



**Tiago Manuel
Marques Pires
de Campos**

**Desenvolvimento de Sistemas Media Gateway de
Acesso ETSI TISPA**



**Tiago Manuel
Marques Pires
de Campos**

**Desenvolvimento de Sistemas Media Gateway de
Acesso ETSI TISPA**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Rui Aguiar, Professor do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Professor Doutor José Carlos da Silva Neves

Professor Catedrático do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

arguente

Professor Doutor Manuel Alberto Pereira Ricardo

Professor Associado do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

orientador

Professor Doutor Rui Luis Andrade Aguiar

Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro

dedicatória

Aos meus pais e irmã.

agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Instituto de Telecomunicações de Aveiro, à Portugal Telecom Inovação e à Universidade de Aveiro, por me terem proporcionado todas as condições necessários para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecimentos especiais às pessoas que acompanharam mais de perto este trabalho: ao Professor Rui Aguiar, meu orientador, à Professora Susana Sargento, aos Engenheiros Victor Marques e António Gamelas, responsáveis por este projecto na Portugal Telecom Inovação e ao meu colega de projecto André Silva.

Finalmente gostaria de agradecer à minha família pelo incansável apoio, paciência, compreensão e motivação ao longo de todo o desenvolvimento da dissertação.

palavras-chave

NGN, TISPAN, IMS, MGW, A-MGW, T-MGW, SGW, MGCF, AGCF, SIP, MEGACO, SS7, RTP, VoIP

resumo

As Redes de Próxima Geração prometem trazer muitos benefícios aos operadores de telecomunicações. Os operadores que as implementarem poderão oferecer uma maior variedade de aplicações e serviços aos seus subscritores independentemente da sua localização, com custos e complexidade reduzidos. Desta forma os operadores poderão aumentar a sua oferta, com os novos serviços que podem ser oferecidos, enquanto as suas despesas de capital e operação poderão ser reduzidas com a migração das redes telefónicas baseadas em TDM para as novas arquitecturas de convergência IP.

A presente dissertação efectua um estudo destas redes, apresentando os seus requisitos, arquitecturas, protocolos e princípios de funcionamento, dando especial relevância ao sistemas Media Gateway de Acesso e de Trunking. Desta forma foram estudadas e testadas soluções dos subsistema TISPAN de emulação da rede PSTN baseada em IMS para os acessos fixos e dos sistemas de Trunking TISPAN e IMS. É também apresentado o projecto de desenvolvimento de uma Media Gateway de Acesso a integrar na rede SHipNET da PT Inovação.

keywords

NGN, TISPAN, IMS, MGW, A-MGW, T-MGW, SGW, MGCF, AGCF, SIP, MEGACO, SS7, RTP, VoIP

abstract

Next Generation Networks will bring many benefits to telecommunication networks operators. Operators that deploy it can potentially offer a much wider range of applications and services, to subscribers irrespective of their location, at reduced cost and complexity. This way, operators will increase their revenues through the additional services that can be offered, while their capital expenditure and operation expenses will decrease with their migration from legacy TDM networks to converged network architectures based on IP.

This thesis presents a study of these networks, showing their requirements, architectures, protocols and operational principles, giving special relevance to the Media Gateway systems: Access and Trunking. Thus, were studied and tested solutions of the TISPAN PSTN Emulation Subsystem based on IMS, for fixed access, and Trunking systems of IMS and TISPAN. This thesis also presents the project of development of an Access Media Gateway to integrate into the SHipNET network of PT Inovação.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Objectivos	3
1.3	Metodologia	3
1.4	Estrutura do documento	3
1.5	Outras considerações	4
2	Redes de Próxima Geração	5
2.1	Introdução	5
2.2	Organizações envolvidas	8
2.2.1	3th Generation Partnership Project	8
2.2.2	European Telecommunications Standards Institute	10
2.2.3	Internet Engineering Task Force	11
2.2.4	International Telecommunication Union	13
2.3	IP Multimedia Subsystem	14
2.3.1	Requisitos	15
2.3.1.1	QoS	16
2.3.1.2	Interoperabilidade	16
2.3.1.3	Roaming	17
2.3.1.4	Controlo de Serviço	17
2.3.1.5	Rápida Criação de Serviços	17
2.3.1.6	Múltiplo Acesso	18
2.3.2	Arquitectura	18
2.3.2.1	Nível de Serviço	18
2.3.2.2	Nível de Controlo	20
2.3.2.3	Nível de Conectividade	23
2.3.3	Protocolos utilizados	25
2.3.3.1	Session Initiation Protocol	25
2.3.3.2	Session Description Protocol	30
2.3.3.3	Diameter	31
2.3.3.4	Real Time Transport Protocol	32
2.3.3.5	E.164	33
2.3.3.6	Outros protocolos	34
2.3.4	Funcionalidades	34
2.3.4.1	Registo	34
2.3.4.2	Estabelecimento de sessão	36

2.3.4.3	Outras operações	39
2.4	TISPAN NGN	39
2.4.1	Introdução à arquitetura	40
2.4.2	Camada de Transporte	41
2.4.2.1	Subcamada de Controlo	42
2.4.2.2	Subcamada Transfer Function	43
2.4.3	Camada de Serviço	45
2.4.3.1	O "Core"IP Multimedia Subsystem (IMS)	45
2.4.3.2	O PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES)	46
2.4.3.3	Subsistema de Streaming	47
2.4.3.4	Subsistema de Broadcasting	47
2.4.3.5	Componentes Comuns	47
2.4.4	Protocolos	48
2.4.4.1	Megaco/H.248	48
2.4.4.2	SS7	50
2.4.4.3	ISUP	56
2.4.4.4	SIGTRAN	60
2.5	Rede IMS SHipNET	64
2.5.1	ip-Sail (IM-SSF)	65
2.5.2	ip-Jib (SIP AS)	66
2.5.3	ip-Cockpit (HSS)	66
2.5.4	ip-Deck (CSCF)	67
2.5.5	ip-Rudder (RACS)	67
2.5.6	ip-Windless (MRF)	68
2.5.7	ip-Kell (MG)	68
3	Sistemas Media Gateway	71
3.1	Arquitecturas Funcionais	72
3.1.1	TISPAN PSTN/ISDN Emulation Subsystem	72
3.1.2	3GPP IP Multimedia Subsystem	73
3.1.3	Algumas Considerações	74
3.2	Trunking	74
3.2.1	Trunking Media Gateway Function	75
3.2.2	Media Gateway Control Function	77
3.2.3	Signaling Gateway Function	78
3.3	Acesso/Residencial	80
3.3.1	Access Gateway Control Function	80
3.3.2	Access/Residential Media Gateway	83
3.3.3	Voice Gateway	84
4	Testes de Soluções Comerciais	85
4.1	Sistema de Trunking	86
4.1.1	Cenário	87
4.1.2	Elementos e Configurações	87
4.1.2.1	Mediant 2000	87
4.1.2.2	openCA	89
4.1.2.3	Softphones	90

4.1.3	Testes	91
4.1.3.1	Registo	91
4.1.3.2	Estabelecimento de Sessão	92
4.1.3.3	Falhas de Estabelecimento de Sessão	95
4.2	Sistema de Acesso	96
4.2.1	Cenário	99
4.2.2	Configurações	99
4.2.2.1	Carta M30AB	99
4.2.2.2	TP-260	100
4.2.3	Testes	101
4.2.3.1	Registo	101
4.2.3.2	Estabelecimento de Sessão	102
4.2.3.3	Falhas de Estabelecimento de Sessão	102
5	Projecto de Media Gateway de Acesso	107
5.1	Resumo da Actividade de Concepção	107
5.2	Requisitos	108
5.2.1	Normas	108
5.2.2	Internos	110
5.2.2.1	Interfaces	110
5.2.2.2	Protocolos	111
5.2.2.3	Processamento de sinal	112
5.2.2.4	Integração em demonstradores	112
5.3	Módulo Analógico	112
5.3.1	Descrição	112
5.3.2	Diagrama de blocos funcionais	114
5.3.3	Hardware	115
5.3.3.1	Interfaces POTS	115
5.3.3.2	Unidade de Processamento	116
5.3.3.3	Alimentação	117
5.3.3.4	Miscelaneos	117
5.3.4	Firmware	117
5.3.5	Software	118
5.4	Módulo Gateway	119
5.4.1	Descrição	119
5.4.2	Características Gerais	120
5.4.3	Diagrama de blocos funcionais	121
5.4.4	Hardware	121
5.5	Detalhes de Concepção	123
5.5.1	PCM Highway	124
5.5.2	Sinalização CAS	124
5.5.3	Ligação Ethernet	126
5.5.4	Configuração, Controlo e Monitorização	127
6	Conclusões e Perspectivas de Evolução	131
6.1	Conclusões	131
6.2	Perspectivas de evolução	133

A	Configurações das Gateways	135
A.1	Mediant 2000 (board.ini)	135
A.2	openCallAgent	142
A.3	TP-260	144
A.3.1	tp260.ini	144
A.3.2	userinfo.txt	148
B	Script openSER E.164	149
	Bibliografia	155
	Livros	155
	Normas	155
	Teses e Publicações	161
	Datasheets	161
	Páginas Web e Aplicações	162

Lista de Siglas

3G 3th Generation

3GPP 3th Generation Partnership Project

3PTY Three-Party Service

AAA Authentication, Authorization and Accounting

ACM Address Complete Message

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line

AGCF Access Gateway Control Function

A-MGW Access Media Gateway

ANM Answer Message

AOC Advice Of Charge

API Application Programming Interface

A-RACF Access-Resource and Admission and Control Function

ARF Access Relay Functions

ARIB Association of Radio Industries and Business

AS Application Servers

ASF Application Server Function

ATIS Alliance for Telecommunications Industry Solutions

ATM Asynchronous Transfer Mode

AVP Attribute Value Pairs

B2BUA Back-to-Back User Agent

BGCF Breakout Gateway Control Function

BGF Border Gateway Function

BootP BOOTstrap Protocol

CAC Call Admission Control

CAMEL Customized Applications for Mobile networks Enhanced Logic

CAP CAMEL Application Part

CAPEX Capital Expenditure

CAS Channel-Associated Signaling

CCBS Call Completion to a Busy Subscriber

CCSA China Communications Standards Associations

CD Call Deflection

CFB Call Forwarding Busy

CFNR Call Forwarding No Reply

CFU Call Forwarding Unconditional

CH Call Hold

CLIP Calling Line Identification Presentation

CLIR Calling Line Identification Restriction

CN Core Network

COLP Connected Line Identification Presentation

COLR Connected Line Identification Restriction

CONF Conference Calling

COPS Common Open Policy Service

CPC Calling Party's Category

CPU Central Processing Unit

CSCF Call Session Control Function

CSE CAMEL Service Environment

CUG Closed User Group

CW Call Waiting

DCCP Datagram Congestion Control Protocol

DDI Direct-Dialling-In

DHCP Dynamic Host Configuration Protocol

DiffServ Differentiated Service

DNS Domain Name System
DPC Destination Point Code
DSP Digital Signal Processor
DTMF Dual-Tone Multi-Frequency
DUP Data User Part
ECT Explicit Call Transfer
FDME Full Duplex Mode Enable
ETSI European Telecommunications Standards Institute
FGNGN Focus Group on Next Generation Networks
FPGA Field-Programmable Gate Array
GERAN GSM EDGE Radio Access Network
GPRS General Packet Radio Service
GSM Global System for Mobile Communications
gsmSCF Service Control Function GSM
HFC Hybrid Fiber Coax
HSS Home Subscriber Service
HTTP Hypertext Transfer Protocol
IBCF Interconnection Border Control Function
IAM Initial Address Message
I-CSCF Interrogating-CSCF
ICT Information and Communication Technologies
IESG Internet Engineering Steering Group
IETF Internet Engineering Task Force
IKE Internet Key Exchange
IM-SSF IMS Service Switching Function
IMS IP Multimedia Subsystem
IMS-MGW IMS-Media Gateway
IN Intelligent Network
INAP Intelligent Network Application Part

IP Internet Protocol

IPSec IP Security

IPv6 Internet Protocol versão 6

ISDN Integrated Services Digital Network

ISLAC Intelligent Subscriber Line Audio Processing Circuit

ISLIC Intelligent Subscriber Line Interface Circuit

ISUP ISDN User Part

ITCC International Telecommunication Charge Card

ITU International Telecommunication Union

ITU-T ITU Telecommunication Standardization Sector

IUA ISDN User Adaptation

IVR Interactive Voice Response

IWF Interworking Function

J2EE Java 2 Platform, Enterprise Edition

JSLEE Java Service Logic Execution Environment

JTAG Joint Test Action Group

L2TF Layer 2 Termination Function

LSB Least Significant Bit

LSM Link Speed Mode

M2PA MTP2 User Peer-to-Peer Adaptation Layer

M2UA MTP2 User Adaptation Layer

M3UA MTP3 User Adaptation Layer

MAA Multimedia-Auth-Answer

MAP Mobile Application Part

MAR Multimedia-Auth-Request

MCID Malicious Call Identification

MEGACO Gateway Control Protocol

MG Media Gateway

MGC Media Gateway Controller

MGCF Media Gateway Control Function
MGCP Media Gateway Control Protocol
MGF Media Gateway Function
MGW Media Gateway
MII Media Independent Interface
MRF Media Resource Function
MRFC Media Resource Function Controller
MRFP Media Resource Function Processor
MSN Multiple Subscriber Number
MTP Message Transfer Part
MTP1 MTP Level 1
MTP2 MTP Level 2
MTP3 MTP Level 3
NASS Network Attachment Subsystem
NGN Next Generation Network
NGN-GSI Next Generation Network Global Standards Initiative
NI Network Indicator
NOA Nature Of Address
NPI Numbering Plan Indicator
NVRAM Non-Volatile Random Access Memory
OMA Open Mobile Alliance
OMAP Operation, Maintenance, and Administration Part
OPC Origination Point Code
openCA openCallAgent
OPEX Operational Expense
OSA Open Service Access
OSA-SCS OSA - Service Capability Server
PCG Project Co-ordination Group
PCM Pulse Code Modulation

P-CSCF Proxy-CSCF

PDF Portable Document Format

PES PSTN/ISDN Emulation Subsystem

PLMN Public Land Mobile Network

PMC PCI Mezzanine Card

POTS Plain Old Telephone Service

PSTN Public Switched Telephone Network

PT Portugal Telecom

QoS Quality of Service

RACS Resource and Admission Control Subsystem

RADIUS Remote Authentication Dial In User Service

RAN Radio Access Network

RCEF Resource Control Enforcement Functions

REDIS Rede Digital com Integração de Serviços

REL Release

REV Reverse Charge

RFC Request for Comment

RLC Release complete

R-MGW Residential Media Gateway

RSVP Resource Reservation Protocol

RTCP Real Time Control Protocol

RTP Real Time Transport Protocol

RTSP Real Time Streaming Protocol

SA System and Services Aspects

SAM Subsequent Address Message

SCCP Signaling Connection and Control Part

SCF Service Switching Function

SCP Signaling Control Points

SCT Single Step Call Transfer

SCTP Stream Control Transmission Protocol
S-CSCF Serving-CSCF
SDF Service Delivery Framework
SDP Session Description Protocol
SDRAM Synchronous Dynamic Random Access Memory
SGF Signaling Gateway Function
SGW Signalling Gateway
SHipNET Service Handling on IP Network
SigComp Signalling Compression
SigTran Signaling Transport
SIP Session Initiation Protocol
SLAC Subscriber Line Audio-processing Circuit
SLEE Service Logic Execution Environment
SLF Subscriber Location Function
SLIC Subscriber Line Interface Circuit
SPAN Services and Protocols for Advanced Networks
SPDF Service-based Policy Decision Function
SS7 Signalling System #7
SSP Signaling Switching Points
STP Signaling Transfer Points
SUA SCCP User Adaptation
SUB Sub-addressing
T Terminals
TC Technical Committees
TCAP Transaction Capabilities Application Part
TCP Transmission Control Protocol
TDM Time-Division Multiplexing
TFTP Trivial File Transfer Protocol
T-MGF Trunking Media Gateway Function

