolvidos em uma chamada telefônica, bem como suas respectivas categorizações.

Citamos como tipos mais difundidos de Sinalização de Registro: Decádica, DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency) e MFC-R2 (Multi-Frequencial Compelida – R2), sendo este último o padrão utilizado pela R2Digital.

Mencionamos o documento (TELEBRÁS 210-110-706, 1996) como referência nacional e especificação técnica para Sinalização de Registro.

Tabela 3.2. Principais Sinais da Sinalização R2Digital

DESCRIÇÃO	SENTIDO
Tronco Livre	A -> B e B -> A
Ocupação	A -> B
Confirmação de Ocupação	B -> A
Atendimento	B -> A
Tarifação	B -> A
Chamada Extendida	B -> A
Desligar para Trás	B -> A
Desligar para Frente	A -> B
Confirmação de Desconexão	B -> A
Bloqueio	B -> A
Falha	A -> B

Existem na especificação da Telebrás diversas tabelas que enumeram todos os sinais tratados tanto para Sinalização de Linha como para Sinalização de Registro. Toda esta padronização se baseia nas definições do ITU e mencionamos as Recomendações

Q.400 e Q.421, que compõem um conjunto que assim como os demais foram adaptados e definidos para o formato brasileiro.

A Sinalização R2Digital é a utilização conjunta dos tipos descritos acima e a seguir na Figura 3.3, mostramos um exemplo básico de fluxo de chamada utilizando tal padrão.

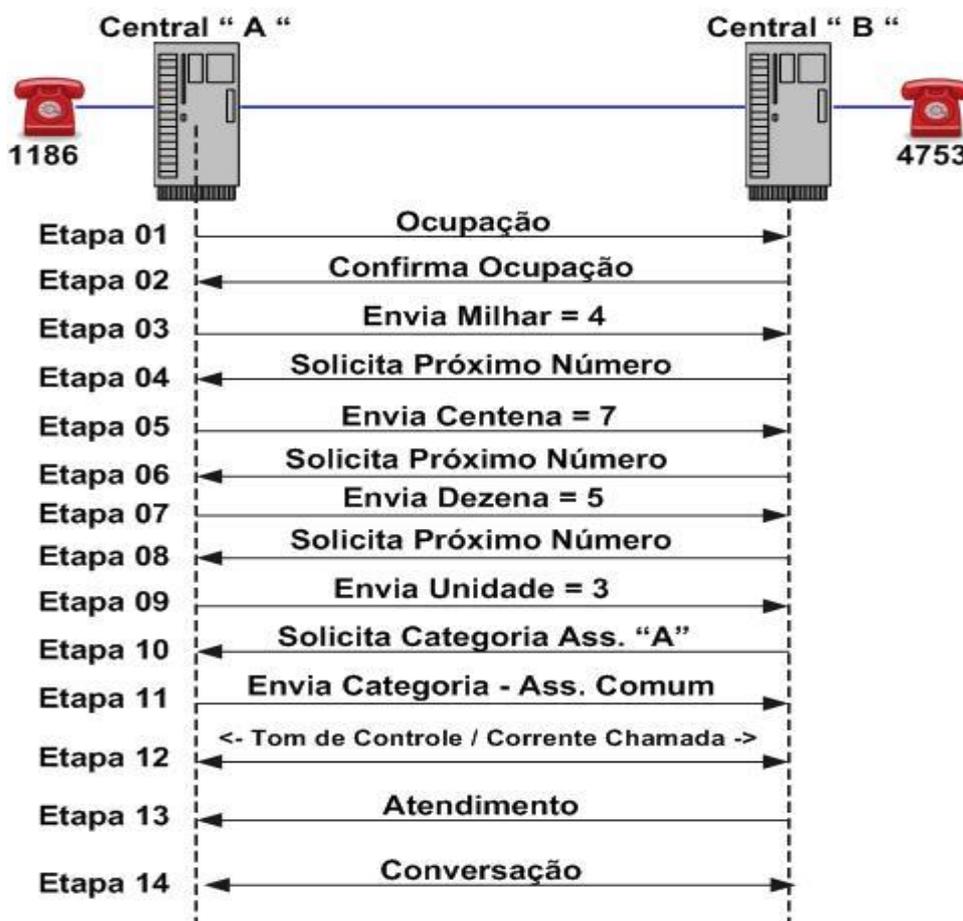


Figura 3.3. Fluxo de uma Chamada utilizando Sinalização R2Digital

No tópico a seguir descreveremos a arquitetura SIP e seus principais componentes.

3.2.3 Arquitetura do Protocolo SIP

O SIP (Session Initiation Protocol) pode ser descrito de uma maneira genérica como uma arquitetura cliente / servidor. Sua operação é baseada nos padrões da Internet e mecanismos tais como os utilizados para envio e recebimento de correio eletrônico, através do protocolo SMTP (KLENSI, 1996), bem como o funcionamento dos web-browsers com o padrão HTTP (BERNES LEE, 1996).

Na Figura 3.4 a seguir, podemos ver os principais componentes da arquitetura SIP.

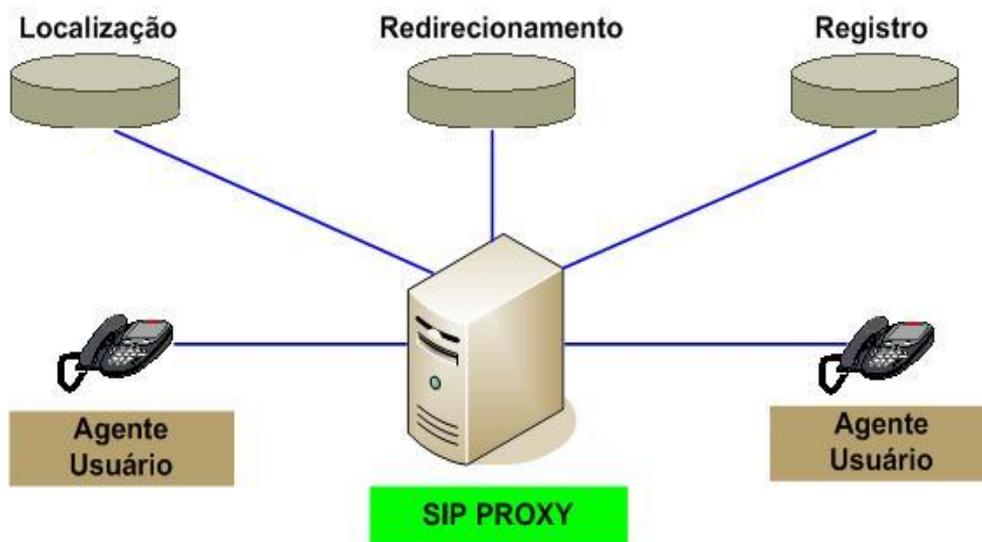


Figura 3.4. Componentes da Arquitetura SIP

O objetivo neste trabalho não é detalhar a arquitetura, mas destacar os seguintes pontos do protocolo SIP:

1) Existência de protocolos distintos para fase de sinalização e para fase de troca dos pacotes de voz em si. Neste contexto, evidencia-se a necessidade de dois passos bem definidos para que ocorra uma sessão completa com o uso do protocolo SIP. O passo inicial de sinalização com as trocas de mensagens e o passo seguinte que é o transporte da voz em si através do protocolo RTP (JACOBSON, 1996). Este sem dúvida é o fator primordial de diferenciação da forma de operação do SIP quando comparado ao protocolo IAX, que descreveremos no próximo tópico.

2) A adoção do protocolo como padrão e base de sinalização em novas arquiteturas, como o IMS (POIKSELKA, 2004), que notoriamente tem emergido como uma estrutura chave para o FMC (Fixed M3bile Convergence). O SIP tem se tornado o protocolo de maior utiliza33o por parte dos grandes fabricantes e sua evolu33o tem sido uma vertente, principalmente pelos constantes investimentos na 33rea de pesquisa e desenvolvimento. Citamos os trabalhos (CIMINIERA, 2008) e (FISCHL, 2007) como exemplos para tal constata33o.

Maiores aprofundamentos sobre a arquitetura podem ser encontrados em (ROSENBERG, 2002).

Como o SIP atua com sess33es multim33dia e n33o apenas para voz, devemos tamb33m mencionar a exist33ncia do protocolo SDP (HANDLEY, 1998) e sua participa33o conjunta neste modelo de arquitetura, com a responsabilidade de informar o tipo de m33dia que est33 sendo transmitida pelo RTP.

No item seguinte descreveremos a arquitetura do protocolo IAX.

3.2.4 Arquitetura do Protocolo IAX

N33s podemos definir o IAX (Inter Asterisk eXchange) como um protocolo para controle de aplica333es e m33dia, tendo como principais fun3333es criar, modificar e terminar sess33es multim33dia no escopo do protocolo IP (Internet Protocol).

A Figura 3.5 a seguir mostra os componentes da arquitetura do protocolo IAX.



Figura 3.5. Componentes da Arquitetura IAX

O Cliente IAX troca requisições, respostas e fluxos de pacotes de voz diretamente com o Servidor IAX. O maior diferencial da arquitetura deste protocolo se comparada ao SIP é exatamente o fato dele está presente tanto na fase de sinalização como no momento do transporte da mídia. O IAX é responsável pelo controle e despacho, operando com uma única porta de comunicação: tradicionalmente UDP 4569.

O referido protocolo não necessita de portas e padrões distintos para realizar registros, autenticações e envio de mídia. Esta abordagem simplifica os procedimentos para administração de firewalls, pois requer regras de configuração apenas para uma única porta de serviço.

Um ponto importantíssimo a considerar é a unificação dos caminhos de sinalização e transmissão do áudio, facilitando a transparência de navegação dos pacotes, quando do uso de NAT (SRISURESH, 2001).

O Servidor IAX é responsável por autenticar, autorizar e controlar todas as aplicações e sessões multimídia.

O protocolo IAX possui como principal referência para estudos o trabalho (SPENCER, 2006) e relacionamento direto com a plataforma para Telefonia IP – Asterisk (MADSEN, 2005).

Embora o protocolo IAX possua maior flexibilidade no aspecto de segurança e um desempenho diferenciado na sinalização (LAURENO, 2007), o SIP tem se tornado o padrão utilizado pelos grandes fabricantes. Tópicos como vídeo em telefones, integração com pequenas quantidades de codificadores de voz, limitação de uso por parte de softphones e telefones IP ainda tem sido fatores que tem restringido o crescimento e adoção do protocolo IAX.

3.2.5 Protocolo SS7 Over IP

O protocolo SS7 Over IP tem sua origem no protocolo de sinalização SS7, cuja arquitetura é extremamente utilizada no ambiente interno das operadoras de telecomunicações. O trabalho (DRYBURGH, 2005) fornece documentos do ITU referentes ao tema.

O principal objetivo do SS7 é prover sinalização de forma independente dos canais utilizados para conversação. No ambiente das redes públicas de telefonia, tal característica é também conhecida com “Out-of-Band Signaling”.

A Figura 3.6 abaixo tem o objetivo de mostrar os principais componentes da arquitetura de sinalização SS7.

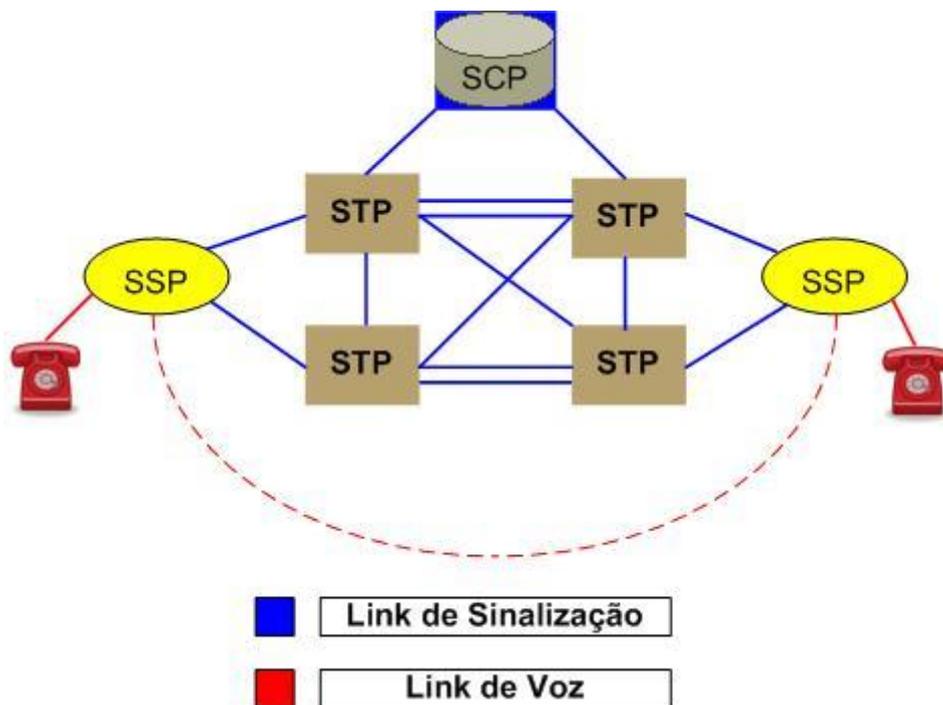


Figura 3.6. Arquitetura de Sinalização SS7

Abaixo descrevemos as principais funcionalidades de cada componente.

SSP (Signal Switching Point) é o ponto onde são finalizados os Links de Sinalização e geralmente é onde ocorre a inicialização ou o término das chamadas.

STP (Signal Transfer Point) possui a responsabilidade de realizar a comutação dos pacotes de sinalização da arquitetura. Eles recebem e comutam as mensagens de sinalização para o destino apropriado, realizando todo o roteamento especializado da arquitetura.

SCP (Signal Control Point) é o local que armazena as informações necessárias para provimento dos recursos e capacidades do processamento avançado de serviços. Um exemplo deste tipo de serviço é o acesso as plataformas de ligação gratuita, mais conhecidas como 0800.

A implementação da arquitetura SS7 também se torna melhor perceptível quando adotamos o modelo em camadas, para descrever os respectivos níveis e algoritmos envolvidos no protocolo.

Em (HEMANT, 2006), obtemos conteúdo que já demonstra os esforços de pesquisa para se traçar um paralelo da sinalização SS7 utilizada nos meios tradicionais e o novo paradigma inserido no universo das redes IP. Neste trabalho percebe-se os desafios a serem vencidos quando se trata de segurança em ambientes em rede, bem como o mapeamento de estruturas tradicionais para novos modelos de protocolos voltados para redes de nova geração.

A Figura 3.7 abaixo tem o objetivo de mostrar os níveis da arquitetura e os principais algoritmos relacionados na pilha de execução do protocolo.

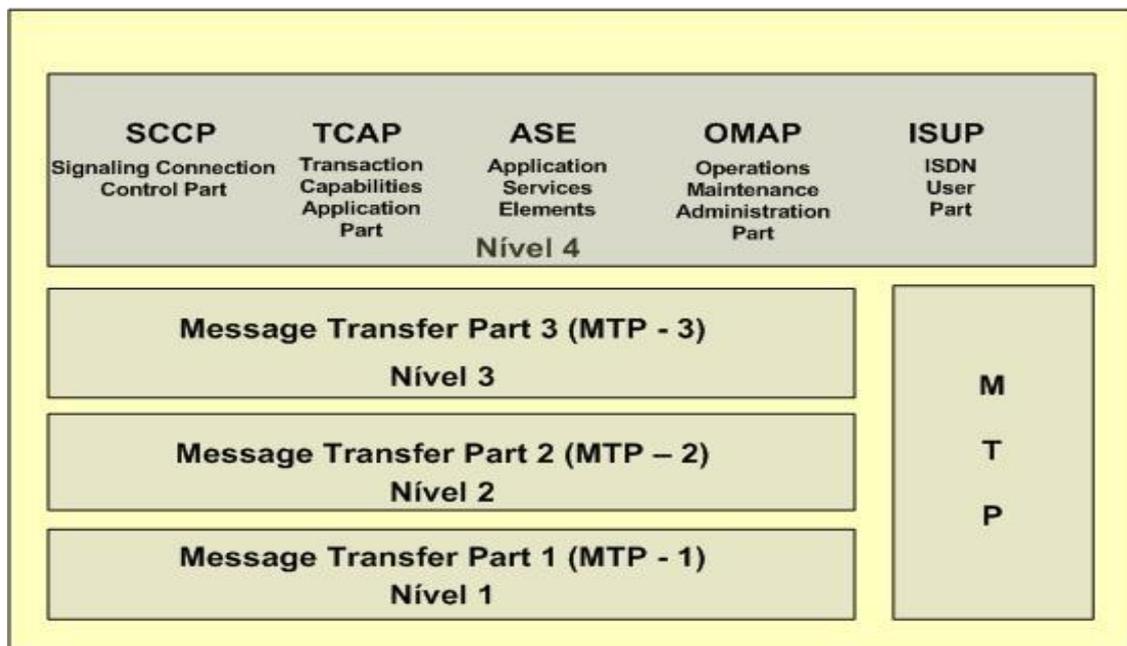


Figura 3.7. Pilha do Protocolo SS7

O que podemos observar na Figura 3.7 acima é uma semelhança com o modelo OSI, onde os níveis de 1 até 3 correspondem as três primeiras camadas do modelo de referência, enquanto o quarto nível guarda semelhança com a camada de aplicação.

Nos três primeiros níveis ocorrem as tarefas de transferência das mensagens, denominadas de MTP (Message Transfer Part), onde cada subsistema desempenha funções correspondentes de camada física, camada data link e camada de endereçamento, daí a similaridade com o modelo OSI.

No nível hierárquico superior estão funções relacionadas com a parte da conexão com o usuário e relacionamento com aplicações para gerenciamento e administração da pilha do protocolo, bem como a operacionalização e configuração de serviços.

Diversos trabalhos encontram-se em andamento para o mapeamento de sinalizações tradicionais, como o SS7, para padrões que funcionem sobre o protocolo IP. Mencionamos o protocolo SIGTRAN (ONG, 1999) que apesar de possuir suas origens já há uma década, tem se fortalecido e deve permanecer como elemento de polarização nos próximos anos dentro deste universo.

Exemplos de mercado com desenvolvimento de equipamentos é o trabalho (TEKELEC, 2007), cujo fabricante tem despontado como referência de investimento em pesquisa com utilização de novos paradigmas voltados para as NGN e o IMS.

Todos os protocolos mencionados neste capítulo possuem relação direta com a camada de transporte do modelo funcional das NGNs, visto que de uma maneira ou de outra permitem o acesso e o transporte das informações de voz às redes distintas de telecomunicações.

3.3. Camada de Controle

Conforme apresentado na Figura 2.9, o Gateway implementado utiliza para a camada de controle a plataforma aberta de telefonia IP Asterisk (MADSEN, 2005).

Definimos a plataforma como uma ferramenta através da qual se pode implementar funcionalidades de Telefonia IP em um servidor que possua o sistema operacional Linux instalado, em suas diversas modalidades de distribuição. Como exemplos: ubuntu, debian ou fedora.

Através da utilização desta plataforma, as funções destinadas a camada de controle do modelo do ITU foram implantadas em nosso Gateway.

O Asterisk é considerado pela grande maioria de seus utilizadores, um PBX (Private Branch eXchange) exatamente por disponibilizar uma enorme quantidade de funções de controle relacionadas com o estabelecimento, desligamento, bilhetagem e gerenciamento das chamadas telefônicas processadas pelo mesmo.

Observando de forma macro, até concordamos com esta percepção. No entanto, quando se adentra em profundidade à sua estrutura e a maneira como a ferramenta deve ser configurada para o correto funcionamento, percebe-se sua semelhança com linguagens de programação que atuam de forma procedural.

Como a maioria das plataformas abertas, os códigos fontes da plataforma Asterisk são disponibilizados através da GNU GPL (General Public License), cujo objetivo é exatamente permitir o desenvolvimento de novos produtos a partir do código fornecido e constantemente remodelado pela comunidade de desenvolvedores.

O criador do Asterisk é o Sr. Mark Spencer (SPENCER, 2002) e a empresa Digium (DIGIUM, Acesso em 26.10.2009) é a atual mantenedora da ferramenta. Analisando de forma similar, a Digium está para o Asterisk assim com a SUN está para a linguagem Java.

A partir dos códigos fontes, realiza-se a instalação da plataforma e a devida compilação dos referidos pacotes. No anexo A-1 encontram-se os scripts para correta instalação e compilação da versão 1.4 do Asterisk.

A plataforma Asterisk, já realiza todas as funções referentes às funcionalidades da camada de controle do nosso Gateway e este foi um dos principais motivos da utilização de tal ferramenta. Direcionamos nossos esforços para que a contribuição do trabalho fique centrada nas camadas de aplicação e transporte/acesso, tendo a camada de controle todo o desempenho realizado pelo *core* do Asterisk.

A plataforma Asterisk é dividida em cinco pacotes de instalação, sendo um deles opcional ou adicional, como o próprio nome sugere.

A seguir apresentamos a Figura 3.8, que procura resumir a atuação dos mesmos.

Na sequência realizamos um descritivo de suas respectivas funcionalidades.

O código fonte completo, dos respectivos pacotes pode ser encontrado em (ASTERISK, Acesso em 26.10.2009).

O pacote principal é o "Pacote Asterisk" que contém todos os módulos responsáveis pelo controle da plataforma. É a partir dele, que após a compilação, são gerados os arquivos de configuração necessários e posterior desenvolvimento das linhas

de código de programação para encaminhamento das chamadas, tratativa para direcionamento de rotas, controle e gerenciamento dos protocolos de sinalização, transporte e operacionalização com aplicativos externos.

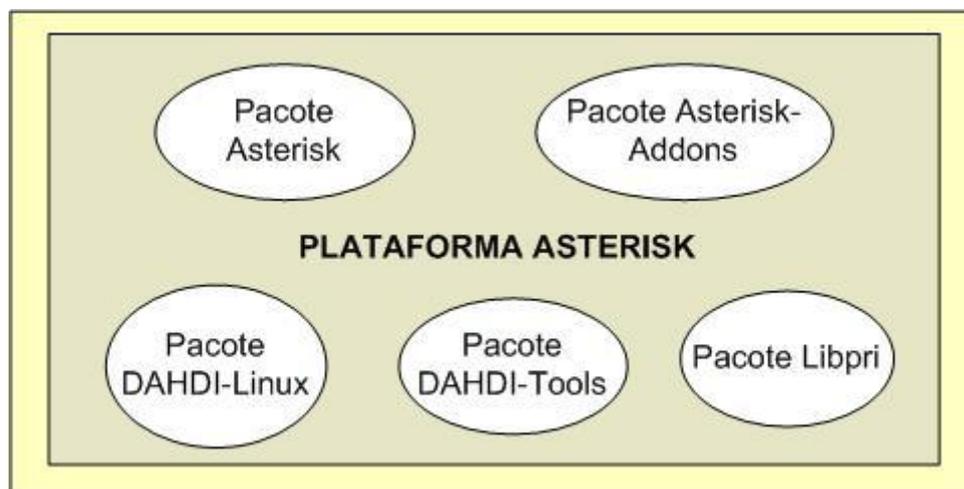


Figura 3.8. Plataforma Asterisk

O desenvolvedor deve possuir conhecimento da funcionalidade desempenhada por cada arquivo de configuração e embasamento tanto em Telefonia IP como em linguagem de programação, para a correta manipulação e utilização dos comandos específicos do arcabouço Asterisk. No Anexo A-2 segue a relação dos arquivos gerados após a compilação. No Anexo A-3 encontra-se a relação dos principais comandos da plataforma.

Módulos adicionais são instalados no “Pacote Asterisk-Addons”, que possui a característica de ser instalado opcionalmente. Atualmente neste pacote encontram-se os códigos para o *driver* ooh323, que é uma opção de código aberto para o protocolo h323.

O "Pacote Libpri" é responsável por realizar o elo de conexão do hardware que trata as interfaces da sinalização ISDN, com o sistema operacional linux.

O "Pacote DAHDI-Linux" complementa o elo acima, com o núcleo do Asterisk e o "Pacote DAHDI-Tools" estabelece o link de configuração correspondente entre SO (Sistema Operacional), hardware e Asterisk. Esta configuração é realizada nos arquivos gerados pela compilação destes pacotes.

Conforme já mostrado na Figura 2.9, em nosso Gateway o Asterisk é o elo de conexão entre as camadas de Aplicação e Transporte/Acesso e realiza toda a funcionalidade de controle do Gateway implantado.

Capítulo 4 – Validação da Proposta

Este capítulo discorre sobre as aplicações desenvolvidas, as bibliotecas utilizadas e os cenários de testes realizados para devida validação proposta.

4.1 Introdução

O IP tem permitido a atuação de protocolos de uma forma independente, o que tem causado um enorme impacto nas redes existentes e com o incremento dos acessos em banda larga e ADSL (Assynchronous Digital Subscriber Line). As aplicações desenvolvidas tem transformado nossa sociedade e nos convertido em uma verdadeira aldeia global.

A arquitetura proposta para as redes NGN tem como principal objetivo a integração das redes legadas e a incorporação e desenvolvimento de novos serviços à sua estrutura. O fator velocidade torna-se um diferencial competitivo no ambiente corporativo e a base das NGNs permite esta característica. A agregação de valores vem se confirmando ao longo dos últimos anos, principalmente para as operadoras de telecomunicações que já possuem, mesmo que em estado inicial de operação, este novo padrão das novas redes.

Em nosso trabalho validamos uma arquitetura de baixo custo totalmente aderente à arquitetura NGN e que permite às pequenas e médias empresas o acesso às tecnologias de vanguarda já utilizadas pelos grandes fabricantes, bem como uma sinergia do mundo corporativo dos pequenos negócios, com o ambiente tecnológico das grandes operadoras.

Um gateway de integração foi implementado, testado e validado baseado em bibliotecas e plataformas abertas. Foram efetuados testes em laboratório, bem como em empresas que possuem interconexões com operadoras de telecomunicações e necessidades de serviços.