TP Terminal Portability

TPNCP TrunkPack Network Control Protocol

TR Technical Reports

TS Technical Specifications

TSG Technical Specification Group

TIPHON Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks

TISPAN Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks

TLS Transport Layer Security

TTA Telecommunications Technology Association

TTC Telecommunication Technology Committee

TUP Telephone User Part

UA User Agent

UAA User-Authorization-Answer

UAR User-Authorization-Request

UDP User Datagram Protocol

UE User Equipment

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

UPSF User Profile Server Function

URI Uniform Resource Identifier

UUS User-to-User Signalling

V5UA V5 User Adaptation

VBD Voice-Band Data

VCP Voice Control Processor

VGW Voice Gateway

VoIP Voice over Internet Protocol

VoP Voice over Packet

VoPP Voice over Packet Processor

WLAN Wireless Local Area Network

XMPP Extensible Messaging and Presence Protocol

Lista de Figuras

2.1	Rede de Próxima Geração.	6
2.2	Exemplo da estrutura organizacional do 3GPP.	9
2.3	Organização do TISPAN.	11
2.4	Exemplo da estrutura organizacional da IETF.	12
2.5	Tipos de RFCs.	13
2.6	Cronologia.	15
2.7	Arquitectura IMS.	19
2.8	Camada de Serviço.	20
2.9	Camada de Controlo.	21
2.10	Camada de Conectividade.	23
2.11	Exemplo de uma descrição de sessão SDP.	30
2.12	Processo de registo no IMS.	36
2.13	Processo de estabelecimento de sessão IMS.	37
2.14	NGN IMS TISPAN.	39
2.15	Arquitectura NGN TISPAN (ES 282 001 [29]).	41
2.16	Arquitectura interna da subcamada RACS (ES 282 003 [33]).	43
2.17	Sub-camada Transfer Functions (ES 282 001 [29]).	44
2.18	Arquitectura NGN TISPAN (ES 282 001 [29]).	45
2.19	Arquitectura do Core IMS (ES 282 007 [35]).	46
2.20	Exemplo de uma rede SS7 simples [4].	52
2.21	Módulos do SS7.	54
2.22	Exemplos de utilizadores TCAP.	55
2.23	Pilha protocolar SS7.	55
2.24	Protocolo ISUP na rede SS7.	57
2.25	Estabelecimento e Terminação de uma sessão ISUP.	58
2.26	Pilha protocolar SigTran.	62
2.27	SGW usando o protocolo M2PA.	62
2.28	SGW usando o protocolo M2UA.	63
2.29	SGW usando o protocolo M3UA.	64
3.1	Elementos PES TISPAN (ETSI TS 182 012 [36]).	72
3.2	Elementos Media Gateway IMS 3GPP (TS 23.002 v7.1.0 [13]).	73
3.3	Arquitectura interna de uma T-MGW.	75
3.4	Diagrama funcional da stack protocolar.	76
3.5	Arquitectura interna de uma MGCF [71].	78
3.6	Arquitectura do funcionamento de uma SGF.	79
3.7	Arquitectura interna da AGCF (ETSI TS 182 012 [36])	81

3.8	Arquitectura interna de uma A-MGW/R-MGW.	83
3.9	Arquitectura interna de uma VGW.	84
4.1	Cenário de testes para o sistema Media Gateway de Trunking.	88
4.2	Interface web de configuração da Mediant 2000.	89
4.3	Softphone X-Lite 3.0.	91
4.4	Registo do terminal SIP.	92
4.5	Chamada do terminal PSTN para o terminal SIP.	94
4.6	Chamada do terminal SIP para o terminal PSTN.	96
4.7	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).	98
4.8	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).	98
4.9	Cenário de testes para o sistema de gateway de acesso.	100
4.10	Troca de mensagens SIP no processo de Registo.	102
4.11	Chamada do terminal POTS para um terminal da rede PSTN.	103
4.12	Chamada do terminal PSTN para o terminal POTS.	103
4.13	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).	104
4.14	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).	105
5.1	Diagrama de blocos da A-MGW.	108
5.2	Vista de superior da carta A-MGW sem o módulo TPM-1100.	109
5.3	Vista inferior da carta A-MGW.	110
5.4	Vista superior da carta A-MGW com o módulo TPM-1100.	111
5.5	Módulos funcionais da carta M30AB.	113
5.6	Vista superior da carta M30AB.	114
5.7	Vista inferior da carta M30AB.	115
5.8	Diagrama de blocos do Módulo Analógico.	116
5.9	Organização da memória Flash.	118
5.10	Vista superior da carta TPM-1100.	120
5.11	Vista inferior da carta TPM-1100.	121
5.12	Diagrama de blocos do Módulo Gateway.	122
5.13	Diagrama de características físicas [68].	123
5.14	Diagrama de ligações do módulo TPM-1100.	123
5.15	Profile 144 LBRV With Signaling [68].	124
5.16	Sinal de sincronismo de trama [68].	125
5.17	Estrutura de sinalização ABCD [68].	125
5.18	Sequências de inicialização possíveis [68].	129
6.1	Convergência ao nível IP.	132

Lista de Tabelas

2.1	Interfaces do Nível de Serviço	21
2.2	Interfaces do Nível de Controlo	22
2.3	Interfaces do Nível de Conectividade	25
2.4	Métodos do protocolo SIP base	27
2.5	Métodos adicionais do protocolo SIP usados em IMS	27
2.6	Códigos das classes das respostas SIP	28
2.7	Alguns cabeçalhos SIP importantes	29
2.8	Métodos de extensões SIP	30
2.9	Parâmetros SDP	31
2.10	Estrutura de números para áreas geográficas	33
2.11	Estrutura de números para serviços globais	34
2.12	Estruturas de números para redes	34
2.13	Estrutura de números para grupos de países	35
3.1	Interfaces para os elementos Media Gateway (TISpan)	73
3.2	Interfaces para os elementos Media Gateway (IMS)	74
4.1	Alguns parâmetros de configuração da SGW.	90
4.2	Registo do terminal SIP.	92
4.3	Chamada do terminal PSTN para o terminal SIP.	93
4.4	Chamada do terminal SIP para o terminal PSTN.	95
4.5	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).	97
4.6	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).	97
4.7	Troca de mensagens SIP no processo de Registo.	101
4.8	Chamada do terminal POTS para um terminal da rede PSTN.	102
4.9	Chamada do terminal PSTN para o terminal POTS.	103
4.10	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).	104
4.11	Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).	104
5.1	Chamada de entrada (Do Módulo Analógico para o Gateway)	126
5.2	Chamada de saída (Do Módulo Gateway para o Analógico)	126
5.3	Bits de configuração [68].	128

Capítulo 1

Introdução

1.1 Enquadramento

Actualmente os operadores de telecomunicações oferecem soluções comerciais baseadas no fornecimento de vários serviços integrados numa única ligação de banda larga capaz de fornecer aos clientes, de uma forma simples e confortável para estes, os serviços comerciais de telecomunicações por eles desejados. Estas soluções são comercialmente conhecidas, de uma forma geral como soluções "Multi Play" e são capazes de fornecer: internet de alta velocidade, serviços telefónicos, serviços de televisão, "Home Video", entre outros. De acordo com o número de serviços fornecidos estas soluções podem receber os nomes mais específicos de "Dual Play", "Triple Play" ou "Quadruple Play".

Embora sendo fornecidos actualmente aos clientes de uma forma integrada, estes serviços têm todos na sua origem uma infra-estrutura pensada apenas para um serviço específico e isolado. Desta forma, para que estas soluções de integração sejam realmente bem sucedidas, os operadores terão de cortar com a tradicional política de adicionar layers e níveis de complexidade e custo cada vez mais elevados às suas infra-estruturas de sistemas e optar pela construção de uma infra-estrutura verdadeiramente integradora e flexível para a prestação de todo o tipo de serviços. A solução capaz de responder a estes requisitos passa por uma arquitectura de rede baseada no protocolo Internet Protocol (IP) que seja a base de todos os diferentes tipos de serviços de telecomunicações fixos e móveis.

Este novo conceito vem por um lado uniformizar os núcleos das redes de telecomunicações diminuindo os custos para os operadores e, por outro lado, aumentar a diversidade de serviços fazendo uso da maior flexibilidade da rede, tornando as comunicações mais personalizadas. Esta corrente de personalização dos serviços de telecomunicações é bastante importante uma vez que cada pessoa tem, cada vez mais, necessidades variadas e distintas de comunicação.

Numa perspectiva técnica é a migração através de arquitecturas baseadas em normas que permite aos operadores criar plataformas multi-serviços partilhando uma infra-estrutura comum. Numa perspectiva de negócio, a transformação IP consiste na criação de novos modelos de negócio e relacionamentos para suportar uma orientação focalizada no serviço a prestar ao cliente.

Para o suporte dos serviços multimédia estes sistemas têm de incluir funcionalidades como gestão de parcerias, gestão de direitos digitais, segurança, modelização de negócio, preços flexíveis e focalização nos conteúdos. Todas estas exigências obrigam a que os operadores tenham a flexibilidade necessária para se adaptarem a esta transformação que necessariamente terá de ser gradual. Uma transformação destas exigirá, durante um período de tempo de migração, a coexistência das infra-estruturas antiga e nova, como também uma forma de as interligar, tornando a migração gradual e não prejudicial para os clientes [65].

Dentro deste contexto, a Portugal Telecom (PT) Inovação decidiu criar uma nova linha de produtos, a integrar na plataforma aplicacional Service Handling on IP Network (SHipNET), responsáveis pela criação de condições de interoperabilidade tanto com a rede móvel, através de interfaces a serem definidas pelas normas 3th Generation Partnership Project (3GPP) IP Multimedia Subsystem (IMS), como com a rede fixa através das normas European Telecommunications Standards Institute (ETSI) Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks (TISPAN).

Relativamente ao projecto Media Gateway, trata-se de uma designação genérica que visa englobar o desenvolvimento de produtos de acesso que possam servir essencialmente para efectuar a interligação entre os terminais que operam em modo de comutação de circuito, através de redes IP baseadas em comutação de pacotes.

1.2 Objectivos

Este trabalho, integrado no projecto Media Gateway, realizado no Instituto de Telecomunicações de Aveiro [72] para a PT Inovação [73], teve como objectivos efectuar o estudo e teste dos sistemas Media Gateway de Trunking e Acesso de forma a integrar estes sistemas na rede de Core IMS SHipNET da PT Inovação, permitindo desta forma a convergência entre esta rede e a rede PSTN.

Foi também objectivo deste projecto a implementação de produtos referentes ao sistema Media Gateway de Acesso, sendo neste trabalho analisado o caso específico de implementação do elemento Access Media Gateway (A-MGW) da TISPAN.

1.3 Metodologia

Para se conseguirem os objectivos propostos foram previstas várias fases distintas. Numa primeira fase o estudo, implementação e teste de um sistema de Media Gateway de Trunking, capaz de integrar a rede SHipNET.

Numa segunda fase o estudo e implementação dos sistema Media Gateway de Acesso, com o objectivo de testar os sistemas previstos nas normas e efectuar um estudo do possível desenvolvimento destes mesmos elementos.

A terceira e última fase está relacionada com o projecto e desenvolvimento de um protótipo de uma Media Gateway de Acesso capaz de integrar a rede SHipNET, permitindo assim que terminais telefónicos analógicos façam parte desta rede.

1.4 Estrutura do documento

A presente dissertação é composta por 6 capítulos:

- *Capítulo 1:* o presente capítulo efectua uma introdução ao trabalho, apresentando o enquadramento, objectivos, metodologia e a estrutura do documento.
- *Capítulo 2:* efectua uma apresentação das redes NGN, com maior foco para as redes IMS e TISPAN, apresentado os seus requisitos, arquitectura, protocolos e princípios funcionais. É ainda feita uma breve apresentação das organizações envolvidas no projecto destas redes.
- *Capítulo 3:* este capítulo descreve as arquitecturas dos sistemas Media Gateway, fazendo uma descrição individual dos elementos presentes em cada sistema e apresentando os seus requisitos, características e princípios funcionais.
- *Capítulo 4:* descreve os testes efectuados para os sistemas de Trunking e Acesso. Apresenta os cenários, configurações e resultados dos diferentes testes efectuados.
- *Capítulo 5:* apresenta o projecto do elemento Media Gateway de Acesso, apresentando os vários módulos constituintes e detalhes da integração e desenvolvimento destes mesmos módulos a fim de implementar o elemento pretendido de acordo com os requisitos internos e das normas TISPAN.
- *Capítulo 6:* apresenta as conclusões do trabalho realizado e as perspectivas de evolução.

1.5 Outras considerações

Este documento foi preparado utilizando o sistema $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ [3]. Além da versão em papel está disponível também em versão digital, em formato Portable Document Format (PDF), através dos Serviços de Documentação da Universidade de Aveiro.

O trabalho aqui descrito foi efectuado no âmbito do projecto Media Gateway realizado no Instituto de Telecomunicações de Aveiro para a PT Inovação.

Capítulo 2

Redes de Próxima Geração

2.1 Introdução

O conceito de Next Generation Network (NGN) descreve, como já foi introduzido no capítulo anterior, uma orientação evolutiva para aquelas que se prevêem ser as redes futuras de telecomunicações, tanto para o core dessas mesmas redes como para as suas redes de acesso.

Desta forma as arquitecturas e ideias apresentadas neste capítulo representam referências à evolução das redes actuais, não tendo por isso necessariamente de representar uma visão precisa das redes do futuro.

Na origem deste conceito está a criação, por parte da 3GPP, da rede de core designada por IMS, e que inicialmente foi pensada apenas como uma evolução das redes móveis. Posteriormente e trabalhando sobre o projecto já realizado pela 3GPP apareceu o ETSI TISPAN com o objectivo de alargar a forma de acesso também à rede fixa. Actualmente estas duas entidades trabalham juntas na construção de uma rede uniforme baseada em IMS e que englobe as redes, fixa e móvel. Desta forma existirá uma maior diferenciação entre as camadas físicas da rede e os serviços que correm no topo dessas camadas. Isto será um ponto chave na convergência entre as redes móvel e fixa, como é ilustrado na figura 2.1.

Até à data não existe uma definição que reúna um consenso total entre as organizações sobre

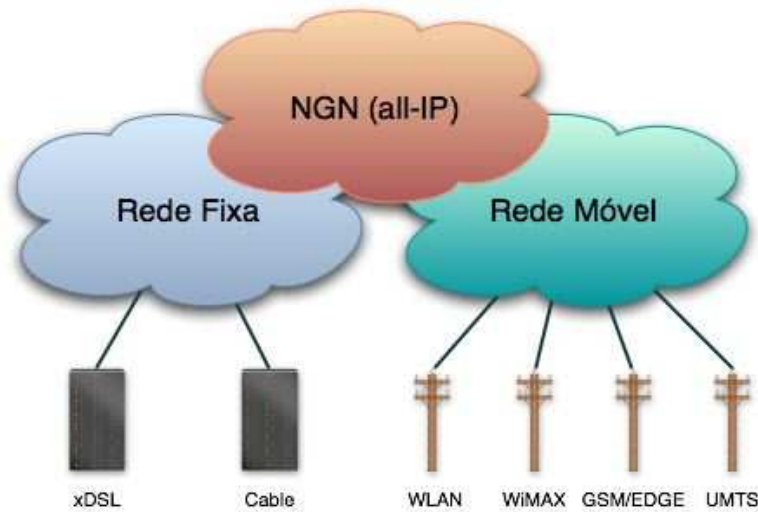


Figura 2.1: Rede de Próxima Geração.

a definição de NGN, no entanto existe uma definição publica da International Telecommunication Union (ITU) que é apresentada abaixo [104].

A Next Generation Network (NGN) is a packet-based network able to provide services including Telecommunication Services and able to make use of multiple broadband, QoS-enabled transport technologies and in which service-related functions are independent from underlying transport-related technologies. It offers unrestricted access by users to different service providers. It supports generalized mobility which will allow consistent and ubiquitous provision of services to users.

À parte da correcta definição de NGN existem alguns aspectos fundamentais que, de certa forma, podem ser utilizados também para caracterizar e mesmo definir esta rede. Mais uma vez os pontos apresentados abaixo foram publicados pela ITU:

- Paradigma de comutação de pacotes;
- Separação das funções de controlo das de transporte, chamada/sessão e serviços/aplicações;

- Independência do tipo de rede nos serviços prestados e utilização de normalizações abertas;
- Suporte para uma larga variedade de serviços, aplicações e mecanismos baseados em padrões de criação de serviços, incluindo real-time/streaming/non-real-time serviços e multimedia;
- Capacidade de QoS e transparência para ligações ponto-a-ponto;
- Interoperabilidade com outras redes através de normalizações abertas;
- Mobilidade generalizada;
- Acesso livre por parte dos utilizadores a diferentes fornecedores de serviços;
- Uma variedade de formas de identificação que permitem a resolução do endereço IP de forma a possibilitar o encaminhamento na rede;
- Características de serviço unificadas para cada serviço na percepção do utilizador;
- Convergência de serviços entre as redes móvel e fixa;
- Independência das funções relacionadas com os serviços das tecnologias subjacentes ao transporte;
- Concordante com todas as exigências legais, como por exemplo as questões relacionadas com as comunicações da emergência e questões de segurança/privacidade, etc.

Neste capítulo serão abordados principalmente o IMS da 3GPP e o trabalho desenvolvido pela ETSI TISPAN, com maior relevo para o seu trabalho nas redes de acesso. Desta forma é feita uma abordagem aos princípios que servem de base à rede utilizada para este projecto, sendo o core dessa mesma rede a arquitectura IMS SHipNET e as redes de acesso baseadas no trabalho de normalização da TISPAN, sendo as redes de acesso relacionadas com a convergência entre as redes Public Switched Telephone Network (PSTN) e IP integradas no projecto Media Gateway.