Conforme mostrado no Capítulo 2, a Figura 2.6 evidencia a composição em camadas da arquitetura funcional das NGNs. Nosso trabalho caracterizou-se por implementar novos módulos para camada de aplicação e modificações no código fonte das bibliotecas abertas para integração de um novo protocolo à camada de transporte.

Nos próximos itens descreveremos as aplicações desenvolvidas, as bibliotecas utilizadas e as modificações realizadas nas mesmas, bem como os cenários de testes para a implantação do Gateway em questão.

4.2 Aplicações Desenvolvidas, Bibliotecas e Integração

4.2.1 Aplicações Desenvolvidas

Consideramos como um dos pontos chaves de contribuição de nosso trabalho, a demonstração da aderência do gateway desenvolvido à arquitetura funcional das NGNs. No modelo adotado por nós, novos serviços podem ser implementados e rapidamente integrados ao *core* existente. Conforme já mencionado, este é fator primordial para o ganho de competitividade entre as corporações, pois possibilita a criação de novos serviços e sua respectiva implantação na base operacional existente de forma gradativa.

Foram desenvolvidas as seguintes aplicações para testes em laboratório e também já implantadas em ambientes corporativos de pequeno porte: *Agent Authorization*, *Automatic Dialer*, *Charging*, *Callback* e *Employee Control*.

Cada uma destas aplicações foi desenvolvida utilizando-se a linguagem C, permitindo uma completa aderência a estrutura funcional das NGNs, visto que comportam-se como módulos que podemos conectar e desconectar do núcleo base do gateway de acordo com a necessidade. Esta abordagem possibilita escalabilidade e distribuição modular de acordo com o porte operacional e financeiro de cada empresa.

Constatamos a relevância do tema com aceitação do trabalho (LAURENO, 2009) em conferência internacional e que a consolidação das redes NGNs e dispositivos aderentes a tal estrutura já se torna uma verdade tanto mercadológica como estudos constantes por parte da comunidade acadêmica.

A seguir descrevemos as aplicações desenvolvidas e que se encontram operacionais em clientes empresariais.

4.2.1.1 Aplicação *Agent Authorization*

Agent Authorization é um serviço de autenticação e autorização no qual a partir de qualquer ramal registrado no gateway, ao efetuar-se uma ligação, será solicitado que o interlocutor digite um código de usuário e senha para completar a conexão. De acordo com o perfil configurado para este usuário a chamada será liberada ou não. Os usuários estarão cadastrados em estruturas de banco de dados que indicarão a respectiva categorização de permissão de chamadas internas, locais, interurbanas, celulares, internacionais e etc.

A Figura 4.1 exemplifica o fluxo adotado para o caso em que o usuário possui a devida autorização para realização de chamadas.

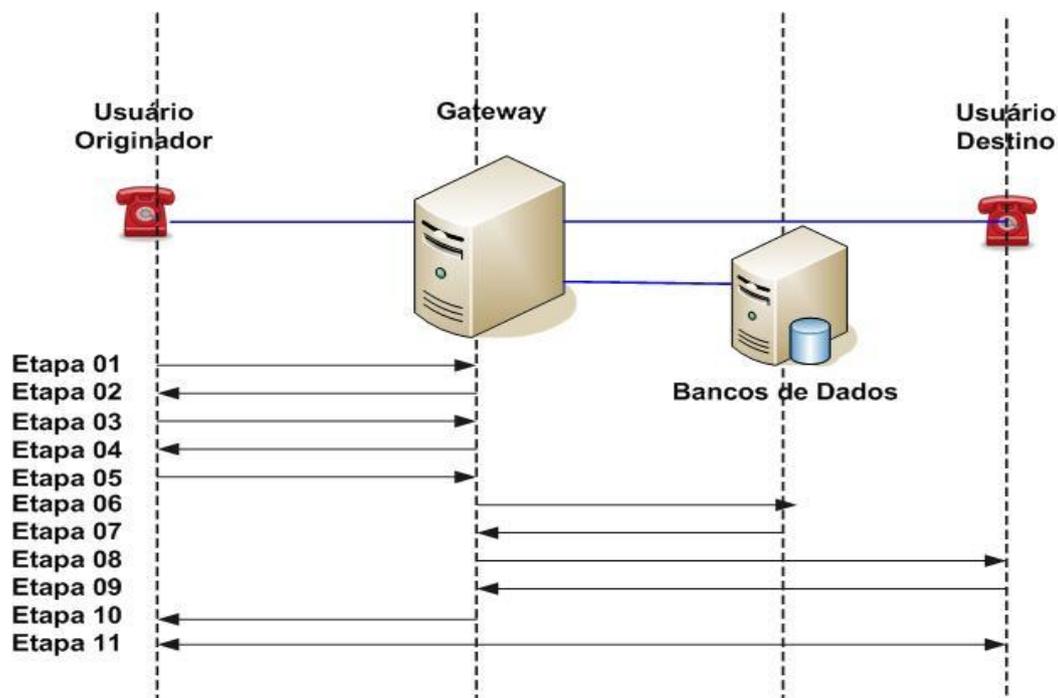


Figura 4.1. Agent Authorization – Autorização Concedida

A seguir descrevemos as etapas envolvidas neste fluxo.

Na Etapa 01 deste serviço, o Usuário Originador iniciará uma ligação para um Usuário Destino pretendido e enviará ao Gateway o número do mesmo.

Na Etapa 02, ao receber as informações do número de destino, o Gateway armazena e solicita ao Usuário Originador que digite seu código de agente.

A Etapa 03 é caracterizada pelo envio por parte do Usuário Originador de seu código de agente e o respectivo armazenamento do mesmo pelo Gateway.

Na Etapa 04 o Gateway solicita que o Usuário Originador digite a senha correspondente ao seu código de agente.

O envio da senha é enviado na Etapa 05.

A Etapa 06 é o momento em que o Gateway envia ao Banco de Dados a existência e a validação dos respectivos código de agente e senha digitados pelo Usuário Originador.

A resposta de confirmação positiva ou negativa ocorre na Etapa 07, em conjunto com a respectiva categorização de tipo de chamada permitida para o respectivo código de agente.

Como neste fluxo que estamos descrevendo é um exemplo de resposta positiva, nesta Etapa 08, o gateway compara o número do destino pretendido com a categorização obtida como resposta e prossegue com a efetiva consolidação da chamada, solicitando o estado do Usuário Destino.

Na Etapa 09 o Usuário Destino responde sua condição de livre ao Gateway.

Na Etapa 10 o Gateway sinaliza a condição de livre do Usuário Destino ao Usuário Originador e aguarda-se o respectivo atendimento por parte do Usuário Destino.

A Etapa 11 é o instante em que se concretiza o atendimento do Usuário Destino e o estabelecimento da chamada entre os dois pontos.

A Figura 4.2 a seguir é um exemplo de fluxo em que o Usuário Originador não possui autorização para efetuar ligações para o tipo de chamada pretendida.

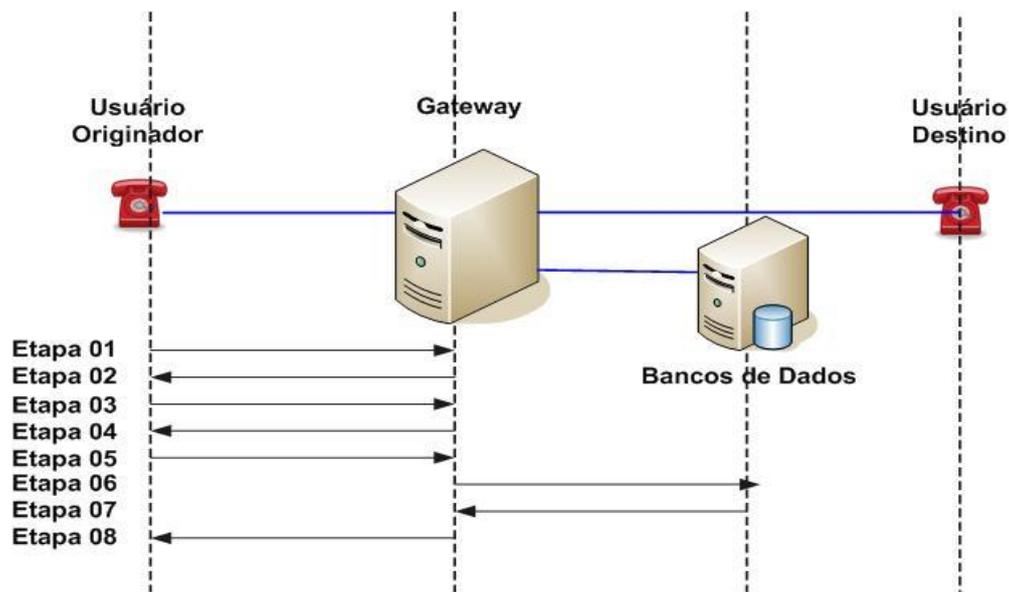


Figura 4.2. Agent Authorization – Autorização Negada

As etapas de 01 até 07 são semelhantes ao fluxo descrito anteriormente.

Na Etapa 08 deste exemplo de fluxo, o usuário receberá uma mensagem informando que o estabelecimento da chamada não é permitido. Este comportamento pode ser ocasionado por duas situações:

- Os dados de usuário e senha fornecidos não existem ou não correspondem as informações cadastradas no banco.
- A categoria obtida como resposta do banco de dados, quando comparada com o número de destino, não possui autorização para efetuar a chamada.

A Figura 4.3 a seguir, tem como objetivo mostrar trechos do código fonte da aplicação *Agent Authorization*, que permitem visualizar o mecanismo de interconexão utilizado entre a camada de aplicação e a camada de controle. A aplicação desenvolvida interage com a plataforma core Asterisk através de um *Socket* TCP.

Esta estratégia de interconexão se repete em todas as outras aplicações descritas a seguir, onde a camada de aplicação repassa a informação para a camada de controle do Gateway, que efetua a ação correspondente.

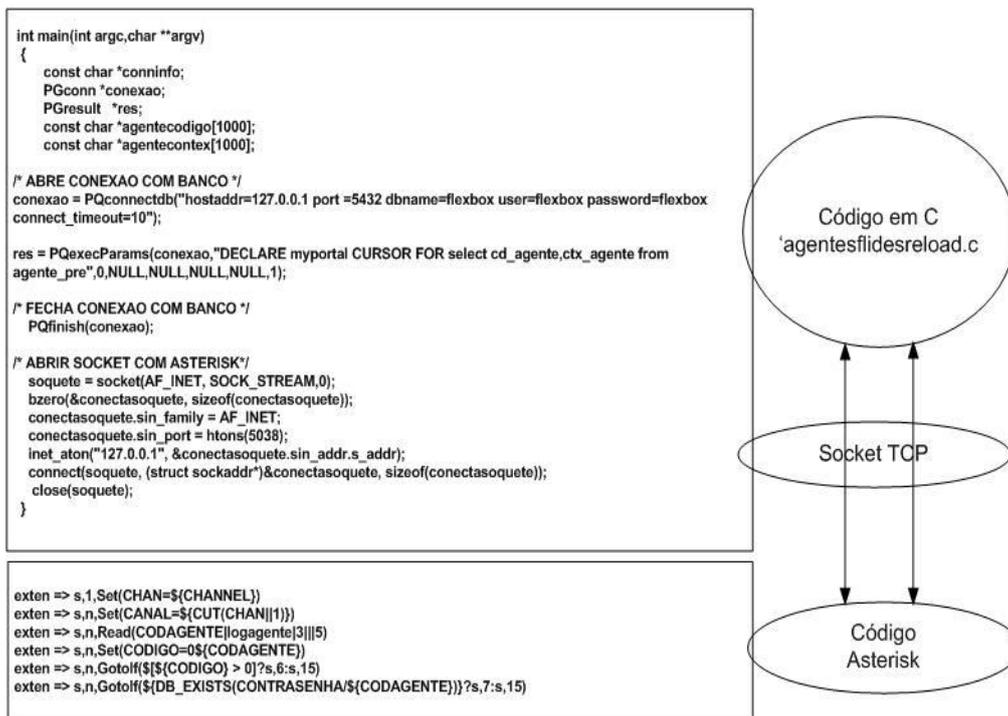


Figura 4.3. Agent Authorization – Código Interconexão

4.2.1.2 Aplicação *Automatic Dialer*

Automatic Dialer é uma das aplicações desenvolvidas, na qual uma lista com dados de diversos Usuários Destino é repassada ao Gateway com o intuito de serem contactados. O Gateway será responsável por efetuar as ligações e de acordo com a resposta obtida, conectar as atendentes de callcenter ao respectivo Usuário Destino contactado.

Este tipo de aplicação é bastante utilizada em corporações que efetuam recuperação de crédito de sua base de clientes inadimplentes, em casos de marketing agressivo de mala direta fonada para oferta de produtos, pesquisas de intenção de voto, pesquisas de satisfação de clientes dentre outras.

No que se refere à possibilidade de agregar serviços à base de determinada empresa, esta aplicação é um exemplo substancial do montante de opções que se delineiam quando da adoção deste modelo de plataforma que integra o mundo da telefonia com o universo de TI e desenvolvimento. Com uma única aplicação podem ocorrer desdobramentos para diversos tipos de serviços a serem prestados por determinada corporação.

A seguir mostramos a Figura 4.4 que evidencia o fluxo de funcionamento da referida aplicação.

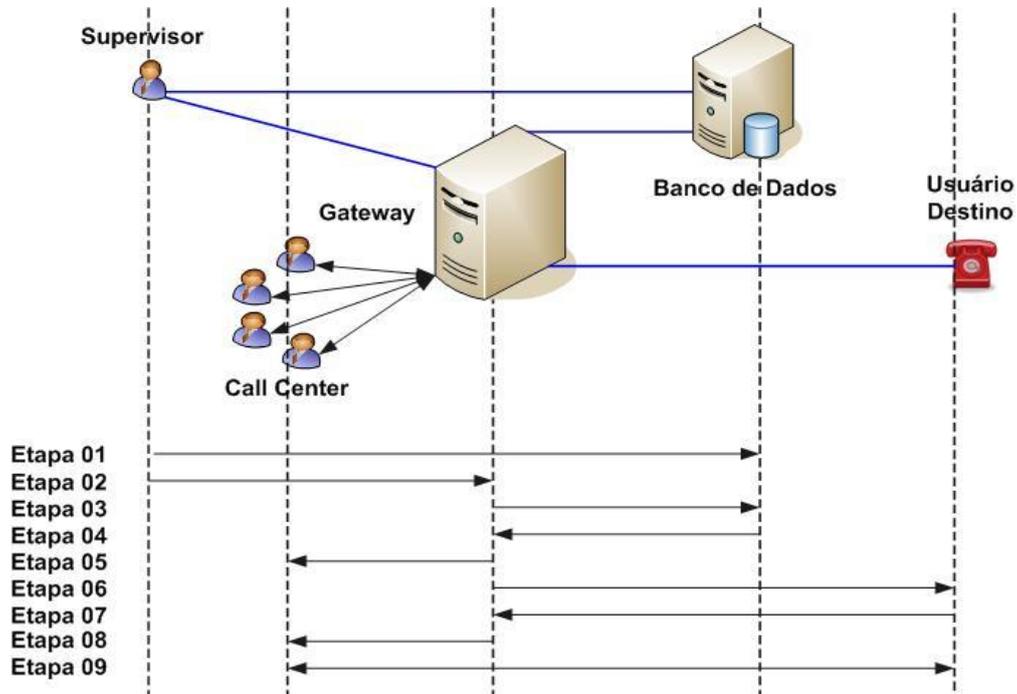


Figura 4.4. Automatic Dialer – Chamada Completada

Na Etapa 01 deste fluxo, o Supervisor do Call Center efetua uma carga no banco de dados, com relação dos nomes, telefones e código identificador de cada Usuário Destino que se deseja contactar. É importante salientar que no escopo geral das empresas onde implementamos a solução, o tamanho médio destas listas de discagem foi definido para efeito de teste, com no máximo 3000 contatos.

Na Etapa 02 o Supervisor efetua o disparo para o início da discagem.

A Etapa 03 é o momento em que o Gateway solicitará ao Banco de Dados a relação dos Usuários Destino a serem contactados.

Na Etapa 04 a relação é retornada.

Na Etapa 05 o Gateway realizará uma averiguação para constatar se existem atendentes livres no Call Center.

A sexta etapa é o momento em que o Gateway inicia a discagem de acordo com os dados contidos na relação e já armazenados em memória.

Na Etapa 07 o estado do Usuário Destino é retornado para o Gateway. Neste fluxo que estamos descrevendo este estado devolvido é que a ligação foi atendida por parte do Usuário Destino. As possibilidades para este estado são: ligação atendida, ligação ocupada e ligação sem resposta de atendimento.

Na Etapa 08 o Gateway encaminha a chamada para o Call Center e de acordo com a estratégia utilizada, um operador livre realizará o atendimento.

A Etapa 09 é o onde ocorre o atendimento por parte do operador e a concretização do estabelecimento da chamada.

Na Figura 4.5 a seguir, demonstramos o fluxo alternativo para os casos em que não ocorre atendimento por parte do Usuário Destino, ocorre tom de ocupado ou o atendente do call center não efetua o atendimento.

Neste fluxo, o comportamento é semelhante ao anterior até a Etapa 07. Neste momento, dependendo do estado retornado pelo Usuário Destino, o Gateway encaminhará a chamada para os operadores ou retornará para Etapa 05.

Como estamos demonstrando o fluxo em que não houve sucesso na interação entre Usuário Destino e operadores do call center, nesta primeira alternativa de insucesso, o Gateway armazena as informações referentes ao número do Usuário Destino e o estado retornado. Estas informações são importantes para posterior retirada de relatórios dos dados deste tipo de chamada.

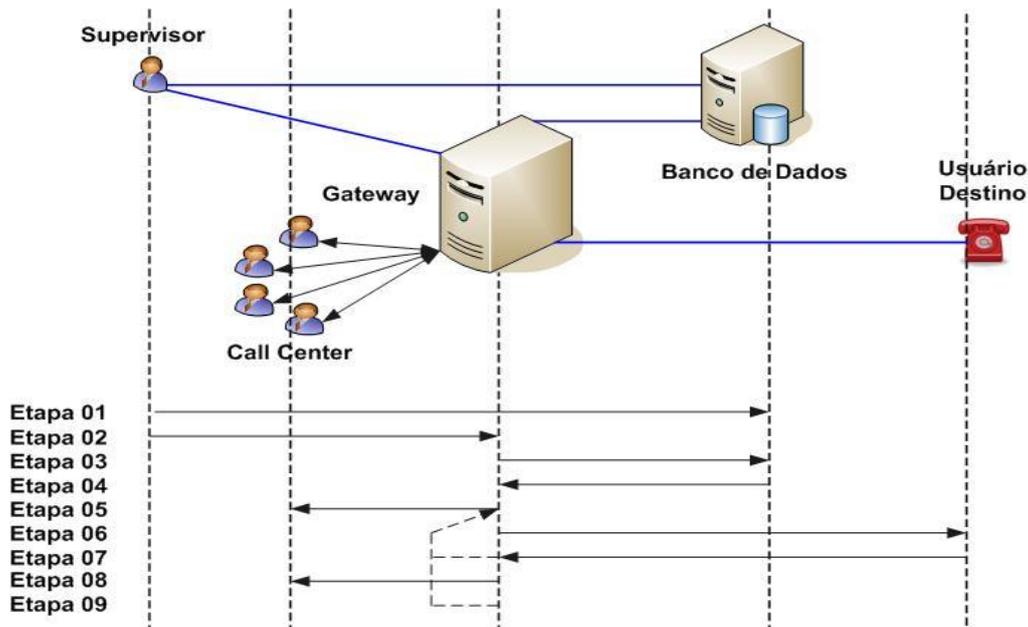


Figura 4.5. Automatic Dialer – Chamada Não Completada

A segunda alternativa de insucesso ocorre quando o estado retornado do Usuário Destino é aquele em que ocorreu atendimento, seguiu-se para Etapa 08, encaminhando a chamada para o call center mas os operadores por algum motivo não realizaram o atendimento.

Neste caso, a Etapa 09 é o momento em que o Gateway também irá armazenar as informações referentes ao número do Usuário Destino e o estado de não atendimento por parte do call center.

4.2.1.3 Aplicação *Charging*

Charging é a terceira aplicação desenvolvida, em que ocorre a tarifação das chamadas realizadas por parte dos usuários do Gateway, quando seu contexto de utilização é voltado para integração com a rede pública de telefonia e também para atendimento do ambiente administrativo e operacional das corporações.

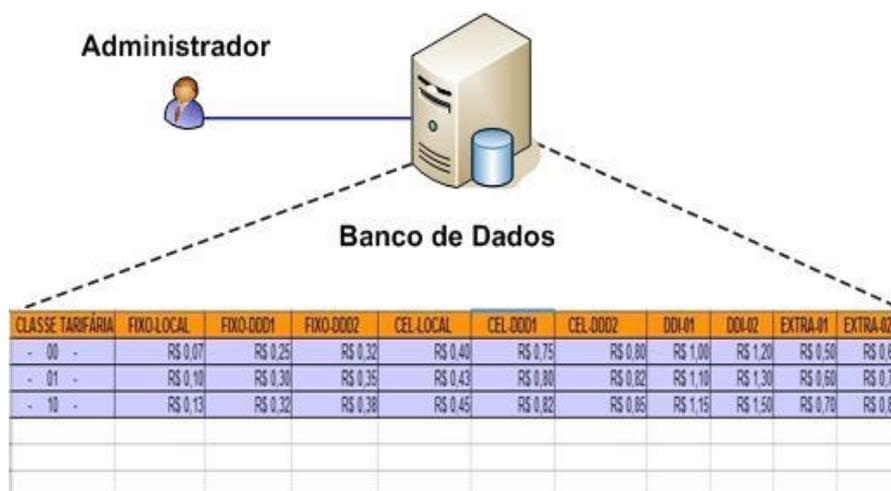
Quando se utiliza esta aplicação, o gestor passa a ter uma completa governança financeira dos gastos individuais de cada ramal da empresa, bem como dos respectivos centros de custos e seus respectivos usuários. Vale salientar, que nesta aplicação pode-se utilizar o comportamento inicial da aplicação *Agent Authorization*, em que no início da chamada solicita-se que usuário do telefone digite seu código e senha de acesso para obter autorização para efetuar a ligação. Neste momento, os dados deste Usuário

Originador estarão armazenados e pode-se efetuar a tarifação baseada no código de usuário e não apenas por ramal cadastrado.

Na Figura 4.6, observamos um exemplo de tabela com classes de tarifas cadastradas para utilização no cálculo financeiro da chamada. Podem-se criar diversas classes de tarifação e aplicá-las aos ramais correspondentes. No momento em que a aplicação for calcular o valor tarifário da chamada, será considerado a classe tarifária correspondente daquele ramal e o tempo de bilhetagem da ligação em questão.

Devemos conceituar a diferença entre Tempo de Duração e Tempo de Bilhetagem. Tempo de Duração é o tempo desde o início da chamada até o encerramento da mesma. Já o Tempo de Bilhetagem é o tempo desde o início do atendimento, até a finalização da conexão telefônica.

O primeiro passo a ser executado nesta aplicação é o preenchimento da tabela com as classes de tarifa, povoando-a com os respectivos valores para cada tipo de chamada. O plano contratado pela corporação, junto à operadora de telecomunicações que provê o serviço de telefonia, é que norteará os valores a serem preenchidos nesta tabela.



CLASSE TARIFÁRIA	FIXO LOCAL	FIXO-0001	FIXO-0002	CEL LOCAL	CEL-0001	CEL-0002	DD4-01	DD4-02	EXTRA-01	EXTRA-02
- 00 -	RS 0,07	RS 0,25	RS 0,32	RS 0,40	RS 0,75	RS 0,80	RS 1,00	RS 1,20	RS 0,50	RS 0,60
- 01 -	RS 0,10	RS 0,30	RS 0,35	RS 0,43	RS 0,80	RS 0,82	RS 1,10	RS 1,30	RS 0,60	RS 0,70
- 10 -	RS 0,13	RS 0,32	RS 0,38	RS 0,45	RS 0,82	RS 0,85	RS 1,15	RS 1,50	RS 0,70	RS 0,80

Figura 4.6. Charging – Cadastro de Tarifas

Para o correto funcionamento desta aplicação, as classes tarifárias já devem está cadastradas e cada ramal deve possuir uma classe associada ao mesmo.

O fluxo de funcionamento desta aplicação pode ser observado na Figura 4.7 a seguir.

A descrição do fluxo a seguir é semelhante ao da Figura 4.1, referente a aplicação *Agent Authorization*, até a Etapa 11.

Na Etapa 12, após o encerramento da conexão, o Gateway irá calcular o valor financeiro da chamada baseado no tempo de bilhetagem e nas informações referentes a classe tarifária do ramal que originou a ligação. Esta etapa consolida a aplicação em si, pois todo o processo de cálculo é efetuado e o resultado será armazenado no Banco de Dados, para posteriores retiradas de relatórios e faturas de consumo.