2.2 Organizações envolvidas

Sendo um projecto bastante abrangente e complexo, que envolve bastantes áreas, as NGN necessitam de ser definidas a vários níveis tendo a contribuição de diferentes organizações envolvidas que asseguraram diferentes responsabilidades.

O 3GPP criou o IMS, que se considera ser o core das NGN, baseando-o nos protocolos de Internet que têm sido tradicionalmente normalizados pela Internet Engineering Task Force (IETF). Desta forma tem existido também uma colaboração entre a 3GPP e a IETF de forma a que os protocolos sejam criados de maneira a conseguirem responder da melhor forma os requisitos destas redes.

Por seu lado a TISPAN da ETSI tem desenvolvido, a par das ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) Recommendations, um trabalho mais focalizado para as redes de acesso, utilizando como core para a sua realização NGN a arquitectura 3GPP IMS.

Estas organizações e o seu trabalho para as NGN serão brevemente apresentados de seguida.

2.2.1 3th Generation Partnership Project

O 3GPP [74] é um acordo de cooperação fundado em 1998, entre algumas organizações de normalização de todo o mundo: Association of Radio Industries and Business (ARIB) [98] do Japão, China Communications Standards Associations (CCSA) [77] da China, ETSI [89] da Europa, Alliance for Telecommunications Industry Solutions (ATIS) [84] dos Estados Unidos, Telecommunications Technology Association (TTA) [76] da Coreia e Telecommunication Technology Committee (TTC) [80] do Japão.

O objectivo inicial do projecto era desenvolver especificações técnicas globais para a terceira geração dos sistemas móveis, baseado no core da rede Global System for Mobile Communications (GSM), tendo resultado desse trabalho a normalização da rede Universal Mobile Telecommunications System (UMTS).

Para as NGN, a maior contribuição da 3GPP foi a especificação do IMS, especialmente nas suas Releases 6 e 7, que foi sugerido como o sistema de controlo de sessão das NGN,

controlando todo o sistema de core da rede.

O 3GPP está organizado num Project Co-ordination Group (PCG) e em vários Technical Specification Group (TSG), como ilustra a figura 2.2. O PCG é responsável pelo controlo geral do 3GPP, o trabalho técnico é desenvolvido nas TSGs. De momento existem cinco TSGs responsáveis pelo Core Network (CN), System and Services Aspects (SA), GSM EDGE Radio Access Network (GERAN), Radio Access Network (RAN), Terminals (T). Cada TSG está, por sua vez, dividido em grupos de trabalho mais específicos, cada um desses grupo de trabalho está responsável por determinadas tarefas. Como exemplo, o CN WG1 é responsável por todos os detalhes do uso do Session Initiation Protocol (SIP) e do Session Description Protocol (SDP) no IMS e o CN WG4 pelos detalhes relacionados com o uso do protocolo Diameter [1].

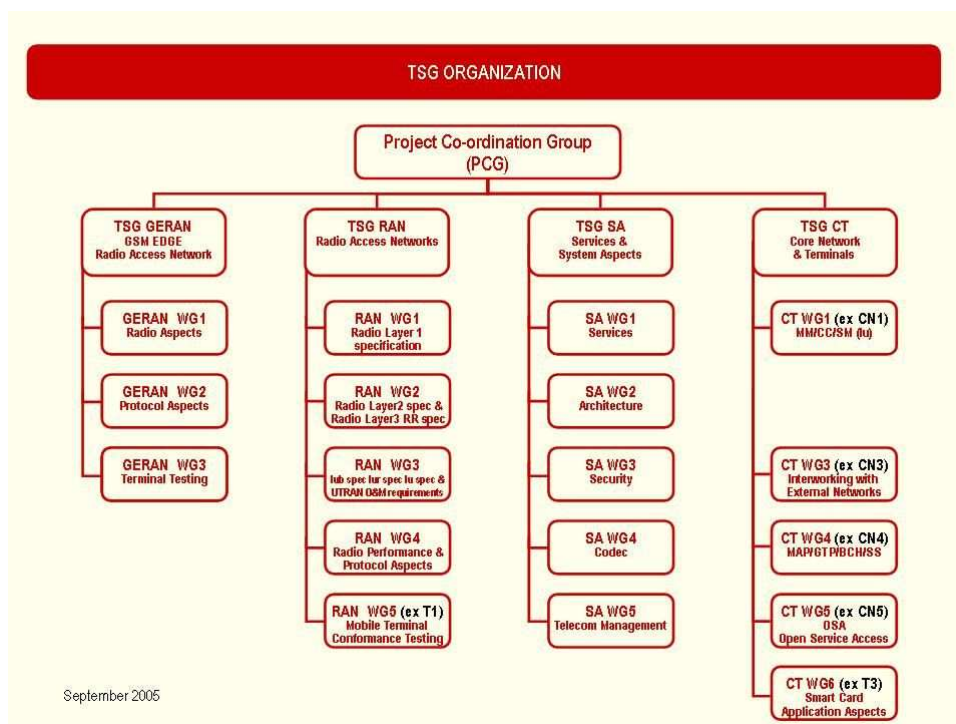


Figura 2.2: Exemplo da estrutura organizacional do 3GPP.

Os grupos de trabalho não produzem normas, produzem Technical Specifications (TS) e Technical Reports (TR) que são posteriormente avaliados pelos TSGs. Uma vez aprovados são submetidos aos seus parceiros organizacionais que decidirão se os TS ou TR passam ou não a fazer parte das suas normalizações.

Os TS e TR são numerados de acordo com uma sequência de quatro ou cinco dígitos que seguem o padrão "xx.yyy". Os primeiros dois dígitos "xx" identificam o número de série e os últimos dois ou três dígitos "yy" ou "yyy" identificam uma determinada especificação dentro da série. Como exemplo, o 3GPP TS 23.228 [11] descreve os pormenores da arquitectura do IMS. Os TS e TR da 3GPP estão publicamente disponíveis na página da 3GPP [75].

2.2.2 European Telecommunications Standards Institute

A ETSI [89] é, desde a sua fundação em 1988, uma organização de normalização independente, sem fins lucrativos, que é responsável pela normalização das Tecnologias da Informação e Comunicação, também conhecidas por Information and Communication Technologies (ICT), na Europa. Esta organização tem tido grande influência nas telecomunicações, broadcast e áreas relacionadas, por exemplo, com transporte inteligente de informação e áreas ligadas à saúde [83].

A ETSI tem uma grande variedade de membros: desde vendedores a engenheiros de redes. Juntos participam no desenvolvimento de novas normalizações. Actualmente o trabalho é organizado num determinado número de Technical Committees (TC), cada um focado numa determinada área.

Em Setembro de 2003, a ETSI fundiu os TC: Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON) e Services and Protocols for Advanced Networks (SPAN), dando origem a um novo TC com o nome TISPAN [91]. O objectivo era criar um novo grupo de trabalho dedicado às redes fixas, e à migração da tecnologia de comutação de circuitos para a tecnologia de comutação de pacotes.

Este novo TC é responsável por todos os aspectos de normalização para as presentes e futuras redes de convergência, incluindo a NGN. Para organizar este trabalho, a TISPAN estabeleceu oito grupos de trabalho com diferentes responsabilidades [92]. A figura 2.3 ilustra a organização do TISPAN nos seus diferentes grupos de trabalho.

Em Dezembro de 2005, a primeira release do TISPAN foi publicada, incluindo uma arquitectura funcional robusta para a NGN, permitindo à indústria o começo da implementação

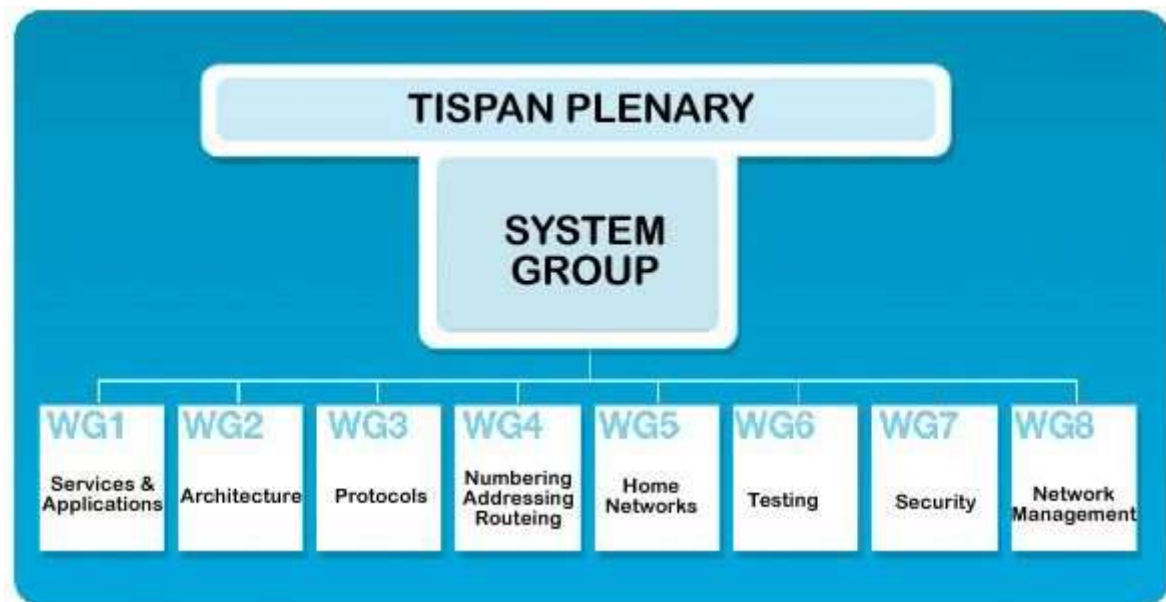


Figura 2.3: Organização do TISPAN.

dos seus sistemas NGN.

O TISPAN está actualmente a trabalhar na Release 2, focando-se na mobilidade, em novos serviços, e melhoramentos nas áreas de segurança e gestão de rede.

2.2.3 Internet Engineering Task Force

A IETF [86] é uma organização constituída por uma grande variedade de entidades com diferentes conhecimentos técnicos, como é o caso de institutos de investigação, operadores de telecomunicações, engenheiros de redes, vendedores, entre outros, que trabalham em conjunto com o objectivo de especificarem a arquitectura, protocolos e funcionamento da Internet pública. Os pontos relativos à sua missão estão documentados no RFC 3935 [14].

O IETF está organizado em grupos de trabalho, os quais estão responsáveis por desempenhar tarefas específicas [85]. O número de grupos de trabalho é elevado e não é constante. Os grupos podem ser dissolvidos ou reorganizados no final de desenvolverem um determinado trabalho. Estes grupos de trabalho estão organizados em directórios de áreas específicas e são conhecidos por acrónimos, como é exemplo o grupo de trabalho SIPPING que é um

acrónimo de "Session Initiation Protocol Investigation". Na figura 2.4 é possível encontrar as actuais 8 áreas nas quais os grupos de trabalho estão organizados assim como alguns desses grupos.

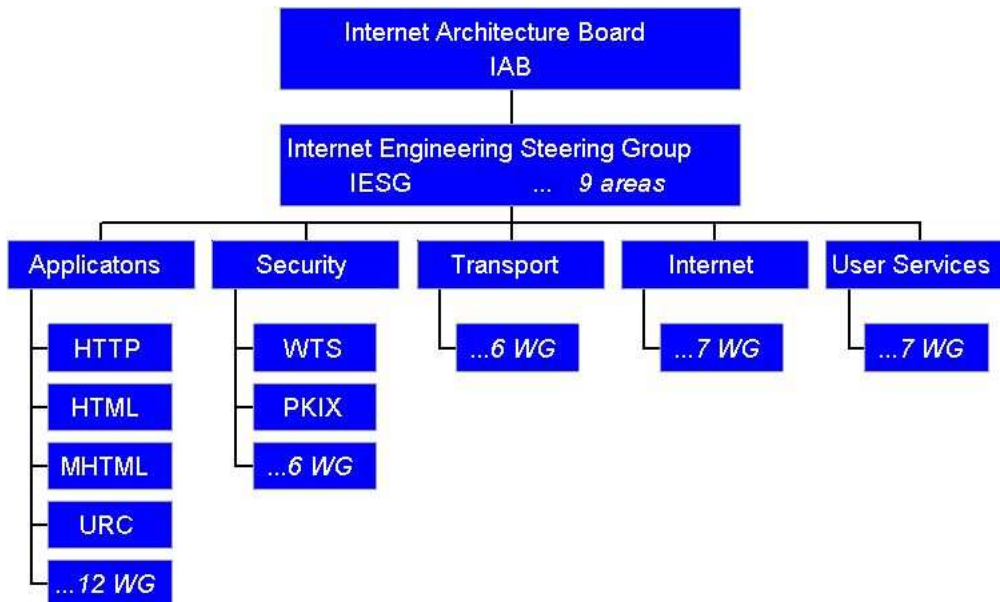


Figura 2.4: Exemplo da estrutura organizacional da IETF.

Todas a áreas da organização da IETF são controladas pelo Internet Engineering Steering Group (IESG). Este grupo decide as áreas em que a IETF deve estar subdividida e efectua a revisão de todas as especificações produzidas.

O processo de desenvolvimento de uma normalização para a internet está documentado no RFC 2026 [20]. De uma forma resumida, todo o trabalho técnico é feito nos grupos de trabalho, os membros de cada grupo escolhem um número de voluntários que trabalha de forma individual, comunicando entre os membros do grupo via e-mail e cara a cara três vezes por ano. Os documentos técnicos utilizados dentro do grupo são chamados Internet Drafts e podem ser de dois tipos, submissões individuais e itens de grupo de trabalho. As submissões individuais passam a itens de grupo se os membros do grupo acharem a contribuição importante.

O trabalho é feito nos itens de grupo que puderam ser submetidos ao IESG quando o grupo achar que o trabalho está pronto a ser publicado. O IESG efectua a revisão e aprova a pu-

blicação de um novo Request for Comment (RFC), passando a considerar as especificações estáveis.

Existem três tipos de RFCs, Standards-Track, Non-Standards-Track e Best Current Practice RFCs. A figura 2.5 mostra a relação entre os diferentes tipos de RFC. Uma lista completa dos RFCs publicados [88] pode ser encontrada na página oficial da IETF na internet assim como a disponibilidade para download desses mesmos RFCs [87].

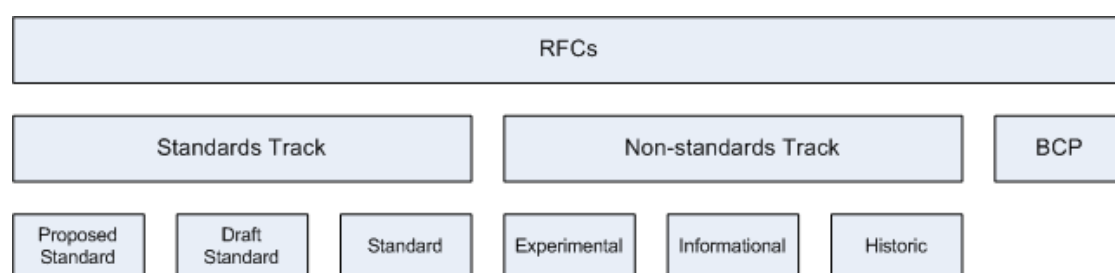


Figura 2.5: Tipos de RFCs.

2.2.4 International Telecommunication Union

O ITU [101] foi fundado em 1865 com o objectivo de resolver os problemas existentes no tráfego internacional de telégrafos. Nos dias de hoje, após o desenvolvimento que ocorreu nas telecomunicações desde então, a missão do ITU é manter e expandir a cooperação internacional entre todos os seus estados membros para o desenvolvimento e uso racional de todo o tipo de telecomunicações [102].

Dentro da organização interna do ITU o sector responsável pelas normalizações relacionadas com telecomunicações é o ITU-T, este grupo em particular deu por várias vezes o seu contributo ao trabalho realizado para as NGN, criando por exemplo um grupo de trabalho, denominado Study Group 13, que é dedicado à normalização das NGN. Adicionalmente, foi criado em Maio de 2004 o grupo Focus Group on Next Generation Networks (FGNGN) para ir de encontro à forte necessidade por parte da indústria de normalizações relacionadas com as NGN. Os grupos Focus são uma forma mais rápida, temporária e menos formal em comparação com os Study Groups. O FGNGN acabou em Novembro de 2005, mas o seu trabalho continua presente no projecto Next Generation Network Global Standards Initiative (NGN-

GSI) [103].

2.3 IP Multimedia Subsystem

O IMS foi concebido pela 3GPP como uma arquitectura independente do tipo da rede de acesso, capaz de interagir com as redes existentes de dados e voz, tanto de acesso fixo como de acesso móvel, baseada no protocolo IP, com o objectivo de estabelecer comunicações ponto-a-ponto, entre todos os tipos de clientes e com garantias de qualidade de serviço e sistemas de roaming [2].