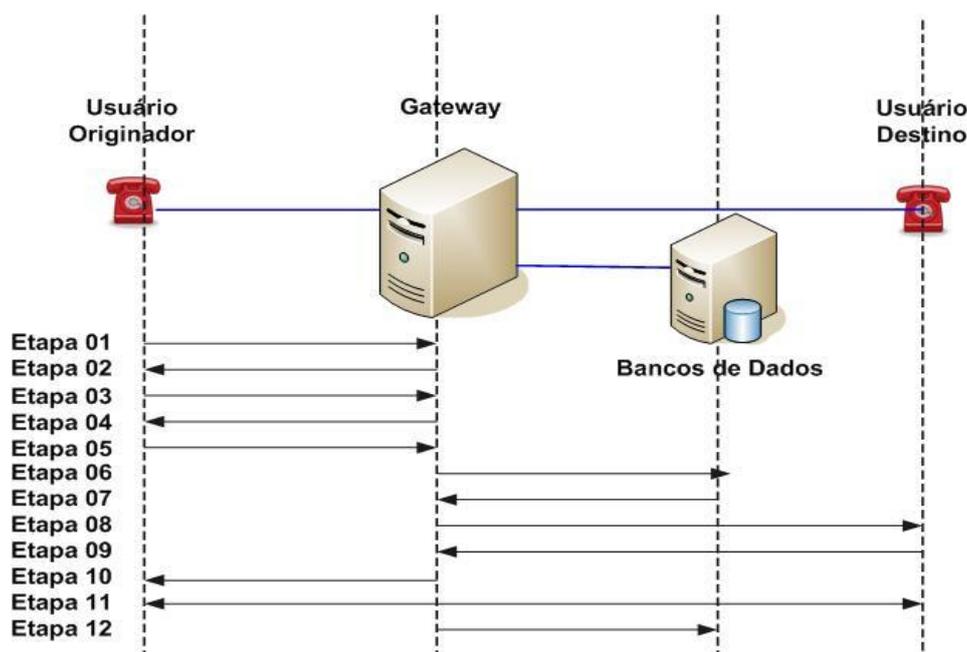


Figura 4.7. Charging – Fluxo da Aplicação

4.2.1.4 Aplicação *Callback*

A seguir descrevemos a quarta aplicação desenvolvida, cuja principal função é prover o serviço de retorno de ligações a celulares que estejam em *roaming* e necessitem realizar comunicações com valor financeiro reduzido. Esta é a aplicação *Callback*.

O provimento deste tipo de serviço torna-se rentável para uso interno dentro das corporações, visto que permite aos usuários realizarem chamadas a partir de telefones celulares tanto para ramais internos da empresa, bem como para números externos sejam eles de telefones fixos ou celulares.

A grande maioria das operadoras de celulares possuem tarifas diferenciadas para os casos de *roaming*, bem como quando se origina chamadas de um aparelho celular para um telefone fixo e vice-versa. A maior aplicabilidade é o caso em que o usuário efetua uma chamada para o *Callback*, o Gateway retorna para o mesmo e fornece um tom de discagem. A partir deste instante, vislumbra-se a possibilidade deste usuário discar para um ramal interno ou efetuar uma chamada externa, sendo tarifado como se estivesse originando uma chamada de telefone fixo. Um ponto também a ser mencionado é o momento em que o Gateway retorna a chamada para o usuário que está no celular. Esta chamada deverá ser direcionada para as interfaces celulares conectadas ao Gateway, o que torna o custo desta ligação ainda mais acessível. Caso os chips que estão conectados nestas interfaces pertençam a grupos sem tarifação, o custo da chamada para ramais internos passa a ser zero e em caso de se originar a chamada para números fixos externos, estaria se originando a chamada em um celular e pagando tarifa de telefone fixo.

Outro ponto chave a destacarmos nesta aplicação é o completo controle do cadastro dos telefones que possuem autorização para receber o retorno da chamada pelo Gateway. Como nas aplicações anteriores, o cadastramento das informações pertinentes aos Usuários do *Callback*, semelhante ao que ocorreu na aplicação *Charging*, deve ser realizado em instante anterior a liberação do serviço.

O que também evidenciamos é o reuso de código em boa parte das aplicações desenvolvidas, caso explicitado aqui pelo cadastramento dos telefones com permissão. O mecanismo de acesso ao banco, as regras de exceção e o banco em si, permanecem iguais. O que realmente muda são as tabelas e as consultas realizadas para inserção e remoção de valores do banco.

A seguir mostramos a Figura 4.8 que tem o objetivo de resumir e descrever o fluxo do funcionamento da aplicação *Callback*.

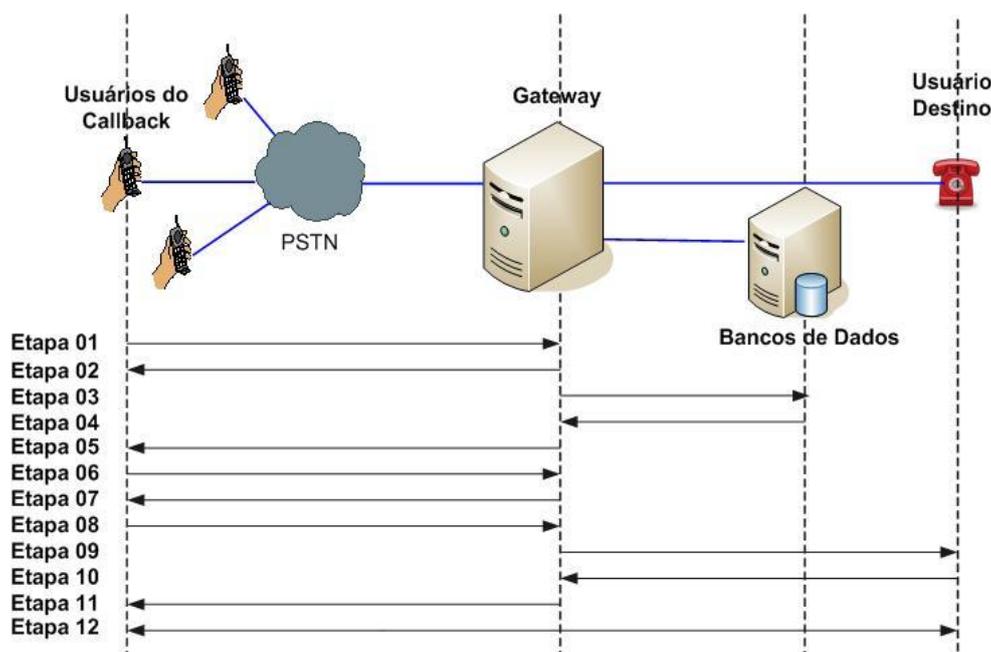


Figura 4.8. Callback – Fluxo Normal

Na Etapa 01 deste fluxo, o Usuário do Callback realizará uma chamada normal ou à cobrar para um determinado número de telefone conectado ao Gateway.

Durante a Etapa 02 o Gateway armazena o número do Usuário do Callback e envia uma sinalização de desconexão para o mesmo.

A Etapa 03 é onde ocorre o envio dos dados do número do Usuário do Callback para verificação junto ao cadastro dentro do Banco de Dados.

O retorno da validação ocorre na Etapa 04 e para este fluxo descrito o Usuário do Callback possui permissão para receber o retorno da chamada.

Na Etapa 05 o Gateway efetuará a discagem de retorno ao respectivo Usuário do Callback, anteriormente validado pela confirmação de existência de cadastro no Banco de Dados.

A Etapa 06 é a confirmação de atendimento por parte do Usuário do Callback.

Na Etapa 07 o Gateway envia um tom de discagem para o Usuário do Callback.

O Usuário do Callback, após receber o tom de discagem, envia os dígitos com a informação do Usuário Destino pretendido para o Gateway. Esta é a Etapa 08.

Na Etapa 09 o Gateway efetua a discagem para o Usuário Destino e aguarda resposta do seu estado.

Na Etapa 10 o Usuário Destino responde com estado de livre.

Na Etapa 11 o Gateway sinaliza para o Usuário do Callback o estado de livre do Usuário Destino e aguarda atendimento por parte do Usuário Destino.

A Etapa 12 é o momento em que ocorre o atendimento e o estabelecimento da chamada, onde Usuário do Callback e Usuário Destino permanecem conectados.

Na Figura 4.9 abaixo, mostramos as ocorrências de exceções do fluxo da aplicação *Callback*, casos estes em que não há o perfeito funcionamento da mesma.

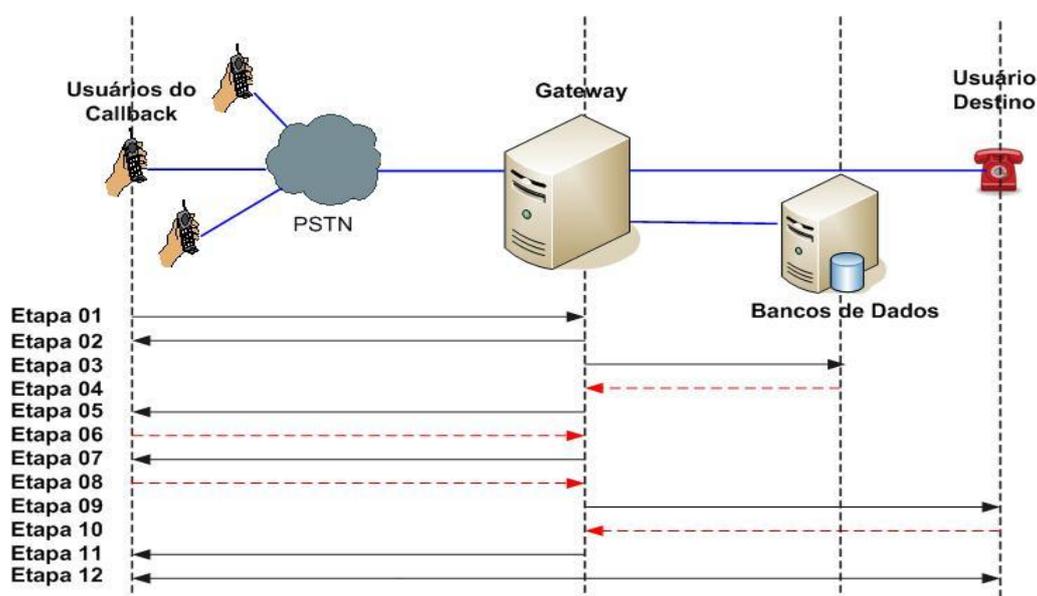


Figura 4.9. Callback – Fluxo de Exceções

A primeira exceção pode ocorrer na Etapa 04, momento em que o Usuário do Callback não está devidamente cadastrado no Banco de Dados e a chamada não será retornada pelo Gateway ao Usuário, finalizando a aplicação.

Uma segunda exceção pode acontecer no momento em que o Gateway retorna a chamada ao Usuário do Callback, mas o mesmo não está disponível e o Gateway recebe uma desconexão, finalizando a aplicação. Esta segunda exceção pode ocorrer na Etapa 06.

A terceira exceção poderá acontecer na Etapa 08, momento em que o Gateway aguarda os dígitos enviados pelo Usuário do Callback para efetuar discagem ao Usuário

Destino, mas estes dígitos não são retornados. Ocorrerá uma temporização de 15 segundos por parte do Gateway e a aplicação será finalizada.

A quarta exceção acontece no instante em que o Gateway disca para o Usuário Destino e a sinalização que é retornada é de indisponibilidade do Usuário Destino. Neste caso, a aplicação será finalizada na Etapa 10.

4.2.1.5 Aplicação *Employee Control*

Nossa quinta e última aplicação é a *Employee Control*, que tem como principal funcionalidade realizar o controle de entrada e saída dos funcionários da corporação, através das linhas telefônicas existentes e que neste caso estão conectadas ao Gateway.

A maioria das empresas possuem relógios eletrônicos para controle de ponto dos seus colaboradores. Geralmente, dependendo do tamanho da corporação, podem ocorrer filas nos locais centralizadores de tais equipamentos. Com esta aplicação, o cadastramento da entrada e saída da empresa pode ser efetuado a partir de qualquer ramal interno.

O funcionamento desta aplicação também comprova o reuso de código de outra aplicação, *Agent Authorization*, em que nos passos iniciais também será interrogado a identificação e senha de usuário que está realizando o registro de entrada ou saída.

A Figura 4.10 a seguir, mostra o fluxo desta aplicação.

Na Etapa 01, o colaborador efetuará uma chamada telefônica ao Gateway, discando um código específico que define a chamada para aplicação. Este código já estará configurado no Gateway e devidamente divulgado entre os funcionários da empresa.

A Etapa 02 é o momento em que o Gateway solicita ao originador sua identificação de usuário, ou seja, seu código de usuário previamente cadastrado no Banco de Dados. Invariavelmente este código de usuário é o mesmo número de matrícula ou seis primeiros dígitos do CPF ou RG, ficando esta definição a cargo da corporação.

Na Etapa 03 o originador envia os dados com seu código de usuário ao Gateway.

O Gateway solicita a senha do Usuário Originador na Etapa 04.

O Usuário Originador envia a senha na Etapa 05.

Na Etapa 06 ocorre a validação do código de usuário e senha fornecidos. Caso ocorra a validação correta, as seguintes informações serão inseridas no banco: código de usuário, data e ramal originador.