Em Dezembro de 1998 o 3GPP foi criado com o objectivo de especificar um sistema móvel de terceira geração capaz de assegurar a evolução da rede core GSM. O trabalho realizado na evolução das especificações do GSM originou, no ano seguinte, a primeira Release contendo sistema actualmente conhecido como UMTS 3th Generation (3G).

Nos anos seguintes foram produzidas mais especificações, entre as quais a Release 5 que, em 2002, apresentou pela primeira vez o IMS como um standard da 3GPP dando origem assim ao início da produção de soluções comerciais IMS. No entanto o conceito já tinha começado a ser trabalhado na Release 4 com a introdução de uma arquitectura core de rede all-IP no ano de 2000.

Posteriormente foi produzida a Release 6, concluída em 2005, que introduz a integração da rede com redes locais Wireless e introduz também alguns melhoramentos no IMS.

Recentemente foi lançada a Release 7, cuja última Stage foi concluída em Dezembro de 2007, considerada o último passo na evolução all-IP e na convergência fixo-móvel (englobando já o trabalho do TISPAN). A figura 2.6 apresenta a cronologia referente à evolução do 3GPP com especial referência ao IMS.

Neste subcapítulo é apresentado um pequeno enquadramento do IMS, os seus requisitos como arquitectura para o core das redes NGN, os seus elementos fundamentais e as funcionalidades de cada um, os protocolos utilizados e alguns exemplos de funcionalidades de sessão.

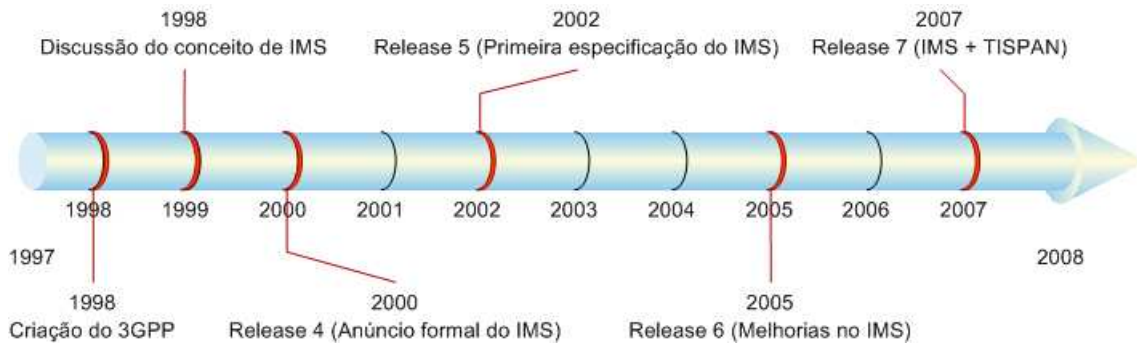


Figura 2.6: Cronologia.

2.3.1 Requisitos

O suporte de sessões multimédia IP deve ser fornecido de uma forma flexível de forma a permitir aos operadores diferenciarem os seus serviços e construí-los de forma a abranger as necessidades específicas dos utilizadores. Esses serviços devem englobar tanto os serviços simples de voz fornecidos pelas antigas redes de comutação de circuitos, com os quais os clientes estão bastante familiarizados, como introduzir novos serviços baseados nas capacidades de uma rede de comutação de pacotes.

Olhando para os requisitos iniciais apresentados pela 3GPP para o IMS na 3GPP TS 22.228 [8] Release 5 é possível verificar que nestes requisitos o IMS é definido como uma arquitectura criada com o propósito de fornecer serviços baseados em IP aos utilizadores. Esta arquitectura necessita de englobar os seguintes requisitos:

- Suporte para o estabelecimento de sessões multimédia baseadas em IP;
- Suporte de mecanismos capazes de negociar e assegurar Quality of Service (QoS);
- Suporte de interoperabilidade com a Internet e redes de comutação de circuitos;
- Suporte de roaming;
- Suporte de forte controlo por parte do operador dos serviços fornecidos aos utilizadores;
- Suporte para a rápida criação de serviços sem a necessidade de normalização destes.

Posteriormente a Release 6 do 3GPP TS 22.228 [8] acrescentou um novo requisito relacionado com o suporte de acesso por partes de outras redes que não apenas o General Packet Radio Service (GPRS). Este novo factor veio reforçar a ideia de acesso independente que está actualmente bastante ligada ao conceito de IMS.

De seguida são apresentados os requisitos fundamentais que devem ser suportados por forma a ser possível o estabelecimento das sessões multimédia que estão na base do IMS.

2.3.1.1 QoS

Este é um requisito chave para o IMS. Deve existir a capacidade de negociação de QoS entre cliente e operador tanto no estabelecimento da sessão como durante essa mesma sessão multimédia. O mesmo deve acontecer no caso de componentes multimédia individuais, tanto no momento de estabelecimento do componente como durante o tempo em que este está activo pelo operador ou utilizador.

O QoS para uma determinada sessão é determinado por diversos factores, como o valor máximo de largura de banda que é possível reservar ou o estado corrente da rede. O IMS permite aos operadores o controlo do QoS de forma a que estes possam diferenciar a qualidade de serviço oferecida aos clientes baseando-se na sua subscrição dos serviços.

No caso específico de serviços telefónicos de voz o QoS entre extremos deve ser pelo menos tão bom quanto o fornecido pelas redes de comutação de circuitos.

2.3.1.2 Interoperabilidade

O suporte de interoperabilidade com a Internet é um requisito óbvio, uma vez que a Internet oferece um vasto número de potenciais destinos/origens para sessões multimédia com o IMS no mundo comutado por pacotes.

O IMS também deve suportar a interoperabilidade com as redes de comutação de circuitos, como é o caso da rede PSTN e das redes móveis.

2.3.1.3 Roaming

O suporte de Roaming está previsto desde a segunda geração das redes móveis e está naturalmente incluído no IMS devendo incluir a capacidade de negociação, entre os operadores, de QoS e compatibilidade de serviços, esta negociação deve ser realizada de preferência de uma forma automática.

2.3.1.4 Controlo de Serviço

O operador de rede deve ter a capacidade de implementar políticas de controlo IP (IP Policy Control) sobre as sessões multimédia, de forma a possibilitar o fornecimento das sessões sem redução na privacidade, segurança ou autenticação comparativamente, por exemplo, aos correspondentes serviços GPRS ou PSTN. Estas políticas de controlo podem ser tipicamente divididas em duas categorias:

- Políticas Gerais - aplicadas a todos os utilizadores;
- Políticas Particulares - aplicadas apenas a determinados utilizadores.

O primeiro tipo de políticas é aplicado a todos os utilizadores da rede. Como exemplo, um operador pode querer restringir o uso de codecs de áudio de elevada largura de banda como o G.711 (ITU-T Recommendation G.711 [49]) e utilizar codecs que necessitem de menor largura de banda como é o caso do AMR (3GPP TS 26.071 [6]).

O segundo tipo são políticas específicas para cada tipo de utilizador. Como exemplo, um subscritor pode ter uma subscrição para os serviços IMS que não inclua o uso de vídeo.

2.3.1.5 Rápida Criação de Serviços

Os requisitos relacionados com os serviços têm um forte impacto no projecto da arquitectura da rede IMS. Estes requisitos estabelecem que os serviços do IMS não necessitam de ser normalizados.

O IMS procura reduzir o tempo necessário à criação de um novo serviço, normalizando as potencialidades dos serviços em vez dos próprios serviços. Esta medida foi tomada com base em experiências passadas em que se atrasou significativamente a evolução dos serviços tentando normalizar todos os serviços sem se conseguir, mesmo assim, garantias de funcionamento em casos, por exemplo, de roaming.

2.3.1.6 Múltiplo Acesso

Sendo uma rede baseada em IP o IMS é independente dos níveis que se encontram abaixo do nível do próprio protocolo IP e, desta forma, pode-se dizer que é independente relativamente à forma como o acesso IP é conseguido.

Embora sendo possível o acesso através de diferentes formas de acesso, como são exemplos o Wireless Local Area Network (WLAN), Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) ou Hybrid Fiber Coax (HFC), a 3GPP, como projecto de evolução de soluções GSM, focalizou-se inicialmente apenas no GPRS para a primeira versão do IMS (Release 5 da 3GPP). O suporte para os outros tipos de acesso foram apenas pensados posteriormente.

2.3.2 Arquitectura

A Arquitectura IMS encontra-se representada na figura 2.7 e é constituída fundamentalmente por três níveis distintos tendo em conta a sua funcionalidade: o Nível de Serviço, Nível de Controlo e Nível de Conectividade.

2.3.2.1 Nível de Serviço

O Nível de Serviço é responsável pelo alojamento e execução de todos os serviços e aplicações disponíveis na rede IMS. Este nível é composto por diferentes Application Servers (AS) que podem apresentar diferentes modos de funcionamento de acordo com o serviço pretendido, são exemplos o modo SIP proxy, SIP User Agent (UA) ou SIP Back-to-Back User

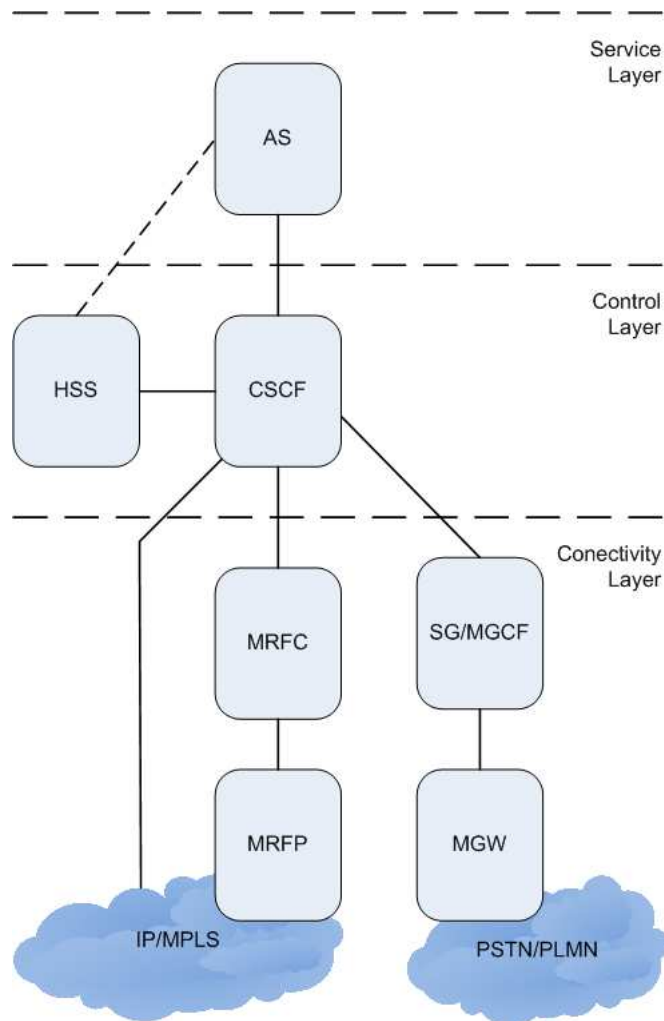


Figura 2.7: Arquitectura IMS.

Agent (B2BUA).

Segue-se uma breve descrição dos elementos funcionais que integram este nível e respectivas funcionalidades:

- **Application Servers (AS):** Entidade AS nativa que alberga e executa os serviços IMS baseados em SIP. Os novos serviços IMS deverão ser implementados com vista a correrem nesta entidade.
- **OSA - Service Capability Server (OSA-SCS):** Este AS fornece um interface com o OSA framework AS herdando todas as capacidades OSA, em especial a capacidade de aceder ao IMS de forma segura partindo de redes exteriores. Este elemento

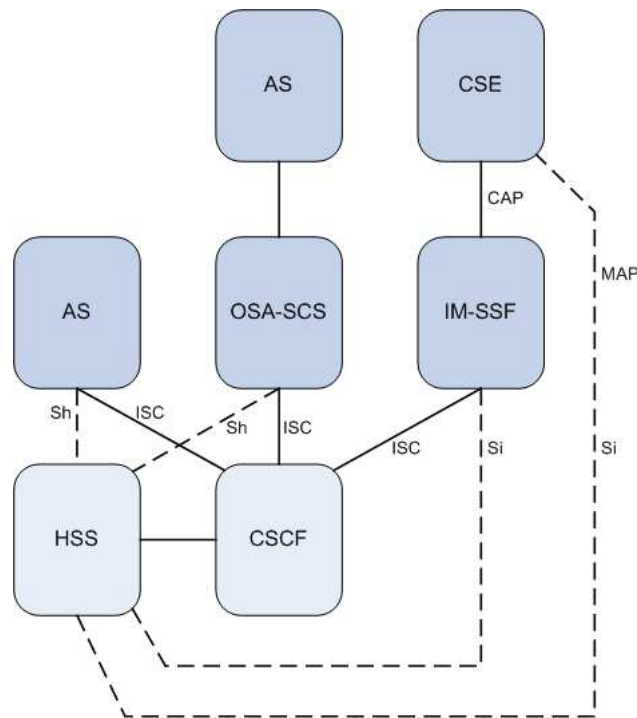


Figura 2.8: Camada de Serviço.

actua como AS interagindo com o Serving-CSCF (S-CSCF) com SIP e como um interface entre o Open Service Access (OSA) AS e o OSA Application Programming Interface (API) [10].

- **CAMEL Service Environment (CSE) sobre IMS Service Switching Function (IM-SSF):** Esta AS especializada permite a reutilização dos serviços Customized Applications for Mobile networks Enhanced Logic (CAMEL) que foram desenvolvidos para o GSM no IMS. Este elemento permite a um Service Control Function GSM (gsmSCF) controlar uma sessão IMS. O IM-SSF age como um AS interagindo com o S-CSCF com SIP e actua como Service Switching Function (SCF) no interface do gsmSCF com um protocolo baseado em CAMEL Application Part (CAP) [9].

2.3.2.2 Nível de Controlo

O Nível de Controlo efectua o controlo e sinalização das sessões, é responsável pelo início e fim das sessões. É também neste nível que residem os dados de autenticação, informação

Tabela 2.1: Interfaces do Nível de Serviço

Interfaces	Protocolo
ISC	SIP
Sh	Diameter
CSE - IM SSF	CAP
CSE - HSS	MAP

relativa à subscrição de serviços, localização, entre outros dados relativos aos subscritores. A figura 2.9 apresenta os blocos funcionais deste nível assim como a sua interação com os níveis de Serviço e Conectividade.

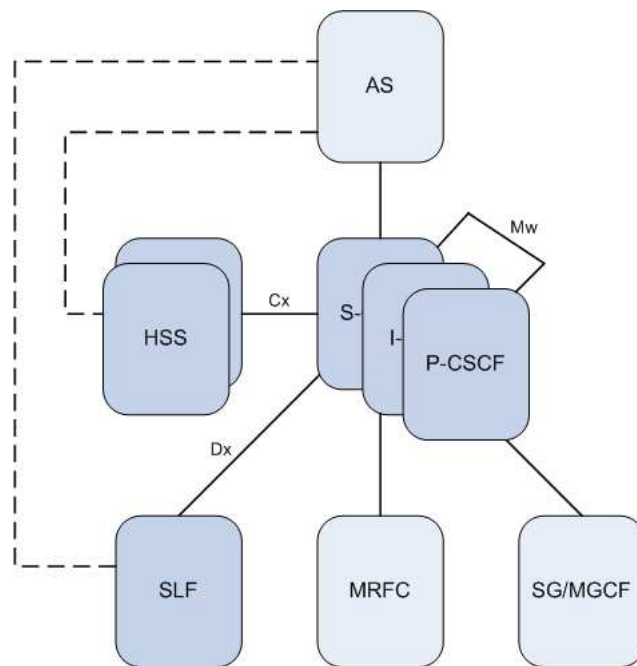


Figura 2.9: Camada de Controlo.

Segue-se uma breve descrição dos elementos funcionais que integram este nível e respectivas funcionalidades:

- **Home Subscriber Service (HSS):** Este bloco funcional é a base de dados principal para os dados relacionados com os subscritores e, desta forma, contém todos os

dados necessários ao suporte de sessões multimédia de cada utilizador. Entre estes dados pode-se encontrar a informação relativa à localização, segurança (incluindo autenticação e autorizações), descrição dos serviços subscritos e o S-CSCF reservado a esse utilizador. Em caso de uma rede conter muitos subscritores podem existir vários HSS.