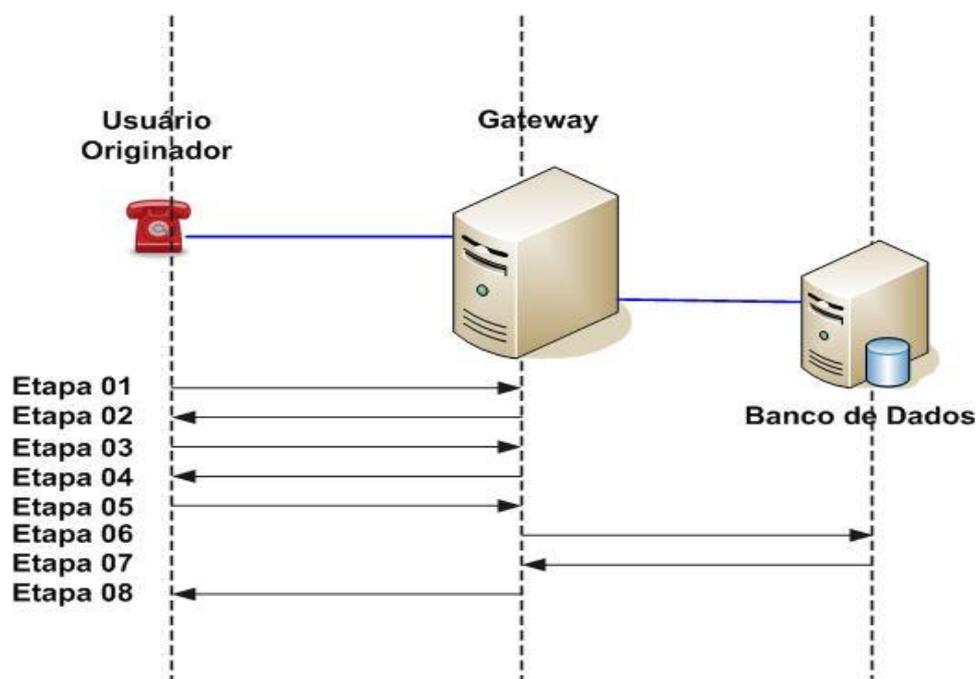


Figura 4.10. Aplicação Employee Control

A Etapa 07 é o retorno da validação por parte do banco ao Gateway.

Na Etapa 08 o Usuário Originador recebe uma mensagem de confirmação da operação. Em caso positivo, “programação registrada” e em caso negativo, “opção inválida”.

O fluxo de exceções desta aplicação praticamente já está descrito acima, devido todo o processo de validação já ocorrer na Etapa 06 descrita acima. A exceção sempre ocorrerá no momento em que a validação efetuada não seja correta e o Usuário Originador receberá a mensagem de “opção inválida” indicando erro no procedimento. Nestes casos, as prováveis causas serão: usuário não cadastrado, senha não corresponde ao usuário informado, código de usuário digitado erroneamente ou falha operacional do Banco de Dados.

4.2.2 Bibliotecas

Neste tópico descreveremos as bibliotecas utilizadas para a incorporação da sinalização SS7 no Gateway implementado, as alterações realizadas nos respectivos módulos e os testes efetuados em laboratório. Dentre as bibliotecas, duas delas já são nativas da própria linguagem asterisk e a terceira é o real fator incorporado ao Gateway.

Para instalações das bibliotecas, linguagem asterisk e placas correspondentes, foram utilizados microcomputadores com o sistema operacional Fedora, na versão 9.

4.2.2.1 Biblioteca LIBPRI

Na linguagem asterisk, esta biblioteca é responsável por todas as funções de integração do kernel do sistema operacional utilizado, com o hardware que recebe as conexões físicas das operadoras, referentes a sinalização ISDN-PRI(Integrated Service Digital Network – Primary Rate Interface).

Nesta biblioteca não houve necessidade de modificações no código fonte.

4.2.2.2 Biblioteca DAHDI

DAHDI(Digium Asterisk Hardware Device Interface) é a biblioteca que compõe o pacote de módulos da linguagem asterisk, responsável por realizar o interfaceamento entre o hardware desenvolvido para receber as conexões das operadoras e o núcleo da linguagem.

Nesta biblioteca não houve necessidade de modificações no código fonte, apenas nos arquivos de configuração já inclusos nos pacotes de desenvolvimento fornecidos pela linguagem.

4.2.2.3 Biblioteca CHAN_SS7

Esta biblioteca tem a funcionalidade direta de prover o correto funcionamento entre o núcleo da linguagem asterisk e os módulos que controlam os dispositivos de hardware que realizam as conexões físicas com as operadoras de telecomunicações, tendo como contexto a sinalização SS7 Over IP.

Dentre as instalações realizadas das referidas bibliotecas, esta é a única em que a operacionalização dos testes foi executada exclusivamente em laboratório, diferente das duas primeiras que tiveram testes executados em ambientes corporativos.

A biblioteca completa é composta pelos seguintes módulos: `chan_ss7.c`, `l4isup.c`, `mtp.c` e `transport.c`. Os quatro compõem o pacote que será instalado para provimento deste tipo de sinalização por parte do Gateway.

A seguir descrevemos as funcionalidades básicas dos arquivos e as respectivas alterações realizadas em cada um deles, para o correto funcionamento com o núcleo da linguagem e os pacotes dos dispositivos de hardware.

O módulo `chan_ss7.c` compõe a parte essencial da implementação da biblioteca, sendo diretamente responsável pela comunicação entre a linguagem asterisk e os outros módulos que executam as funções específicas da estrutura de camadas da sinalização SS7.

Neste módulo, a principal modificação realizada foi a correção na declaração de determinados tipos de variáveis que estavam definidas como do tipo `'long int'` e quando da compilação apresentaram erro. A correção efetuada foi a modificação para o tipo `'int'`. Este comportamento ocorria em função da passagem de parâmetro entre funções ocorrer com tipificação incorreta. A função possuía variáveis a serem recebidas do tipo `'int'` e estavam sendo passados parâmetros do tipo `'long int'`. Efetuamos a correção na declaração destas variáveis. Esta função possui relação com o tamanho das mensagens recebidas e enviadas pelo módulo `mtp.c`, que compõe a camada de transferência de mensagens da pilha de implementação da sinalização SS7.

O módulo `l4isup.c` é a implementação da biblioteca CHAN_SS7, para as funções correspondentes da camada ISUP da pilha do protocolo SS7, conforme já detalhado no Capítulo 03.

As principais modificações realizadas correspondem similarmente ao que ocorreu com o módulo anterior e dizem respeito a tipificação de variáveis e suas referidas passagens entre funções.

Os outros tópicos de modificações realizadas neste módulo estão correlacionados com a integração entre o mesmo e a biblioteca DAHDI.

Como originalmente esta biblioteca CHAN_SS7 foi desenvolvida para se integrar à biblioteca nativa da linguagem asterisk que controla o interfaceamento com o kernel do linux para placas de conexão com a sinalização das operadoras, mas que compunha uma antiga versão chamada Zaptel, diversos erros referentes a códigos que referenciavam tal biblioteca tiveram de ser retirados, comentados ou alterados para o novo nome da biblioteca correspondente.

Também foram encontrados erros de chamada a determinada estrutura de dados que não estava definida no código do módulo. Neste caso realizamos a definição de tal estrutura e sua respectiva implementação. A estrutura em questão correspondia a uma estrutura do tipo struct cuja função é armazenar parâmetros relacionados ao controle de ganho dos canais de voz dentro da sinalização SS7. No momento de se compilar a biblioteca, apresentavam-se diversos erros por conta da ausência desta estrutura e sua correção foi efetuada para a correta instalação e funcionamento do respectivo módulo e da biblioteca.

O módulo mtp.c corresponde às funções da camada MTP da sinalização SS7 e aqui também houve necessidade de correções no código fonte, para a correta compilação em conjunto com a biblioteca DAHDI, nativa da linguagem asterisk.

O principal trabalho de correção realizado foi a retirada de parte do código em que ocorriam definições redundantes de funções e variáveis, relacionadas aos módulos da biblioteca DAHDI ou chamadas com nome da versão antiga da biblioteca(Zaptel). No caso das definições redundantes, ocorria a declaração em um determinado ponto do código e a mesma definição ocorria em um ponto seguinte, ocasionando erro na compilação.

Observamos também erros referentes a indicação de localização de determinados arquivos na árvore de diretórios do servidor. Foram corrigidos a declaração destes caminhos.

O módulo `transport.c` executa as funções de transporte das informações dos canais de áudio e controle de entrada e saída dos dispositivos de hardware que interconectam-se com os links das operadoras.

Neste módulo novamente repetem-se os erros referentes a definições redundantes, indicação de localização de arquivos errôneas, bem como utilização de nome da versão antiga da biblioteca DAHDI.

4.2.3 Integração

Os testes de integração realizados com o Gateway foram divididos em dois grupos distintos, quais sejam: testes em ambientes corporativos e testes de laboratório.

Nos testes em ambientes corporativos, pudemos validar em cenários reais, a operacionalização das aplicações desenvolvidas e as seguintes sinalizações: SIP, IAX2, ISDN e R2Digital. Os padrões adotados com operadoras tradicionais foram o ISDN e o R2Digital e com as atuais entrantes no emergente mercado de VoIP e Telefonia IP, o SIP e o IAX2.

Nos testes em laboratório foram executados experimentos para validar a operacionalização da sinalização SS7 over IP e as respectivas modificações e correções nas bibliotecas abertas, conforme já descrito no item anterior. O *hardware* utilizado nesta abordagem foi composto por servidores HP Proliant ML110, com 1G de memória RAM e processadores Pentium4 de 3.20 GHz.

A viabilidade de se efetuar testes com a sinalização SS7 Over IP em ambiente de integração com as operadoras não se concretizou devido à indisponibilidade por parte das mesmas de circuitos para tais fins.

A seguir, a Figura 4.11 tem por objetivo resumir os cenários de integração com os testes em ambientes corporativos e posteriormente a Figura 4.12 que mostra a topologia dos testes realizados para validar a sinalização SS7 over IP em ambiente de laboratório.

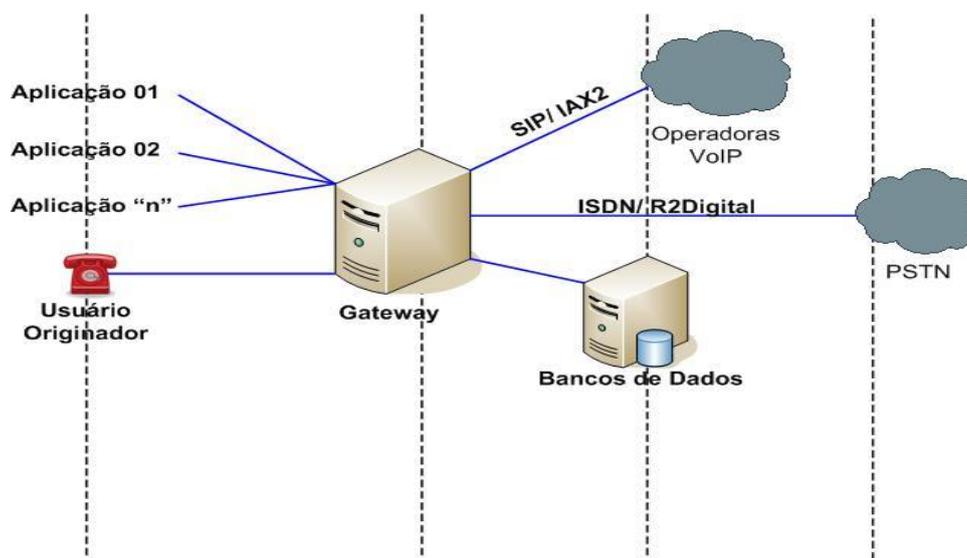


Figura 4.11. Topologia Ambientes Corporativos

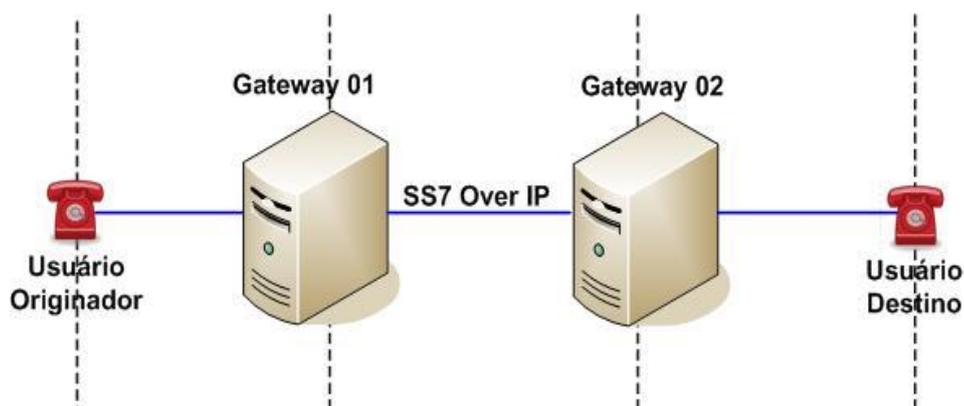


Figura 4.12. Topologia Ambiente Laboratório

Em suma, o trabalho realizado e os itens anteriormente descritos nos permitem consolidar a idéia de que se pode construir um Gateway de baixo custo e com real capacidade de escalabilidade e plenamente aderente as atuais arquiteturas de redes NGN em desenvolvimento no universo das telecomunicações.

Capítulo 5 – Conclusão

Este capítulo apresenta as conclusões deste trabalho, incluindo suas principais contribuições e propostas para trabalhos futuros.

Este trabalho propôs a implementação de um Gateway de voz, que possibilita uma arquitetura de telecomunicações baseada em plataformas e bibliotecas abertas aderente aos modelos de redes de nova geração e com foco na Telefonia IP.

O trabalho foi concebido a partir dos modelos de arquitetura funcional das NGN, priorizando-se as referências e estudos com base no ITU.

A partir de tal embasamento, nosso Gateway implementa um modelo funcional baseado em camadas, onde realizamos atuação mais específica nos níveis de aplicação e transporte/ acesso.