- **Subscriber Location Function (SLF):** Este elemento só é necessário no caso da rede conter mais do que um HSS. O SLF é uma única base de dados que faz corresponder a cada subscritor o respectivo HSS.
- **Call Session Control Function (CSCF):** Esta é a principal entidade funcional de controlo de sessões e é, por isso, um elemento fundamental na rede IMS, processando o protocolo SIP que é o protocolo escolhido pelo IMS para a sinalização. Dependendo da tarefa executada, o CSCF pode pertencer a uma das seguintes categorias:
 - **Proxy-CSCF (P-CSCF):** Este é o primeiro ponto de contacto entre o terminal e a rede IMS. O P-CSCF é um proxy SIP que encaminha todas as mensagens SIP e respostas SIP na direcção correcta. Este elemento apresenta também funções relacionadas com segurança e é responsável pela selecção e acesso ao AS;
 - **Interrogating-CSCF (I-CSCF):** O endereço do I-CSCF está incluído nos registos do Domain Name System (DNS) do domínio, sendo utilizado sempre que um servidor externo necessite de encontrar o ponto de encaminhamento de mensagens SIP para aquele domínio. O I-CSCF contém também um interface com o SLF e HSS baseado no protocolo Diameter.
 - **Serving-CSCF (S-CSCF):** Este é o ponto central do plano de sinalização, comportando-se essencialmente como um servidor SIP e controlador de sessões. À semelhança do I-CSCF também implementa um interface Diameter com HSS.

Tabela 2.2: Interfaces do Nível de Controlo

Interfaces	Protocolo
Mw	SIP
Cx e Dx	Diameter

2.3.2.3 Nível de Conectividade

É neste nível que é feita a ligação entre a rede de core IMS e as restantes redes de telecomunicações. Este nível suporta o core da rede GPRS, que consiste no suporte de nós para serviços de dados e é também nestes níveis que se encontram as gateways que efectuem a tradução dos protocolos entre a rede de comutação de pacotes e a rede de comutação baseada em circuitos.

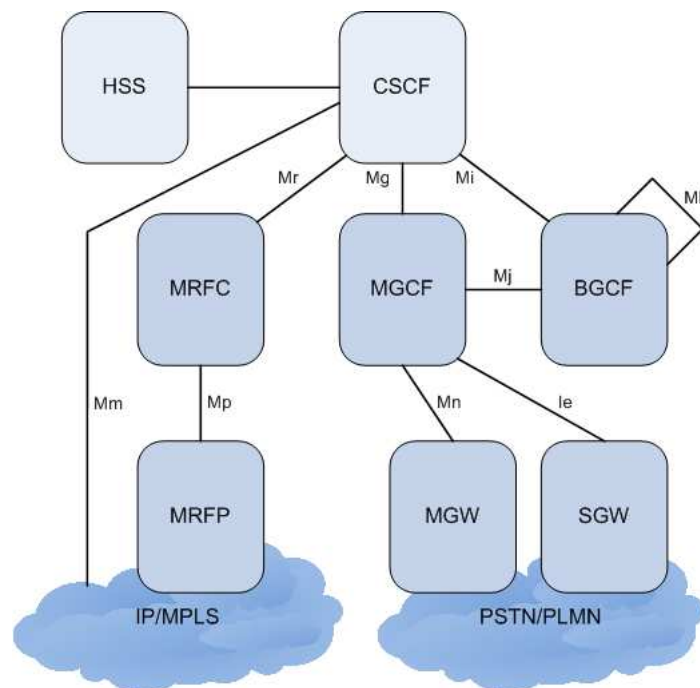


Figura 2.10: Camada de Conectividade.

Segue-se uma breve descrição dos elementos funcionais que integram este nível e respectivas funcionalidades:

- **Media Resource Function (MRF):** Este elemento funcional é uma fonte de conteúdos multimédia, assim como, um elemento capaz de operar algumas operações sobre esta. O MRF é, por exemplo, responsável pela transmissão de anúncios, pela mistura de media streams, pelo transcoding entre diferentes codecs e por recolher estatísticas e analisar o média. Este elemento subdivide-se em dois componentes funcionais:
 - **Media Resource Function Controller (MRFC):** Este componente comporta-

se como um nó de sinalização dos recursos multimédia gerados ou manipulados por este elemento funcional, comunicando com o resto da rede através do S-CSCF;

- **Media Resource Function Processor (MRFP)**: Componente responsável pela implementação de todas as funções multimédia referentes a este elemento funcional.

- **Breakout Gateway Control Function (BGCF)**: É basicamente um SIP Server que inclui funcionalidades de encaminhamento baseadas em números de telefone e que é utilizado apenas em sessões iniciadas pelo IMS com destino à rede de comutação de circuitos. Tem como funcionalidades a selecção da rede onde será efectuada a comunicação com a rede PSTN ou a selecção da gateway apropriada no caso da comunicação ocorrer na mesma rede onde está o BGCF.

- **Media Gateway Function (MGF)**: É responsável pelas funções de Gateway entre o mundo IP e o mundo de comutação de circuitos (PSTN/Public Land Mobile Network (PLMN)). Subdivide-se nos seguintes módulos funcionais:
 - **Signalling Gateway (SGW)**: Este elemento efectua a conversão dos protocolos de baixo nível, convertendo ISDN User Part (ISUP) sobre Message Transfer Part (MTP) em ISUP sobre Stream Control Transmission Protocol (SCTP), esta passagem do ISUP para o mundo IP é o primeiro passo no suporte da interpretação da sinalização PSTN por parte da rede IMS;
 - **Media Gateway Control Function (MGCF)**: Nó central do sistema de Gateway. Implementa a máquina de estados que efectua a conversão dos protocolos, mapeando as mensagens SIP em ISUP sobre IP. Controla os recursos da MGW;
 - **Media Gateway (MGW)**: Este elemento é responsável pela conversão de dados. De um lado recebe/envia voz sobre RTP e do outro PCM para ligar à rede de comutação de circuitos. Também pode fazer transcoding.

Tabela 2.3: Interfaces do Nível de Conectividade

Interfaces	Protocolo
Mm, Mr, Mg, Mi, Mj e Mk	SIP
Mp e Mn	H.248 (MEGACO)

2.3.3 Protocolos utilizados

A escolha dos protocolos no processo de especificação da arquitectura IMS foi efectuada tendo por base a Internet e as redes móveis e consequentemente o trabalho já desenvolvido por outras organizações de normalização como a IETF e a ITU-T. O 3GPP aproveitou desta forma a experiência e a capacidade de desenvolvimento de protocolos destas organizações, reduzindo também tempos e custos de normalização de protocolos que normalmente estão envolvidos. Este facto leva também a que o IMS seja mais um catalisador importante em termos comerciais no desenvolvimento das tecnologias IETF, nomeadamente no que se refere ao Internet Protocol versão 6 (IPv6) e ao SIP.

De seguida são apresentados os protocolos mais influentes nesta arquitectura como os protocolos de controlo de sessão, Authentication, Authorization and Accounting (AAA), entre outros.

2.3.3.1 Session Initiation Protocol

O protocolo SIP [44] foi originalmente desenvolvido pela IETF com propósitos de multicast, no entanto foi também seleccionado pela 3GPP, com o acréscimo de algumas extensões adicionais, para ser o protocolo que efectua o controlo de sessões IMS. Este protocolo é baseado em texto o que corresponde a uma análise e detecção de erros mais fáceis, mas também a um aumento da carga de tráfego de sinalização na rede quando comparado aos protocolos de sinalização que utilizam um formato binário. Tendo em conta que a carga de sinalização na rede deste protocolo pode ser um problema, a IETF especificou a opção de compressão Signalling Compression (SigComp).

Sendo um protocolo de controlo de sessão o SIP pode ser utilizado para estabelecer, modificar e terminar sessões multimédia. Como exemplo, este protocolo permite convidar novos participantes para uma sessão já inicializada ou modificar os parâmetros de multimédia a meio de uma sessão já existente.

SIP URIs Os utilizadores de serviços baseados em SIP são identificados individualmente por um SIP Uniform Resource Identifier (URI) [22], que são idênticos aos endereços de e-mail. Basicamente um SIP URI é constituído por um nome de utilizador e por um nome de domínio. Adicionalmente estes identificadores podem conter um determinado número de parâmetros que são acrescentados utilizando um ponto e vírgula. De seguida são apresentados alguns exemplos de SIP URIs:

sip:alice@domain.com

sip:bob@domainname.net;transport=tcp

Adicionalmente os utilizadores podem ser identificados utilizando SIP URIs, estas entidades usam Transport Layer Security (TLS) [23] para comunicarem de forma segura. Os seguintes identificadores são exemplos válidos de SIPS URIs:

sips:alice@example.com

sips:bob@domain.net

Formato das mensagens O SIP é baseado em Hypertext Transfer Protocol (HTTP) [17] e, dessa forma, é um protocolo textual de pedido-resposta, os clientes enviam pedidos ao servidor e este responde-lhes. As mensagens SIP consistem numa linha inicial, cabeçalhos e o corpo da mensagem. A linha inicial da mensagem SIP contém o nome do método, o SIP URI do destinatário e a versão do protocolo utilizado. Uma vez que o protocolo SIP foi pensado para ser expansível, novos métodos podem ser adicionados ao protocolo sem que isso afecte o normal funcionamento de implementações anteriores. Os seis métodos SIP incluídos no protocolo original estão apresentados na tabela 2.4.

Tabela 2.4: Métodos do protocolo SIP base

Método	Funcionalidade
ACK	Confirmar estabelecimento de sessão
BYE	Terminar uma sessão
CANCEL	Cancelar pedido ainda pendente
INVITE	Estabelecer uma sessão
OPTIONS	Questionar as capacidades do servidor
REGISTER	Registrar um SIP URI no IMS

Os métodos SIP especificados nas extensões ao protocolo base e que são utilizadas no IMS apresentam-se na tabela 2.5.

Tabela 2.5: Métodos adicionais do protocolo SIP usados em IMS

Método	Funcionalidade
NOTIFY	Notificar sobre um determinado evento
PRACK	Confirmar a recepção de uma resposta provisória
PUBLISH	Atualizar a informação no servidor
SUBSCRIBE	Pedir notificação para a ocorrência de determinado evento
UPDATE	Modificar a corrente sessão
MESSAGE	Transportar uma mensagem de texto
REFER	Pedir ao servidor que envie um pedido
INFO	Transportar sinalização PSTN

Nas respostas a linha inicial contém a versão do protocolo e o estado do pedido. O estado do pedido SIP é apresentado num formato numérico e num formato textual. Esta informação está dividida em classes baseadas nos seus códigos numéricos. A tabela 2.6 apresenta os códigos das classes existentes e o seu significado.

Os cabeçalhos SIP são constituídos pelo nome do cabeçalho e por um campo com o valor

Tabela 2.6: Códigos das classes das respostas SIP

Código	Significado
100-199	Informativo
200-299	Sucesso
300-399	Redirecionamento
400-499	Erro no Cliente
500-599	Erro no Servidor
600-699	Falha Global

desse mesmo cabeçalho. Existem alguns campos obrigatórios que são por isso incluídos em todas as mensagens, também é possível que alguns cabeçalhos tenham múltiplas entradas na mesma mensagem SIP. Na tabela 2.7 são apresentados alguns cabeçalhos SIP importantes.

O corpo da mensagem é opcional e vem a seguir ao grupo de cabeçalhos, existindo uma linha em branco a separá-los. A identificação do conteúdo e tamanho do corpo da mensagem encontram-se descritos nos cabeçalhos. É frequente o corpo da mensagem SIP ser uma descrição de sessão multimédia de acordo com o protocolo SDP [27], no entanto o corpo da mensagem SIP pode conter qualquer tipo de informação textual.

Extensões SIP Para as funcionalidades básicas do SIP, como o estabelecimento de uma sessão entre dois UAs, os métodos originais são suficientes. No entanto, à medida que novos campos de aplicações foram sendo descobertos onde o protocolo SIP era apropriado, surgiu a necessidade de expandir a versão original do protocolo de forma conveniente.

O formato e sintaxe do protocolo SIP fazem deste processo de expansão uma tarefa bastante fácil, desde que o formato seja seguido correctamente. Desta forma podem ser acrescentados novos métodos e cabeçalhos. Até ao momento têm sido criadas novas extensões de forma a possibilitar novas capacidades ao protocolo SIP para que este consiga suportar novos tipos de serviços.

Na tabela 2.8 estão listados alguns dos novos métodos existentes nas extensões SIP, assim

Tabela 2.7: Alguns cabeçalhos SIP importantes

Campo do cabeçalho	Conteúdo
To	SIP URI do destinatário da mensagem
From	SIP URI do emissor da mensagem
Cseq:	Número de sequência e nome do método SIP
Call-ID	Identificador único para a sessão SIP
Max-Forwards	Número máximo de envios da mesma mensagem SIP
Via	Identificação de todas as vias pelas quais passou a mensagem
Contact (opcional)	SIP URI do emissor
Record-Route (opcional)	Identificação de todas as vias SIP pelas quais a mensagem passou e que devem ser incluídas em mensagens futuras
Route (opcional)	Identificação de todas as proxies do campo Record-Route
Supported (opcional)	Extensões suportadas pela origem que não estão no cabeçalho Require
Require (opcional)	Extensões SIP que a origem pretende utilizar na sessão
Unsupported (opcional)	Extensões não suportadas pelas origem e requeridas pelo destinatário
Allow (opcional)	Nome dos métodos SIP suportados pela origem
Content-Type	Identificação do conteúdo do corpo da mensagem
Content-Length	Tamanho do corpo da mensagem

como o seu propósito.

Tabela 2.8: Métodos de extensões SIP

Método	Propósito
NOTIFY	Permitir a um servidor enviar notificações sobre um determinado evento que um UA subscreveu.
SUBSCRIBE	Permitir que um UA subscreva a recepção de notificações de um serviço do servidor.
PRACK	Confirmar a recepção de uma mensagem.
MESSAGE	Permitir a troca de mensagens entre os UAs.
INFO	Permitir aos UAs a troca de informação sobre a sessão corrente.
UPDATE	Permitir a alterações da sessão corrente por parte de UAs.
REFER	Permitir aos UAs efectuar referências a recursos externos.

2.3.3.2 Session Description Protocol

O SDP [27] é um formato especificado pela IETF de descrição de sessões multimédia. Na figura 2.11 é apresentado um exemplo de uma descrição de sessão multimédia SDP enviada ao Bob pela Alice e onde é possível encontrar a informação necessária à criação da sessão.

```
v=0
o=Alice 5432344962 2345653236 IN IP4 193.136.93.123
s=Talk about IMS
c=IN IP4 192.168.92.89
t=0 0
m=audio 30022 RTP/AVP 0
a=sendrecv
m=video 30003 RTP/AVP 31
a=sendrecv
```

Figura 2.11: Exemplo de uma descrição de sessão SDP.

Estas descrições podem ser divididas em duas partes: informação de nível de sessão e informação de nível de media. A informação de nível de sessão é aplicada a toda a sessão

e aparece na descrição antes das linhas "m=". A informação relativa ao nível de media representa as configurações de troca de dados de media que consistem numa linha "m="e um número opcional de linhas "a="que fornece mais informação sobre cada stream de media. No exemplo da figura 2.11 é possível verificar o formato das linhas SDP que consistem em "parâmetro=valor", onde cada parâmetro da descrição é representada apenas por uma letra. A tabela 2.9 apresenta todos os parâmetros definidos pelo SDP.

Tabela 2.9: Parâmetros SDP

Parâmetro	Significado
v	Versão do protocolo
b	Informação de largura de banda
o	Dono da sessão e a identificação da sessão
z	Ajustes de horário
s	Nome da sessão
k	Chave de cifra
i	Informação sobre a sessão
a	Linhas de atributos
u	URL que contem a descrição da sessão
t	Hora de inicio da sessão
e	Endereço de e-mail para obter informação sobre a sessão
t	Hora a que a sessão será repetida
p	Número de telefone para obter informação sobre a sessão
m	Linha de media
c	Informação de conectividade
i	Informação sobre a linha de media

2.3.3.3 Diameter

O Diameter [21] é um protocolo da IETF especificado para AAA. O Diameter foi desenvolvido para ser o sucessor do protocolo Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)

uma vez que este não apresentava o desempenho desejado em ambientes de larga escala.

Este protocolo foi projectado com o objectivo de ser extensível. O protocolo base consiste nas funcionalidades básicas que qualquer elemento Diameter deve ser capaz de executar e sendo portanto o ponto de partida para todas as outras funcionalidades que são consideradas extensões a estas e que são específicas de acordo com a aplicação desejada.

Para o nível de transporte o Diameter espera um protocolo que seja fiável e que efectue controlo de fluxo de dados. O Transmission Control Protocol (TCP) ou o SCTP são exemplos válidos de protocolos para o nível de transporte que se adaptam ao Diameter.

O Diameter monitoriza o estado da ligação, enviando mensagens periodicamente, e permite efectuar a recuperação do sistema em situações de falha. Sendo um protocolo ponto-a-ponto, qualquer entidade Diameter consegue comunicar com qualquer uma das restantes. A sinalização Diameter consiste em sessões que podem conter vários pedidos ou respostas individuais. Uma mensagem Diameter contém um cabeçalho e um ou mais Attribute Value Pairs (AVP). O cabeçalho contém informação relativa à versão do protocolo, indicação do pedido ou resposta e o código do comando, que identifica o significado da mensagem.

Para obter as funcionalidades desejadas para o IMS a 3GPP normalizou extensões necessárias ao protocolo base Diameter. A actual informação da mensagem é codificada em AVP. Uma única mensagem pode conter várias AVP. A AVP pode ser obrigatória ou opcional para um determinado código de comando. Uma AVP contém um código AVP, a identificação do vendedor, o tamanho do AVP e a informação desejada. Os códigos do vendedor e os AVP juntos identificam o significado do AVP.