Para a camada de aplicação, foram desenvolvidos cinco aplicativos com o intuito de atender uma das premissas das redes NGN que é o provimento de novos serviços de forma transparente e integrada as atuais estruturas de redes legadas.

As cinco aplicações desenvolvidas foram: *Agent Authorization, Automatic Dialer, Charging, Callback* e *Employee Control*.

Destacamos o reuso de código para determinadas aplicações, bem como a possibilidade da criação de diferentes serviços a partir de um mesmo sistema.

No nível de transporte/acesso, nosso trabalho forneceu uma substancial contribuição no que se refere à validação operacional em ambientes corporativos e de laboratório dos seguintes tópicos:

- 1) Utilização de diferentes protocolos de forma integrada;
- 2) Integração IP-PSTN;
- 3) Interconexão de operadoras de telefonia tradicional com empresas provedoras de tecnologia VoIP;

- 4) Validação operacional da sinalização SS7 Over IP em laboratório;
- 5) Manutenção, supervisão e operação de plataforma de Telefonia de forma unificada;
- 6) Sinergia com novos serviços através de protocolos que atuam desde a camada de transporte/acesso até os níveis de aplicação.

No tópico seguinte indicamos prováveis caminhos e esforços a serem despendidos para aprofundamento e melhoramento do trabalho.

5.1. Trabalhos Futuros

Como trabalhos futuros, vislumbramos dois focos distintos e específicos para as camadas de aplicação e transporte/acesso.

Na camada de aplicação, o alinhamento com frameworks de padrão internacionais para desenvolvimento de software e provimento de serviços de telecomunicações.

Na camada de transporte/acesso a validação operacional da sinalização SS7 Over IP em ambiente integrado com operadora de telecomunicações e não apenas em laboratório.

Referências Bibliográficas

3GPP. Acesso em 27.10.2009. The 3rd Generation Partnership Project. <http://www.3gpp.org/Specifications>. Acesso em 27.10.2009.

3GPP2. Acesso em 27.10.2009. The 3rd Generation Partnership Project 2. http://www.3gpp2.org/Public_html/specs/index.cfm. Acesso em 27.10.2009.

ASTERISK. Acesso em 26.10.2009. Asterisk Open Source Platform. <http://www.asterisk.org/downloads>. Acesso em 26.10.2009.

BARAN, P. 1964. On Distributed Communications. 1964.

BARRADAS, O., BEVAN, W. FREDERICK. 1981. Telecomunicações: sistemas telegráficos. *Livros Técnicos e Científicos - Embratel*. 1981.

Berger, L. 2003. Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) - Signaling Functional Description. *draft-ietf-mpls-generalized-signaling-09*. January de 2003.

BERNES LEE, T., FIELDING, R. AND FRYSTYK, H. 1996. Hypertext Transfer Protocol-HTTP/1.0. *RFC 1945*. May de 1996.

BHERING, F. 1914. A Radiotelegrafia no Brasil: elementos históricos. *Imprensa Nacional*. Rio de Janeiro : s.n., 1914. p. 326.

CHAE-SUB LEE, MORITA, N. 2006. Next Generation Network Standards in ITU-T. *The 1st International Workshop on Broadband Convergence Networks (BCN 2006)*. April de 2006. pp. 1-15.

CIMINIERA, L., MARCHETTO, G., RISSO, F. AND TORRERO, L. 2008. Distributed Connectivity Service for a SIP Infrastructure. *IEEE Networks*. September de 2008.

CLARK, T. 2003. Designing Storage Area Network: a practical reference for implementing fibre channel and IP SANs. s.l. : Addison-Wesley, 2003. 2 Edition.

COMER, DOUGLAS E. 2001. Redes de Computadores e Internet. Porto Alegre : Bookman, 2001.

DE BERTOLIS, G. 1958. Iconography in the works of Von Soemmering: 1755-1830. *Rass Clin Ter*. 1958.

de SOUZA PEREIRA, J. H., GUILHERME, J., ROSA, P. F. 2004. Development of MGs in a Next Generation Network with MEGACO/H.248 Support. *12th IEEE International Conference on Networks (ICON 2004)*. November de 2004. Vol. 1, pp. 239 - 243.

DIGIUM. Acesso em 26.10.2009. VoIP Telephony Solutions. Acesso em 26.10.2009.

- DRYBURGH, L. AND HEWETT, J. 2005.** Signalling System No. 7 (SS7/C7): Protocol, Architectures and Services. s.l. : Cisco Press, June de 2005.
- FISCHL, J. AND TSCHOFENIG, H. 2007.** Making SIP - Make Cents. *ACM QUEUE*. March de 2007.
- GOODE, B. 2002.** Voice Over Internet Protocol(VoIP). *Proceedings of the IEEE*. September de 2002.
- HANDLEY, M. AND JACOBSON, V. 1998.** SDP: Session Description Protocol. *RFC2327*. April de 1998.
- HECHMI, K., JEAN-CHARLES, G. 2007.** IMS for Entreprises. *IEEE Communications Magazine*. July de 2007.
- HEMANT, S., DANTU, R., DUMINDA, W. AND SUSHIL, J. 2006.** SS7 Over IP: Signaling Intetworking Vulnerabilities. *IEEE Network*. 2006.
- HENDERSON, T. 2007.** End-Host Mobility and Multihoming with the Host Identity Protocol (draft). *draft-ietf-hip-mm-05.txt*. 2007.
- I. S. 802.21/D7.0. 2007.** Draft IEEE standard for local and metropolitan area networks: Media Independent Handover services. *IEEE*. July de 2007.
- IETF DNA. Acesso em 26.10.2009.** Detecting Network Attachment (draft). <http://tools.ietf.org/wg/dna/>. Acesso em 26.10.2009.
- IETF HIP. Acesso em 26.10.2009.** Host Identity Protocol. <http://tools.ietf.org/wg/hip/>. Acesso em 26.10.2009.
- IETF monami6. Acesso em 26.10.2009.** Mobile Nodes and Multiple Interfaces in IPv6. <http://tools.ietf.org/wg/monami6>. Acesso em 26.10.2009.
- IETF NEMO. Acesso em 26.10.2009.** Network Mobility. <http://tools.ietf.org/wg/nemo/>. Acesso em 26.10.2009.
- ITU-T FGNGN-MR-0065.**
- ITU-T. 2004.** Recommendation Y.2001. December de 2004.
- JACOB, J. B. 1979.** The New Approaches and Solutions Offered by the Digital ESS.E 10 to Deal with Swithing, Operation and Maintenance Functions. *International Communications Conference Proceedings*. 1979. pp. 46.6-1 - 46.6-5.
- JACOBSON, V., SCHULZRINNE, H., CASNER, S. AND FREDERICK, R. 1996.** RTP: a transport protocol for real-time applications. *RFC1889*. January de 1996.
- JOHN, C. BELLAMY. 2000.** Digital Telephony. s.l. : John Willey & Sons, Inc, 2000. 3rd Edition.

- JOHNSON, D., PERKINS, C. AND ARKKO, J. 2004.** Mobility Support in IPv6. *RFC 3775*. 2004.
- KESSLER, GARY C. 1990.** ISDN: Concepts, Facilities and Services. 1990.
- KLENSI, J. 1996.** Simple Mail Transfer Protocol. *RFC 1945*. May de 1996.
- KRISHNAN, S., MONTAVONT, N. 2007.** Link-Layer Event Notifications for Detecting Network Attachments. *RFC 4957*. 2007.
- LARKIN, N. 2002.** Optical Control Plane: An overview of the ongoing work of the IETF and ITU to standardize optical control plane protocols. *MetaSwitch Write Papers*. August de 2002.
- LARSSON, C., LEVKOWETZ, H., MAHKONEN, H. AND KAUPPINEN, T. 2007.** A Filter Rule Mechanism for Multi-access Mobile IPv6 (draft). *draft-larssonmonami6-filter-rules-02.txt*. 2007.
- LAURENO, G. AND HOLANDA, R. 2007.** A FLOW BASED TRAFFIC CHARACTERIZATION OF IP TELEPHONY PROTOCOLS. *International Joint Conferences on Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering (CISSE 07)*. December de 2007.
- . **2009.** VOICE GATEWAY TO IP-PSTN INTEGRATION AND NGN ARCHITECTURE. *International Joint Conferences on Computer, Information, and Systems Sciences, and Engineering (CISSE 09)*. December de 2009.
- LE, F., FACCIN, S., PATIL, B. AND TSCHOFENIG, H. 2006.** Mobile IPv6 and Firewalls: Problem Statement. *RFC 4487*. 2006.
- MADSEN, L., SMITH, J. AND MEGGELEN, J. VAN. 2005.** Asterisk: the future of telephony. September de 2005.
- MARCINIAK, M. 2008.** Future Networks - Beyond Next Generation Networking. *10th Anniversary International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON 2008)*. June de 2008. Vol. 1, pp. 25-28.
- MITTAL, S., DIPANJAN, C., GOYAL, S. AND SOUGATA, M. 2008.** SewNet - A Framework for Creating Services Utilizing Telecom Functionality. April de 2008.
- MOSKOWITZ, R. AND NIKANDER, P. 2007.** Host Identity Protocol. *draft-ietf-hip-base-10.txt*. 2007.
- MUNRO, J. 2002.** The Heroes of Telegraph. 2002. Blackmask on Line.
- NARAYANAN, S. 2007.** Detecting Network Attachment in IPv6 Networks (DnAv6) (draft). *draft-ietf-dna-protocol-06.txt*. 2007.

- NETIQ. 2008.** How to Succeed on Your Journey to Unified Communications. September de 2008.
- NGUYEN, T. H. AND SADIKU, M. N. O. 2002.** Next Generation Networks. *IEEE Potentials*. April-May de 2002. Vol. 21, pp. 6-8.
- NOLL, A. MICHAEL. 1998.** Introduction to Telephones and Telephone Systems. s.l. : Artech-House, 1998. 3rd Edition.
- NYQUIST, H. 1928.** Certain Topics in Telegraph Transmission Theory. *Transaction IEEE*. April de 1928. Vol. 47, pp. 617-644.
- ONG, L. et al. 1999.** Framework Architecture for Signaling Transport. *IETF Network working Group - RFC2719*. October de 1999.
- PANG, A. -C., LIN, Y.- B., HUANG, Y.-R. AND CHLAMTAC, I. 2002.** All-IP Approach for Third Generation Mobile Networks. *IEEE Network*. 2002. pp. 8-19.
- PERKINS, C. 2002.** IP Mobility Support for IPv4. *RFC 3344*. 2002.
- PIERREL, S. 2006.** Simultaneous Multi-Access extension to the Host Identity Protocol (draft). *draft-pierrel-hip-sima-00.txt*. 2006.
- POIKSELKA, M., MAYER, G., KHARTABIL, H. AND NIEMI, A. 2004.** The IMS IP Multimedia Concepts and Services in the Mobile Domain. June de 2004.
- RADEV, D., LOKSHINA, I. 2007.** Modeling of Media Gateway Nodes for Next Generation Networks based on Markov reward models. *Wireless Telecommunications Symposium - WTS 2007*. April de 2007. pp. 1-8.
- RFC3398. 2002.** Integrated Services Digital Network (ISDN) User Part (ISUP) to Session Initiation Protocol (SIP) Mapping. December de 2002.
- ROSENBERG, J. et al. 2002.** SIP: Session Initiation Protocol. *RFC3261*. June de 2002.
- SCHREINER, F., WAHLE, S., BLUM, N., MAGEDANZ, T. 2008.** Modular Exposure os Next Generation Network services to enterprises and testbed federations. *Second International Conference on Communications and Electronics (ICCE 2008)*. June de 2008. pp. 98-103.
- SCHULZRINNE, H., CAMARILLO, G., PETERSON, J. AND ROSENBERG, J. 2005.** Best Current Practices for Third Party Call Control (3PCC) in the Session Initiation Protocol (SIP) Preconditions Framework. *IETF RFC4032*. March de 2005.
- SOLIMAN, H. 2007.** Flow Bindings in Mobile IPv6 and Nemo Basic Support (draft). *draft-soliman-monami6-flow-binding-04.txt*. 2007.

SPENCER, M. 2002. Introduction to the Asterisk Open Source. *Libre Software Meeting*. Bordeaux : s.n., 9 de July de 2002.

SPENCER, M., CAPOUCH, B., GUY, E., MILLER, F. AND SHUMARD, K. 2006. IAX: Inter-Asterisk eXchange Version 2. *IETF draft-guy-iax-01*. March de 2006.

SRISURESH, P. AND EGEVANG, K. 2001. Traditional IP Network Address Translator (Traditional NAT). *RFC3022*. April de 2001.

TEKELEC - SS7. 2007. SS7 Over IP: Standalone Signaling Gateways versus Integrated and Distributed Signaling Functions. *Tekelec write paper*. 2007.

TEKELEC. 2007. SS7 Over IP - Standalone Signalling Gateways versus Integrated and Distributed Signalling Functions. 2007.

TELEBRÁS 210-110-703. 1996. Especificações de Sinalização de Linha para a Rede Nacional de Telefonia. *Prática Padrão 210-110-703*. Abril de 1996.

TELEBRÁS 210-110-706. 1996. Especificações de Sinalização de Registradores para a Rede Nacional de Telefonia. *Prática Padrão 210-110-706*. Abril de 1996.