2.3.3.4 Real Time Transport Protocol

O Real Time Transport Protocol (RTP) [46] permite o transporte de multimédia, como áudio e vídeo, em tempo real sobre protocolos não fiáveis, como User Datagram Protocol (UDP) ou Datagram Congestion Control Protocol (DCCP). Este protocolo está sempre associado ao Real Time Control Protocol (RTCP), que fornece estatísticas de QoS e informação para efectuar sincronismo multimédia.

O principal propósito do RTP é permitir aos receptores correrem aplicações multimédia a um ritmo adequado, uma vez que as redes IP não garantem uma relação temporal de transporte constante, existindo sempre jitter.

Adicionalmente ao transporte de informação, o RTP fornece informação sobre o tipo de payload, numeração de sequência, timestamps e a identificação da origem. A extensibilidade a todos os tipos de aplicações multimédia é conseguida definindo profiles e formatos para cada aplicação específica. O profile define a sintaxe e a semântica da extensão do cabeçalho, o formato define a forma como a informação deve ser interpretada. A existência destas extensões ao protocolo são indicadas no cabeçalho X.

2.3.3.5 E.164

E.164 [59] é o nome do plano de mapeamento telefónico internacional administrado pelo ITU, o qual especifica o formato, estrutura e a hierarquia administrativa dos números de telefone.

Um número E.164 é constituído por três partes: código do país, código da área ou cidade, e número do subscritor. Uma vez que são identificadores numéricos podem ser utilizados por qualquer tipo de terminal, incluindo nas chamadas efectuadas de terminais PSTN para um terminal SIP.

Nas tabelas 2.10, 2.11, 2.12 e 2.13 são apresentadas as diferentes categorias dos números E.164 e a sua estrutura.

Tabela 2.10: Estrutura de números para áreas geográficas

Código do país	Código Nacional de destino (opcional)	Número do subscritor
	Número nacional (significante)	
cc=1-3 dígitos	Máximo de 15-cc dígito	
Número público internacional para áreas geográficas (máximo de 15 dígitos)		

Tabela 2.11: Estrutura de números para serviços globais

Código do país	Número global do subscritor
cc=3 dígitos	Máximo 12 dígitos
Número público internacional para serviços globais (máximo de 15 dígitos)	

Tabela 2.12: Estruturas de números para redes

Código do país	Código de Identificação	Número do subscritor
cc=3 dígitos	x=1-4 dígitos	Máximo de 12-x dígitos
Número público internacional para redes (máximo de 15 dígitos)		

2.3.3.6 Outros protocolos

Adicionalmente aos protocolos SIP, SDP, Diameter e RTP apresentados anteriormente existem outros protocolos utilizados em situações mais específicas no sistema IMS. São exemplos os protocolos Common Open Policy Service (COPS) [24], CAP [9], Mobile Application Part (MAP) [7], Resource Reservation Protocol (RSVP) [19], Differentiated Service (DiffServ) [18], Gateway Control Protocol (MEGACO) [26], entre outros.

2.3.4 Funcionalidades

De seguida são apresentados exemplo de funcionalidades IMS, com o objectivo de ilustrar a forma como os processos se desenrolam tanto a nível protocolar, dando exemplos da importância dos diferentes protocolos, como a nível de organização e interacção entre os diferentes elementos da rede de core IMS.

2.3.4.1 Registo

O registo IMS é o evento em que o utilizador pede autenticação e respectiva autorização à rede IMS para poder aceder aos respectivos serviços. Deste processo resulta a associação do

Tabela 2.13: Estrutura de números para grupos de países

Código do país	Código de Identificação do Grupo	Número do subscritor
cc=3 dígitos	1 dígito	Máximo de 11 dígitos
Número público internacional para grupos de países (máximo de 15 dígitos)		

URI do utilizador ao endereço IP da máquina onde este pode ser encontrado e efectuou o seu registo.

O processo começa com o envio, por parte do utilizador, de um pedido de SIP REGISTER para o P-CSCF, o endereço deste é, de uma forma geral, previamente conhecido pelo utilizador. Por sua vez, o P-CSCF localiza o I-CSCF, utilizando o DNS e o domínio utilizado no URI do utilizador. Após a resolução do endereço do I-CSCF o P-CSCF envia o pedido de SIP REGISTER através deste. O I-CSCF localiza o S-CSCF reservado ao utilizador, caso ainda não exista nenhum o I-CSCF selecciona um S-CSCF apropriado ao subscritor. Para o conseguir o I-CSCF necessita do apoio do HSS. Caso a rede contenha mais que um HSS, o I-CSCF deve primeiramente descobrir qual dos HSS contém a informação do utilizador. Para isso, o I-CSCF envia alguns pedidos Diameter User-Authorization-Request (UAR) que serão respondidos pelo SLF com mensagens Diameter User-Authorization-Answer (UAA) contendo o endereço do HSS desejado. Após este processo o I-CSCF já tem em sua posse o endereço do HSS para o qual deve enviar as mensagens Diameter UAR, após esse envio recebe da parte do HSS, através de mensagens Diameter UAA, o endereço do S-CSCF reservado ou os parâmetros que o I-CSCF deve utilizar como base para a selecção do S-CSCF. Após esta troca de mensagens, o SIP REGISTER é finalmente enviado para o S-CSCF, que deve autenticar o subscritor e para isso envia um pedido Diameter Multimedia-Auth-Request (MAR) e recebe por parte do HSS uma resposta Diameter Multimedia-Auth-Answer (MAA) com a informação de autenticação e nega o pedido de autenticação enviando a mensagem SIP 401 unauthorized replay para o subscritor. O subscritor irá enviar uma nova mensagem SIP REGISTER contendo uma resposta ao desafio apresentado. Quando a nova mensagem SIP REGISTER chega ao S-CSCF, este vai verificar a resposta ao desafio e recupera o profile do subscritor através do HSS, informando-o também que aquele URI está registado através dele. Após este procedimento o S-CSCF envia a mensagem SIP 200 OK ao subscritor, indicando-

Ihe o sucesso do processo de registo. Este processo está ilustrado, sem o pedido de DNS, na figura 2.12 [1].

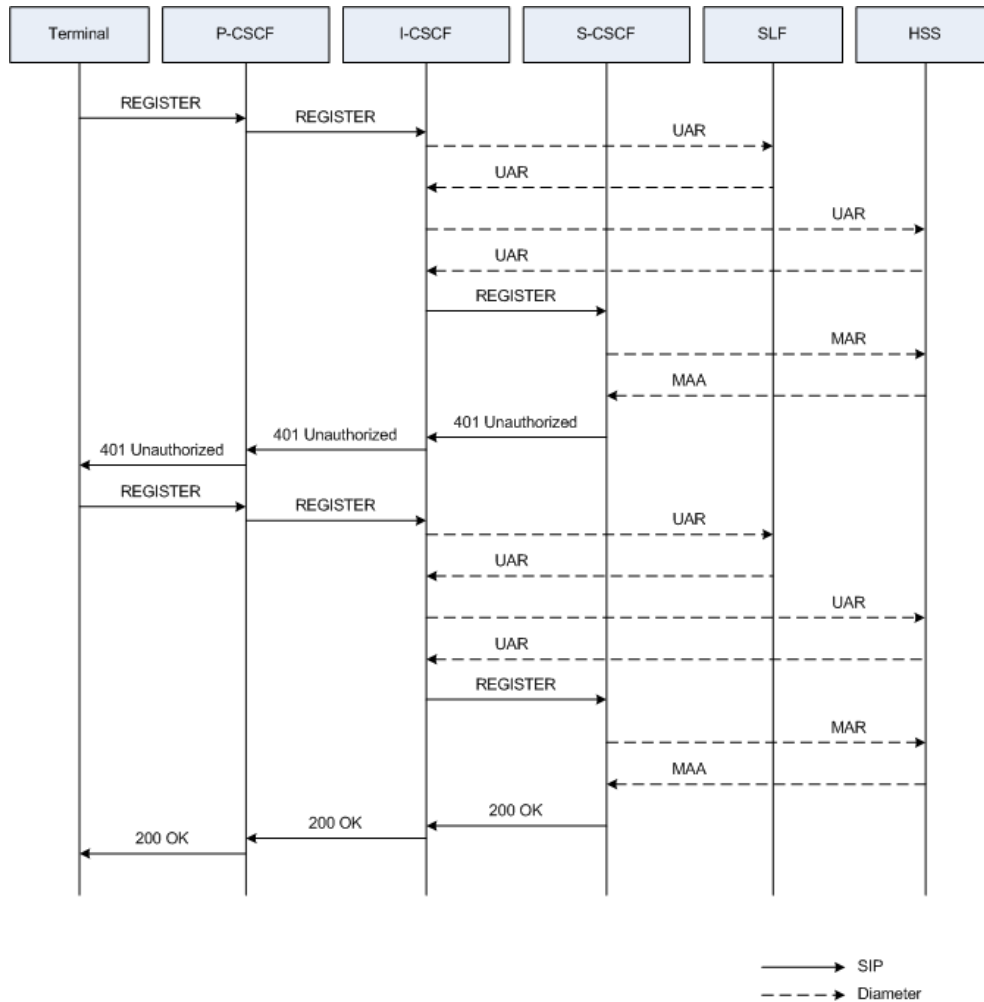


Figura 2.12: Processo de registo no IMS.

2.3.4.2 Estabelecimento de sessão

O estabelecimento de uma sessão IMS pode apresentar algumas variantes o que o pode tornar um processo mais ou menos simples, desde o caso em que os terminais são ambos IMS e se encontram no mesmo S-CSCF até ao caso de um dos terminais não pertencer à rede IMS.

No exemplo apresentado na figura 2.13 será assumido, para tornar o processo mais claro e compreensível, que ambos os terminais são IMS, encontram-se sobre o mesmo S-CSCF e

apresentam as mesmas capacidades. Pelo mesmo motivo a reserva de recursos também será excluída [1].

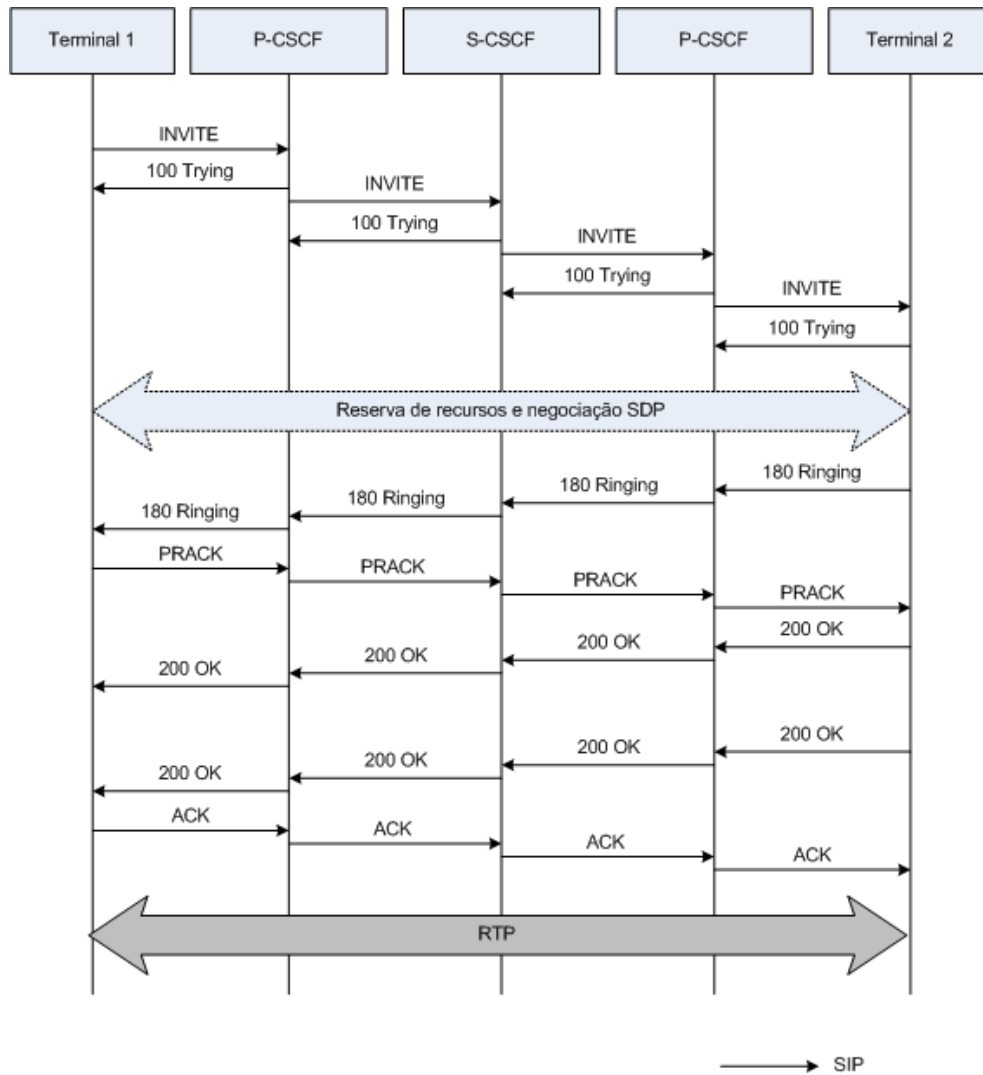


Figura 2.13: Processo de estabelecimento de sessão IMS.

É visível na figura 2.13 a completa separação do plano de sinalização do plano de multimédia. As mensagens correspondentes ao protocolo de sinalização SIP atravessam vários elementos do núcleo da rede (principalmente vários elementos CSCFs), enquanto que a informação multimédia é enviada ponto a ponto de um cliente IMS para o outro.

O requisito para o estabelecimento de sessão é que ambos os terminais estejam registados no IMS, a sessão inicia quando o terminal 1 envia a mensagem SIP INVITE para o terminal 2. A

mensagem SIP INVITE contém os nós alocados durante o processo de registo no cabeçalho de encaminhamento e contém também a descrição da sessão desejada. O P-CSCF responde ao terminal 1 com uma mensagem SIP 100 Trying, indicando que recebeu a mensagem SIP INVITE, de seguida o P-CSCF envia o SIP INVITE para o S-CSCF que responde ao P-CSCF com a mensagem SIP 100 Trying. Neste ponto o S-CSCF analisa o SIP INVITE comparando-o com os critérios do subscritor. Por outras palavras o S-CSCF determina se a mensagem SIP INVITE deve ser encaminhada para as AS ou enviada para o terminal 2. Uma vez que neste exemplo ambos os subscritores estão sobre o mesmo S-CSCF e localizados na rede, o S-CSCF envia a mensagem SIP para o P-CSCF no qual se encontra o terminal 2. Após a recepção da mensagem SIP INVITE o P-CSCF no qual se situa o subscritor 2 vai responder ao A-SCSF com o SIP 100 Trying e envia, por sua vez, a mensagem SIP INVITE para o subscritor 2. O terminal 2 notifica o seu P-CSCF da recepção da mensagem enviando um SIP 100 Trying.

Este é o ponto do processo onde vai ocorrer a negociação SDP e a reserva de recursos, no entanto este processo vai ser omitido neste exemplo. Após a reserva dos processos o terminal 2 vai alertar o subscritor 2 e envia para o terminal 1 a mensagem SIP 180 Ringing. O terminal 1 responde com a mensagem SIP PRACK para informar o terminal 2 que recebeu a mensagem SIP 180 Ringing. Após a recepção da mensagem SIP PRACK o terminal 2 responde ao terminal 1 com uma mensagem SIP 200 OK, para indicar que a mensagem PRACK foi recebida.

Neste ponto do processo as características da sessão já foram negociadas, o terminal 2 está a chamar e ambos os terminais estão a par da situação em que o processo se encontra.

De seguida o subscritor 2 aceita a sessão, que resulta no envio de uma mensagem SIP 200 OK para o terminal 1. Por sua vez o terminal 1 responde a esta mensagem com outra de ACK. Neste momento a transmissão directa da informação entre os terminais 1 e 2 está pronta para começar.

2.3.4.3 Outras operações

Para além das funcionalidades de registo e estabelecimento de sessão, existem várias funcionalidades que ficaram por ilustrar, como são exemplos a modificação de sessão, terminação de sessão, funcionalidades a nível de AS, funcionalidades MRF, funcionalidades de interacção entre a rede IMS e a rede de comutação de circuitos, entre outras. De entre todas das funcionalidades existentes as mais importantes para esta dissertação serão abordadas com maior pormenor posteriormente.

2.4 TISPAN NGN

O TISPAN NGN é uma arquitectura criada pelo organismo ETSI baseada na Release 6 das normas da 3GPP IMS. Contudo existem algumas extensões a estas mesmas normas na Release 1 da TISPAN, de Dezembro de 2005, com o objectivo de fornecer o suporte para tipos de redes de acesso adicionais. A independência de acesso ao IMS será uma chave na convergência entre as redes móveis e fixas, reduzindo os custos de instalação e manutenção das redes e permitindo o aparecimento de novos serviços.

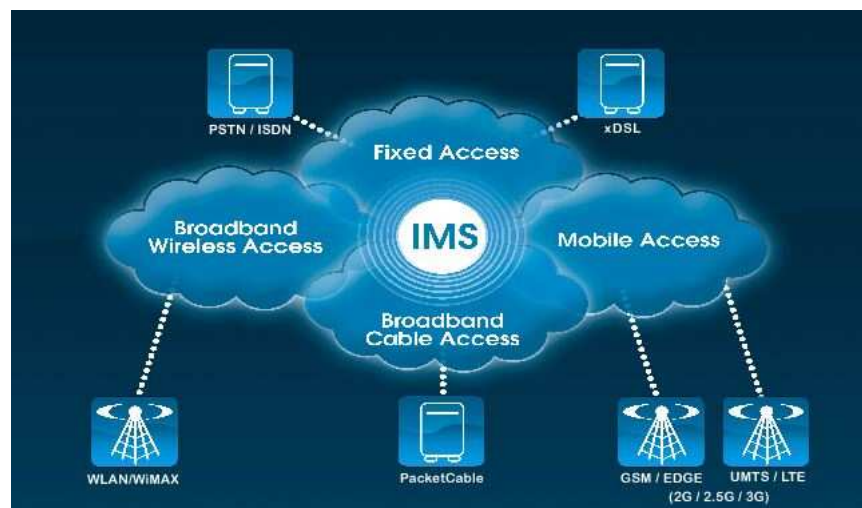


Figura 2.14: NGN IMS TISPAN.

O objectivo da TISPAN é criar uma arquitectura de integração e partilha de serviços entre

várias redes com características distintas. A partilha de serviços por diferentes utilizadores é modelada através de um subsistema de integração na arquitectura TISPAN. Este subsistema possui todos os mecanismos de forma a tornar possível a utilização de serviços por diferentes utilizadores independentemente da rede onde se encontram.

Será dada maior relevância ao subsistema PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES) baseado em IMS da rede TISPAN NGN, uma vez que corresponde ao subsistema no qual se baseia o cenário deste trabalho. Este subsistema é responsável pela convergência entre a rede PSTN e as restantes e pela compatibilidade dos serviços para os terminais telefónicos analógicos ligados ao TISPAN NGN.

2.4.1 Introdução à arquitectura

De acordo com as normas da TISPAN esta arquitectura, que está de acordo com o modelo de referências apontado pela ITU-T para as NGN [58], está separada em duas camadas: Camada de Transporte e Camada de Serviço. Esta arquitectura, com as suas camadas estruturais e elementos, está ilustrada nas figuras 2.15 e 2.18 [66].

A conectividade IP é assegurada na NGN pela Camada de Transporte, controlada pelo Network Attachment Subsystem (NASS) e pelo Resource and Admission Control Subsystem (RACS). Estes subsistemas escondem a tecnologia de transporte utilizada nas redes de acesso e na rede de core sobre o nível IP.

A Camada de Serviço abrange os seguintes componentes:

- O "Core"IP Multimedia Subsystem (IMS);
- O PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES);
- Subsistema de Streaming;
- Subsistema de Broadcasting;
- Componentes comuns às redes.

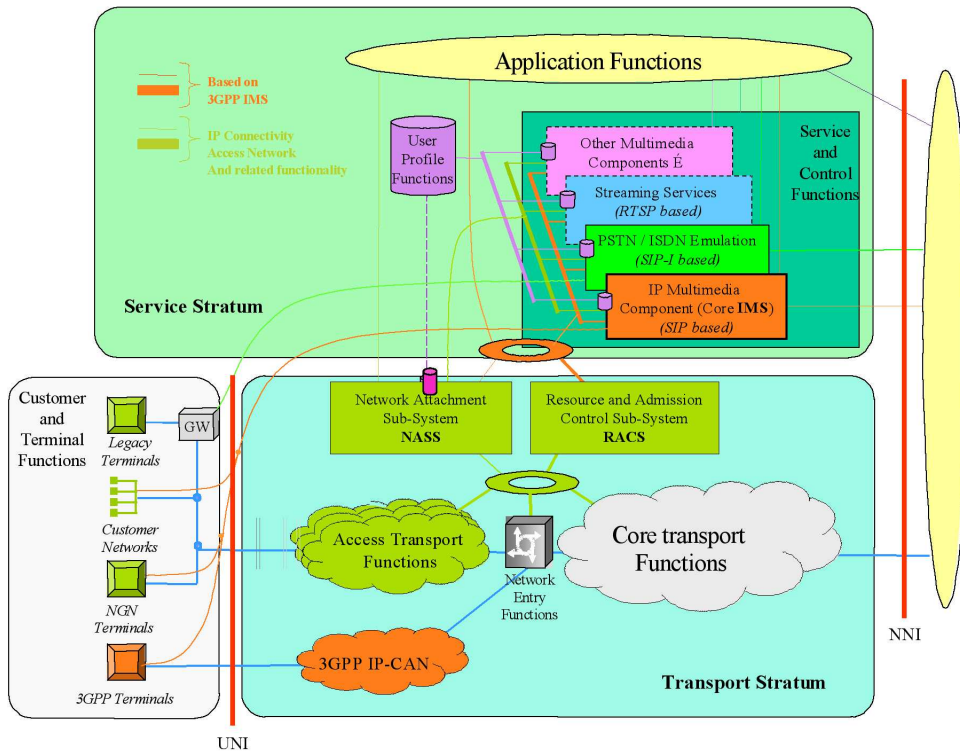


Figura 2.15: Arquitetura NGN TISPAN (ES 282 001 [29]).

Esta arquitetura orientada aos subsistemas permite adicionar novos subsistemas ao longo do tempo, de forma a que a rede possa abranger novas classes de serviços. Esta filosofia permite também a importação ou adaptação de subsistemas definidos por outras organizações.

Cada subsistema é especificado como um conjunto de funcionalidades e interfaces a elas relacionados. Desta forma a implementação de produtos comerciais pode fazer combinar mais que uma funcionalidade num mesmo dispositivo físico, de acordo com os contextos dos modelos de negócio, dos serviços e das capacidades a serem suportadas [29].

2.4.2 Camada de Transporte

As especificações da conectividade IP entre os equipamentos TISPAN NGN são descritas na camada de transporte (figura 2.18). Esta camada está dividida em duas subcamadas:

- Subcamada de Controlo;

- Subcamada Transfer Functions.

2.4.2.1 Subcamada de Controlo

A conectividade é controlada na Subcamada de Controlo através de dois subsistemas de nome NASS e RACS.

Network Attachment Subsystem (NASS) O subsistema NASS fornece mecanismos de registo e potencialmente de inicialização dos User Equipment (UE) para que desta forma o subscritor possa ter acesso aos serviços fornecidos pela Camada de Serviço. De um ponto de vista de rede o subsistema NASS fornece identificação e autenticação. Este módulo é também responsável pela gestão do espaço de endereços IP existente para as redes de acesso e fornecer autenticação nas sessões dos diferentes serviços.

Podem ser encontrados mais detalhes sobre este subsistema em ETSI ES 282 004 [34].

Resource and Admission Control Subsystem (RACS) O subsistema RACS fornece mecanismos de QoS através da possibilidade de reserva de recursos e da implementação de políticas de controlo no acesso a redes e serviços. O controlo envolve a verificação de autorização baseada nos perfis dos subscritores localizados no NASS, nas políticas do próprio operador e nos recursos disponíveis.

A verificação da disponibilidade dos recursos implica que as funções de controlo de acesso à rede sejam capazes de verificar se a largura de banda pedida é compatível tanto com a largura de banda subscrita como com a largura de banda já em uso pelo mesmo utilizador no mesmo acesso, e possivelmente com a utilizada por outros utilizadores que utilizem os mesmos recursos.

A arquitectura do módulo RACS, apresentado na figura 2.16, suporta mecanismos de QoS garantido e relativo.

Neste subsistema podem ser encontrados os seguintes módulos funcionais:

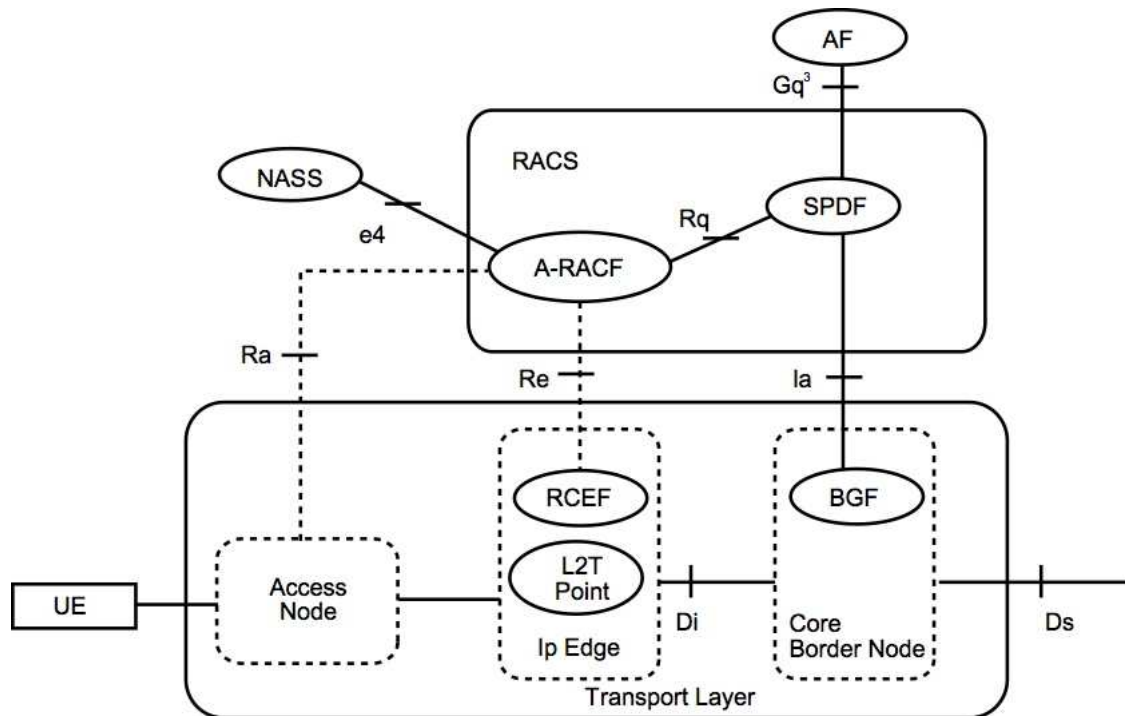


Figura 2.16: Arquitetura interna da subcamada RACS (ES 282 003 [33]).

- **Access-Resource and Admission and Control Function (A-RACF):** controla as reservas de acesso aos recursos. Este elemento processa ou rejeita os pedidos recebidos pelo bloco funcional SPDF de acordo com a disponibilidade de recursos que tem sob o seu controlo;
- **Service-based Policy Decision Function (SPDF):** é um elemento de decisões lógicas baseadas em políticas de rede definidas pelo operador.

Podem ser encontrados mais detalhes sobre este subsistema em ETSI ES 282 003 [33].

2.4.2.2 Subcamada Transfer Function

A subcamada Transfer Function possui um conjunto de blocos funcionais que fornecem várias funcionalidades de interligação entre a rede NGN e outras redes de acesso. A figura 2.17 ilustra a constituição desta subcamada.

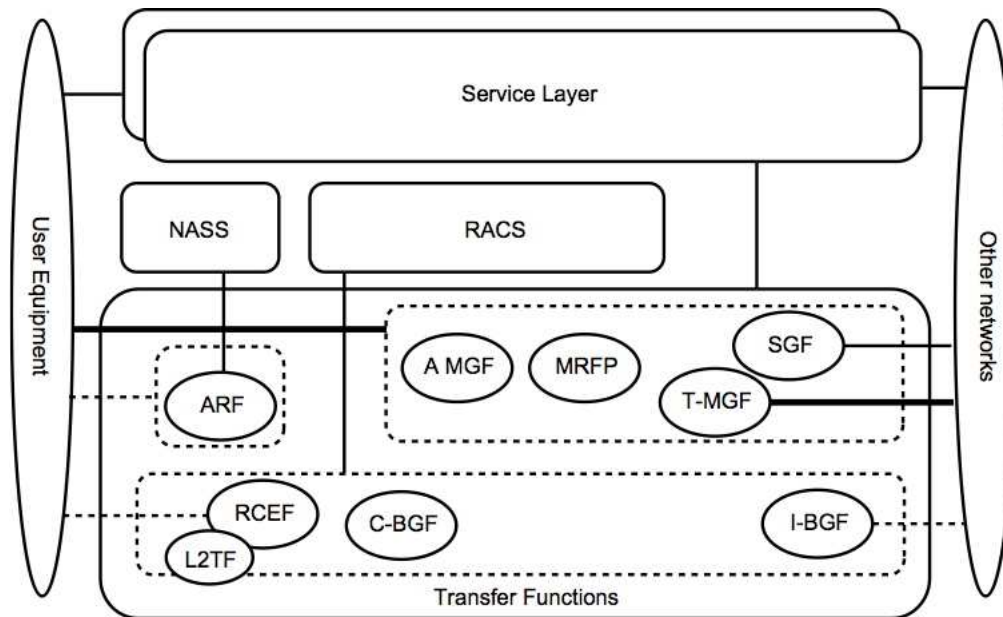


Figura 2.17: Sub-camada Transfer Functions (ES 282 001 [29]).

Nesta subcamada podem ser encontrados os seguintes módulos funcionais:

- **Resource Control Enforcement Functions (RCEF):** responsável pelas políticas de controlo baseadas nos perfis dos subscritores;
- **Border Gateway Function (BGF):** actua como uma gateway entre dois domínios de transporte IP;
- **Layer 2 Termination Function (L2TF):** termina os procedimentos de "Layer 2" das redes de acesso;
- **Access Relay Functions (ARF):** actua como um comutador entre o equipamento do subscritor e o NASS, recebendo pedidos de acesso à rede por parte do equipamento do utilizador e encaminhando esses pedidos para o NASS;
- **Media Gateway Function (MGF):** estes módulos efectuam operações de conversão de multimédia ou funções de mapeamento entre a redes IP e as redes de comutação de circuitos.
- **Media Resource Function Processor (MRFP):** fornece recursos especializados como anúncios, conferência ou funcionalidades Interactive Voice Response (IVR);

- **Signaling Gateway Function (SGF):** fornece funcionalidades de conversão entre a sinalização Signalling System #7 (SS7) usada na rede PSTN e a sinalização da rede IP usada na NGN.

2.4.3 Camada de Serviço

A Camada de Serviço consiste num conjunto de subsistemas, como é visível na figura 2.18.

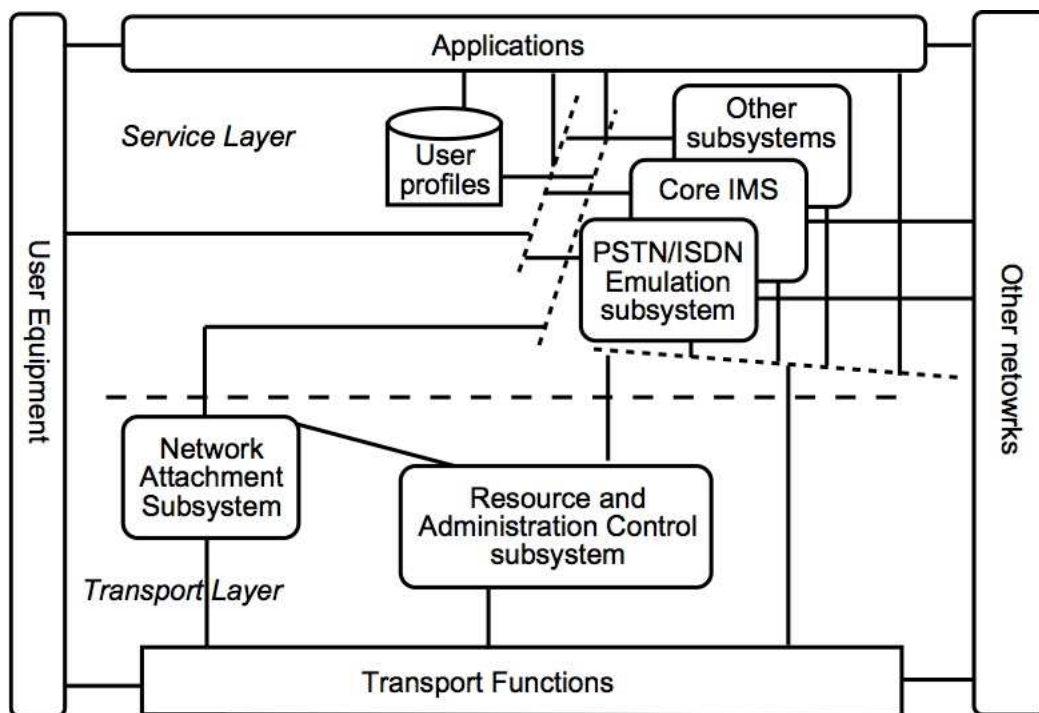


Figura 2.18: Arquitetura NGN TISpan (ES 282 001 [29]).