TISPAN. Acesso em 27.10.2009. Telecoms & Internet converged Services & Protocols Advanced Network. <http://www.etsi.org/tispan>. Acesso em 27.10.2009.

TOLEDO, ADALTON P. 1977. Telefonometria. *MacGraw-Hill Ltda*. 1977.

VAARAMAKI, T., PUTTONEN, J. AND FEKETE, G. 2008. Next Generation Network Related Standardization - Enablers for the Convergence. *Fourth Advanced International Conference on Telecommunications (AICT 2008)*. June de 2008. pp. 209-214.

WAKIKAWA, R. 2007. Multiple Care-of Addresses Registration (draft). *draft-ietf-monami6-multipesoa-04.txt*. 2007.

ZIMMERMAN, GUTHRIE T. 1995. Personal Area Networks(PAN): Near-Field Intra-Body Communication. s.l.: Massachusetts Institute of Technology, September de 1995.

Anexo A

A-1 Sequência de Instalação e Compilação da Plataforma Asterisk

- 1) Copiar módulo 'libpri' para pasta /usr/src
- 2) Descompactar com comando 'tar xvfz' o módulo correspondente
- 3) Acessar diretório correspondente e executar os comandos abaixo:

```
#cd libpri
```

```
#make clean
```

```
#make
```

```
#make install
```

```
#cd ..
```

- 4) Copiar modulo 'dahdi-linux' para pasta /usr/src/
- 5) Descompactar com comando 'tar xvfz' o módulo correspondente
- 6) Acessar diretório correspondente e executar os comandos abaixo:

```
#cd dahdi-linux
```

```
#make clean
```

```
#make
```

```
#make install
```

```
#cd ..
```

- 7) Copiar modulo 'dahdi-tools' para pasta /usr/src/
- 8) Descompactar com comando 'tar xvfz' o módulo correspondente

9) Acessar diretório correspondente e executar os comandos abaixo:

```
#cd dahdi-tools  
#make clean  
#./configure  
#make  
#make install  
#make config  
#cd ..
```

10) Copiar modulo 'asterisk' para pasta /usr/src/

11) Descompactar com comando 'tar xvfz' o módulo correspondente

12) Acessar diretório correspondente e executar os comandos abaixo:

```
#cd asterisk  
#make clean  
#./configure  
#make  
#make install  
#make config  
#make samples  
#make progdocs
```

13) Copiar modulo 'asterisk-addons' para pasta /usr/src/

14) Descompactar com comando 'tar xvfz' o módulo correspondente

15) Acessar diretório correspondente e executar os comandos abaixo:

```
#cd asterisk-addons
```

```
#make clean
```

```
#./configure
```

```
#make
```

```
#make install
```

```
#make samples
```

A-2 Relação dos Principais Arquivos de Configuração

acessochanspy.conf
cdr.conf
digivoice.conf
func_odbc.conf
osp.conf
res_snmp.conf
smdi.conf
ads.conf
cdr_custom.conf
dnsmgr.conf
gtalk.conf
logger.conf
oss.conf
rpt.conf
udptl.conf
adtranvoivr.conf
cdr_manager.conf
dundi.conf
h323.conf
manager.conf

rtp.conf
users.conf
agents.conf
cdr_odbc.conf
enum.conf
http.conf
meetme.conf
phone.conf
say.conf
voicemail.conf
cdr_pgsq.conf
extconfig.conf
iax.conf
mgcp.conf
privacy.conf
sip.conf
vpb.conf
alarmreceiver.conf
cdr_tds.conf
extensions.conf

misdn.conf
alsa.conf
codecs.conf
features.conf
iaxprov.conf
modules.conf
queues.conf
sip_notify.conf
amd.conf
festival.conf
indications.conf
musiconhold.conf
res_odbc.conf
skinny.conf
asterisk.conf
followme.conf
jabber.conf
muted.conf
res_pgsq.conf
sla.conf

A-3 Relação dos Principais Comandos da Linguagem Asterisk

<i>AddQueueMember</i>	Dynamically adds queue members
<i>ADSIProg</i>	Load Asterisk ADSI Scripts into phone
<i>AgentCallbackLogin</i>	Call agent callback login
<i>AgentLogin</i>	Call agent login
<i>AgentMonitorOutgoing</i>	Record agent's outgoing call
<i>AGI</i>	Executes an AGI compliant application
<i>AlarmReceiver</i>	Provide support for receiving alarm reports from a burglar or fire alarm panel
<i>AMD</i>	Attempts to detect answering machines
<i>Answer</i>	Answer a channel if ringing
<i>AppendCDRUserField</i>	Append to the CDR user field
<i>Authenticate</i>	Authenticate a user
<i>BackGround</i>	Play an audio file while waiting for digits of an extension to go to.
<i>BackgroundDetect</i>	Background a file with talk detect
<i>Busy</i>	Indicate the Busy condition
<i>ChangeMonitor</i>	Change monitoring filename of a channel
<i>ChanIsAvail</i>	Check channel availability
<i>ChannelRedirect</i>	Redirects given channel to a dialplan target.
<i>ChanSpy</i>	Listen to a channel, and optionally whisper into it
<i>Congestion</i>	Indicate the Congestion condition
<i>ContinueWhile</i>	Restart a While loop
<i>ControlPlayback</i>	Play a file with fast forward and rewind
<i>DateTime</i>	Says a specified time in a custom format
<i>DBdel</i>	Delete a key from the database
<i>DBdeltree</i>	Delete a family or keytree from the database
<i>DeadAGI</i>	Executes AGI on a hungup channel
<i>DgCollectCallBlock</i>	Block Collect Call on a DGV Trunk
<i>DgFlash</i>	Flash on a Dgv Trunk
<i>DgSendSMS</i>	Send SMS on a GSM channel
<i>Dial</i>	Place a call and connect to the current channel
<i>Dictate</i>	Virtual Dictation Machine
<i>Directory</i>	Provide directory of voicemail extensions
<i>DISA</i>	DISA (Direct Inward System Access)
<i>DumpChan</i>	Dump Info About The Calling Channel
<i>EAGI</i>	Executes an EAGI compliant application
<i>Echo</i>	Echo audio, video, or DTMF back to the calling party
<i>EndWhile</i>	End a while loop
<i>Exec</i>	Executes dialplan application
<i>ExecIf</i>	Executes dialplan application, conditionally
<i>ExecIfTime</i>	Conditional application execution based on the current time
<i>ExitWhile</i>	End a While loop
<i>ExtenSpy</i>	Listen to a channel, and optionally whisper into it
<i>ExternalIVR</i>	Interfaces with an external IVR application
<i>Festival</i>	Say text to the user
<i>FollowMe</i>	Find-Me/Follow-Me application
<i>ForkCDR</i>	Forks the Call Data Record
<i>GetCPEID</i>	Get ADSI CPE ID
<i>Gosub</i>	Jump to label, saving return address
<i>GosubIf</i>	Conditionally jump to label, saving return address
<i>Goto</i>	Jump to a particular priority, extension, or context

<i>GotoIf</i>	Conditional goto
<i>GotoIfTime</i>	Conditional Goto based on the current time
<i>Hangup</i>	Hang up the calling channel
<i>HasNewVoicemail</i>	Conditionally branches to priority + 101 with the right options set
<i>HasVoicemail</i>	Conditionally branches to priority + 101 with the right options set
<i>IAX2Provision</i>	Provision a calling IAXy with a given template
<i>ICES</i>	Encode and stream using 'ices'
<i>ImportVar</i>	Import a variable from a channel into a new variable
<i>Log</i>	Send arbitrary text to a selected log level
<i>LookupBlacklist</i>	Look up Caller*ID name/number from blacklist database
<i>LookupCIDName</i>	Look up CallerID Name from local database
<i>Macro</i>	Macro Implementation
<i>MacroExclusive</i>	Exclusive Macro Implementation
<i>MacroExit</i>	Exit From Macro
<i>MacroIf</i>	Conditional Macro Implementation
<i>MailboxExists</i>	Check to see if Voicemail mailbox exists
<i>Milliwatt</i>	Generate a Constant 1004Hz tone at 0dbm (mu-law)
<i>MixMonitor</i>	Record a call and mix the audio during the recording
<i>Monitor</i>	Monitor a channel
<i>Morsecode</i>	Plays morse code
<i>MP3Player</i>	Play an MP3 file or stream
<i>MusicOnHold</i>	Play Music On Hold indefinitely
<i>NBScat</i>	Play an NBS local stream
<i>NoCDR</i>	Tell Asterisk to not maintain a CDR for the current call
<i>NoOp</i>	Do Nothing
<i>Park</i>	Park yourself
<i>ParkAndAnnounce</i>	Park and Announce
<i>ParkedCall</i>	Answer a parked call
<i>PauseMonitor</i>	Pause monitoring of a channel
<i>PauseQueueMember</i>	Pauses a queue member
<i>Pickup</i>	Directed Call Pickup
<i>Playback</i>	Play a file
<i>PlayTones</i>	Play a tone list
<i>PrivacyManager</i>	Require phone number to be entered, if no CallerID sent
<i>Progress</i>	Indicate progress
<i>Queue</i>	Queue a call for a call queue
<i>QueueLog</i>	Writes to the queue_log
<i>Random</i>	Conditionally branches, based upon a probability
<i>Read</i>	Read a variable
<i>ReadFile</i>	ReadFile(varname=file,length)
<i>RealTime</i>	Realtime Data Lookup
<i>RealTimeUpdate</i>	Realtime Data Rewrite
<i>Record</i>	Record to a file
<i>RemoveQueueMember</i>	Dynamically removes queue members
<i>ResetCDR</i>	Resets the Call Data Record
<i>RetryDial</i>	Place a call, retrying on failure allowing optional exit extension.
<i>Return</i>	Return from gosub routine
<i>Ringin</i>	Indicate ringing tone
<i>SayAlpha</i>	Say Alpha
<i>SayDigits</i>	Say Digits
<i>SayNumber</i>	Say Number
<i>SayPhonetic</i>	Say Phonetic

<i>SayUnixTime</i>	Says a specified time in a custom format
<i>SendDTMF</i>	Sends arbitrary DTMF digits
<i>SendImage</i>	Send an image file
<i>SendText</i>	Send a Text Message
<i>SendURL</i>	Send a URL
<i>Set</i>	Set channel variable(s) or function value(s)
<i>SetAMAFlags</i>	Set the AMA Flags
<i>SetCallerID</i>	Set CallerID
<i>SetCallerPres</i>	Set CallerID Presentation
<i>SetCDRUserField</i>	Set the CDR user field
<i>SetGlobalVar</i>	Set a global variable to a given value
<i>SetMusicOnHold</i>	Set default Music On Hold class
<i>SetTransferCapability</i>	Set ISDN Transfer Capability
<i>SIPAddHeader</i>	Add a SIP header to the outbound call
<i>SIPDtmfMode</i>	Change the dtmfmode for a SIP call
<i>SMS</i>	Communicates with SMS service centres and SMS capable analogue phones
<i>SoftHangup</i>	Soft Hangup Application
<i>SpeechActivateGrammar</i>	Activate a Grammar
<i>SpeechBackground</i>	Play a sound file and wait for speech to be recognized
<i>SpeechCreate</i>	Create a Speech Structure
<i>SpeechDeactivateGrammar</i>	Deactivate a Grammar
<i>SpeechDestroy</i>	End speech recognition
<i>SpeechLoadGrammar</i>	Load a Grammar
<i>SpeechProcessingSound</i>	Change background processing sound
<i>SpeechStart</i>	Start recognizing voice in the audio stream
<i>SpeechUnloadGrammar</i>	Unload a Grammar
<i>StackPop</i>	Remove one address from gosub stack
<i>StartMusicOnHold</i>	Play Music On Hold
<i>StopMixMonitor</i>	Stop recording a call through MixMonitor
<i>StopMonitor</i>	Stop monitoring a channel
<i>StopMusicOnHold</i>	Stop Playing Music On Hold
<i>StopPlayTones</i>	Stop playing a tone list
<i>System</i>	Execute a system command
<i>TestClient</i>	Execute Interface Test Client
<i>TestServer</i>	Execute Interface Test Server
<i>Transfer</i>	Transfer caller to remote extension
<i>TryExec</i>	Executes dialplan application, always returning
<i>TrySystem</i>	Try executing a system command
<i>UnpauseMonitor</i>	Unpause monitoring of a channel
<i>UnpauseQueueMember</i>	Unpauses a queue member
<i>UserEvent</i>	Send an arbitrary event to the manager interface
<i>Verbose</i>	Send arbitrary text to verbose output
<i>VMAuthenticate</i>	Authenticate with Voicemail passwords
<i>VoiceMail</i>	Leave a Voicemail message
<i>VoiceMailMain</i>	Check Voicemail messages
<i>Wait</i>	Waits for some time
<i>WaitExten</i>	Waits for an extension to be entered
<i>WaitForRing</i>	Wait for Ring Application
<i>WaitForSilence</i>	Waits for a specified amount of silence
<i>WaitMusicOnHold</i>	Wait, playing Music On Hold

While
Zapateller

Start a while loop
Block telemarketers with SIT

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)