2.4.3.1 O "Core" IP Multimedia Subsystem (IMS)

O componente core IP Multimedia Subsystem da arquitetura NGN (Core IMS) suporta o fornecimento de serviços multimedia baseados em SIP para os terminais da rede NGN. Este componente também suporta a simulação de serviços PSTN/Integrated Services Digital Network (ISDN).

O "Core IMS" é um subconjunto do 3GPP IMS, definido no TS 123 002 [28], uma vez que

é restrito às funcionalidades de controlo de sessão, como é visível na figura 2.19. Os blocos funcionais AS e blocos relacionados com transporte e media, como é o caso do MRFP e da IMS-MGW, são considerados como estado fora do "Core IMS".

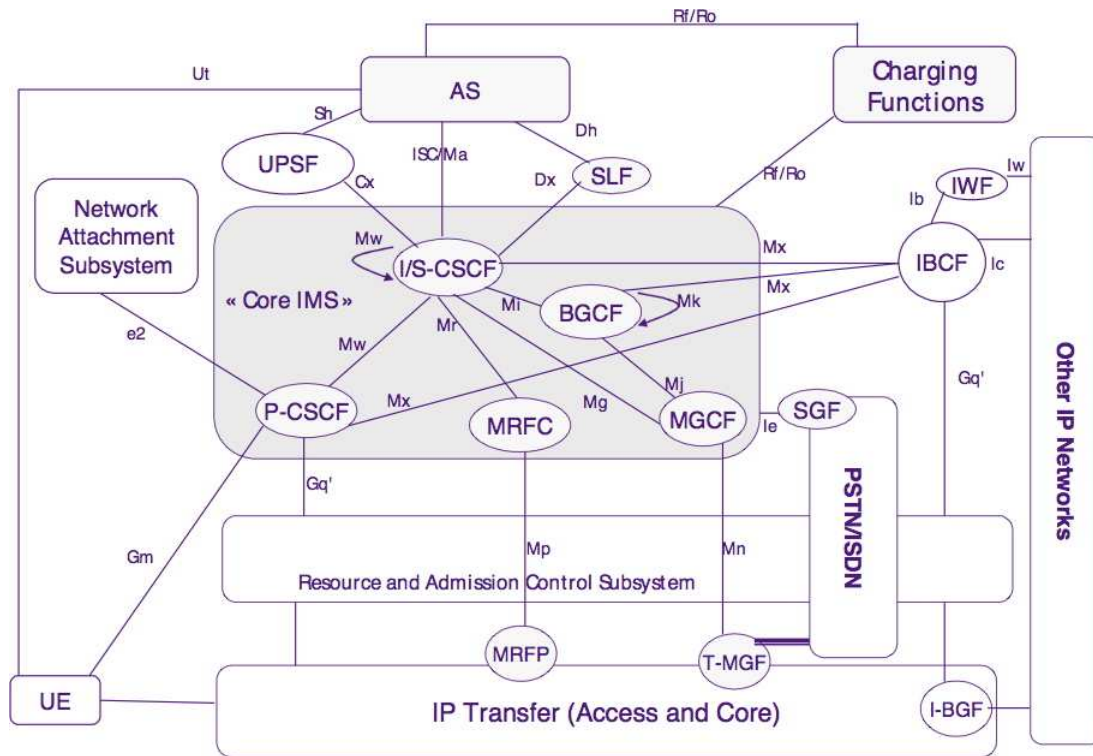


Figura 2.19: Arquitetura do Core IMS (ES 282 007 [35]).

Podem ser encontrados mais detalhes sobre a arquitetura deste subsistema em ETSI ES 282 007 [35].

2.4.3.2 O PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES)

Este subsistema é bastante importante para este trabalho uma vez que é nele que se encontra a emulação dos serviços das redes PSTN e ISDN para os terminais telefónicos analógicos ligados à NGN, através de gateways residenciais ou de acesso.

O principal objectivo do subsistema PES é, desta forma, fornecer aos utilizadores da NGN, de uma forma transparente para estes, os mesmo serviços que eles obtinham anteriormente nas implementações PSTN ou ISDN que utilizavam a tecnologia Time-Division Multiplexing

(TDM).

A arquitectura e os elementos deste sistema serão apresentados em detalhe posteriormente no Capítulo 3 dedicado aos sistemas de Media Gateway. Podem, também, ser encontrados mais detalhes sobre este subsistema em ETSI ES 282 002 [32].

2.4.3.3 Subsistema de Streaming

O Subsistema de Streaming suporta o fornecimento de serviços de streaming baseados no protocolo Real Time Streaming Protocol (RTSP) [48] para os terminais NGN.

2.4.3.4 Subsistema de Broadcasting

O Subsistema de Broadcasting suporta o broadcasting de conteúdos multimédia para grupos de terminais NGN.

2.4.3.5 Componentes Comuns

A arquitectura NGN inclui um número de funcionalidades comuns e que podem ser acedidas por mais que um subsistema integrados na arquitectura. Eles são:

- User Profile Server Function (UPSF);
- Subscriber Location Function (SLF);
- Application Server Function (ASF);
- Interworking Function (IWF);
- Interconnection Border Control Function (IBCF);
- Funções de envio e recolha de informação.

2.4.4 Protocolos

Uma vez já apresentados os protocolos mais importantes para o subsistema de sinalização core IMS da rede NGN e continuando a apresentar, de forma mais aprofundada, apenas os protocolos mais relevantes para esta dissertação, será apenas feita referência neste subcapítulo aos protocolos utilizados nos subsistema PES, referentes aos sistemas de Media Gateway.

2.4.4.1 Megaco/H.248

O protocolo Megaco/H.248, foi criado para o controlo de elementos de media gateway, o que permite efectuar uma separação entre a sinalização de controlo e a conversão de multimédia. O Megaco/H.248 é o resultado do trabalho de uma parceria entre o IETF e o ITU-T Study Group 16. Desta forma, a definição IETF de Megado [26] é a mesma que da do ITU-T Recommendation H.248 [57].

Este protocolo foca a relação entre uma Media Gateway (MG), que converte a informação de voz das redes de comutação de circuitos em tráfego baseado em pacotes, e a Media Gateway Controller (MGC), que controla e assegura as transacções lógicas de fluxos de voz das sessões. O Megaco/H.248 instrui a MG para efectuar a transformação de um stream de voz vindo de uma rede de comutação de circuitos num stream de voz para uma rede de pacotes ou células como é o caso de um stream baseado no protocolo RTP. O Megaco/H.248 é bastante similar ao protocolo Media Gateway Control Protocol (MGCP) de um ponto de vista de arquitectura e relativamente à relação MG e MGC, no entanto o Megaco/H.248 foi criado de forma a suportar um maior número de redes, como é o caso do Asynchronous Transfer Mode (ATM).

Existem dois componentes básicos no Megaco/H.248: terminações e contextos. As terminações representam os streams que entram e saem da MG, como por exemplo voz sobre linhas analógicas ou streams RTP. As terminações têm características, como é o caso do tamanho máximo do buffer de jitter, que podem ser consultados e modificados pela MGC.

As terminações podem ser integradas em contextos, que são definidos quando duas ou mais

terminações são associadas. Os contextos são criados e libertados pela MG sob os comandos enviados pela MGC, um contexto é criado quando é adicionada a primeira terminação e é libertado quando a última terminação é subtraída.

Uma terminação pode ter mais que um stream, e assim um contexto pode ser um contexto associado a um multistream. Streams de Áudio, vídeo ou data podem coexistir num contexto entre várias terminações.

Todas as mensagens Megaco/H.248 estão no formato de mensagens de texto ASN.1. O Megaco/H.248 usa um conjunto de comandos para manipular terminações, contextos, eventos e sinais. De seguida é apresentada uma lista destes mesmos comandos:

1. **Add.** - Este comando adiciona uma terminação a um contexto. Este comando também é utilizado para criar um contexto quando adiciona a primeira terminação a esse mesmo contexto.
2. **Modify** - O comando Modify é utilizado para alterar as propriedades, eventos e sinais de uma terminação.
3. **Subtract** - Este comando desliga uma terminação do seu contexto e retorna as estatísticas de participação dessa terminação no contexto associado. Este comando termina também um contexto ao remover a sua última terminação.
4. **Move** - Este comando permite mover uma terminação para outro contexto.
5. **AuditValue** - O comando AuditValue permite conhecer o estado corrente de propriedades, eventos, sinais e estatísticas das terminações.
6. **AuditCapabilities** - Este comando permite conhecer os valores possíveis para as propriedades, eventos e sinais da MG.
7. **Notify** - Este comando permite à MG informar a MGC da ocorrência de eventos.
8. **ServiceChange** - O comando ServiceChange permite à MG notificar a MGC que uma terminação ou grupo de terminações está prestes a ser removido de serviço ou que acabou de retornar ao serviço. Este comando é também utilizado pela MG para anunciar a sua disponibilidade à MGC, e para notificar esta de impedimentos ou conclusões

de reiniciação da MG. A MGC por seu lado pode anunciar um handhover à MG enviando este comando, e pode também utilizá-lo para que a MG active ou desactive uma terminação ou grupo de terminações.

Quase todos os comandos são enviados da MGC para a MG, contudo o comando Service-Change também pode ser enviado pela MG à MGC e o comando Notify é enviado da MG para a MGC para a informar de eventos ocorridos.

2.4.4.2 SS7

A recomendação ITU-T Q.700 [50] define o SS7 como um sistema de sinalização de canal comum com capacidade de transferir qualquer tipo de informação, no formato de mensagens, de forma fiável e na ordem correcta, sem perda ou duplicação, otimizado para operar em redes de telecomunicações com transmissão e comutação digitais [52].

No canal comum fluirão mensagens para controlo das chamadas, mensagens relacionadas com a gestão de rede, de necessidades específicas dos serviços móveis, de serviços de rede inteligente e outras que no futuro venham a ser necessárias para novos serviços.

Este sistema de sinalização engloba uma arquitectura de rede específica e um conjunto de protocolos associados a essa mesma arquitectura, um estudo aprofundado sobre esta sinalização pode ser encontrado em [5]. Em termos de normalizações, o SS7 encontra-se especificado nas seguintes recomendações:

- Q.700: General;
- Q.710: Simplified message transfer part;
- Q.711 - Q.719: Signalling connection control part;
- Q.720 - Q.729: Telephone user part;
- Q.730 - Q.739: ISDN supplementary services;
- Q.740 - Q.749: Data user part;

- Q.750 - Q.759: Signalling System No 7 management;
- Q.760 - Q.769: ISDN user part;
- Q.770 - Q.779: Transactions capabilities application part;
- Q.780 - Q.799: Test specification
- Q.800 - Q.849: Q3 interface

De seguida será apresentado um breve resumo dos vários componentes deste sistema, tanto a nível de arquitectura de rede como a nível protolocar.

Rede SS7 Uma rede baseada na utilização de um canal comum é na verdade constituída por duas redes numa:

1. Uma rede baseada em comutação de circuitos dedicada à voz e tráfego de informação. Esta ligação fornece um caminho físico entre a origem e o destino;
2. Uma segunda rede dedicada à sinalização que transmite o tráfego de controlo de chamadas. Esta ligação por sua vez é baseada na comutação de pacotes.

Relativamente à organização e constituição física de uma rede SS7, esta é constituída basicamente por três componentes principais:

- **Signaling Switching Points (SSP)**: estes elementos são comutadores telefónicos com software SS7 e com ligações para os terminais analógicos da rede;
- **Signaling Transfer Points (STP)**: estes elementos são comutadores de pacotes da rede SS7, recebem e reencaminham as mensagens de sinalização para o destino apropriado;
- **Signaling Control Points (SCP)**: estes elementos são bases de dados que fornecem a informação necessária para o processamento de serviços avançados de chamadas como é o caso dos números gratuitos.

Na figura 2.20 é apresentada uma representação simples de uma rede SS7 constituída pelos elementos apresentados acima.

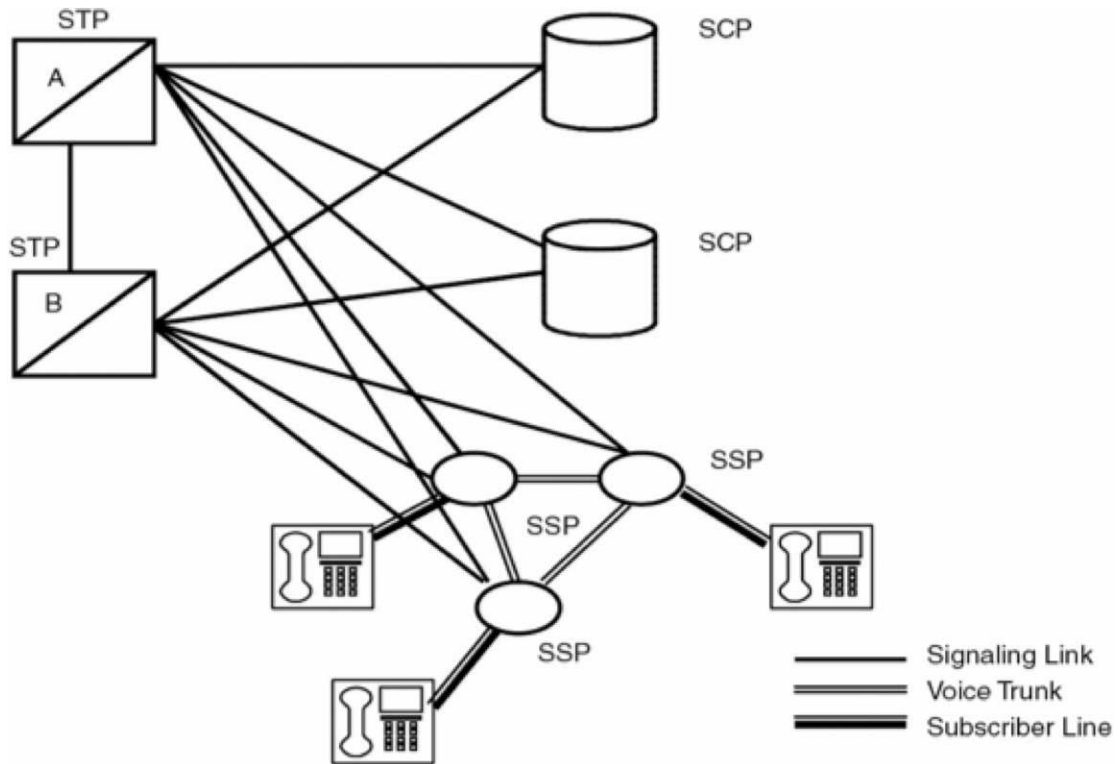


Figura 2.20: Exemplo de uma rede SS7 simples [4].

Módulos SS7 Os módulos que formam o SS7 estão representados na figura 2.21. Nesta figura estão separadas as funções de rede transportadora das mensagens de sinalização, representadas pelo grupo funcional MTP, e os grupos funcionais que representam os utilizadores da rede.

A função global do MTP é fazer a transferência fiável das mensagens de sinalização entre utilizadores de rede de sinalização que comunicam entre si.

A estrutura do SS7 pode ser vista globalmente como uma rede de sinalização controlada pelo MTP, através da qual trocam mensagens vários pares de funções utilizadores da rede.

Os grupos de funções utilizadoras da rede SS7, ou simplesmente utilizadores, são:

- **ISDN User Part (ISUP)**: os pares de módulos ISUP situados em estações telefónicas digitais diferentes trocam mensagens para o estabelecimento, monitorização e terminação de chamadas telefónicas. O ISUP além de implementar o serviço básico telefónico, permite também a utilização dos chamados serviços suplementares associados a uma chamada em estabelecimento ou já estabelecida.
- **Telephone User Part (TUP)**: procedimento para o estabelecimento de chamadas telefónicas na rede telefónica não Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS) implementando funcionalidades semelhantes às sinalizações telefónicas anteriores à SS7. O TUP é actualmente pouco usado sendo substituído por uma versão simplificada do ISUP.
- **Data User Part (DUP)**: sinalização para o controlo de chamadas relacionadas com os serviços de transmissão de dados através de circuitos comutados. Tal como o TUP foi pouco implementado.
- **Signaling Connection and Control Part (SCCP)**: o SCCP acrescenta facilidades importantes de endereçamento ao MTP indispensáveis ao funcionamento das redes móveis. Inclui funções de gestão de bases de dados situadas na rede de sinalização e do acesso a estas bases de dados de forma transparente às aplicações que as usam. Controla também a disponibilidade dos seus utilizadores, os chamados subsistemas, e difunde o estado de disponibilidade dos subsistemas aos outros subsistemas interlocutores. Através do SCCP são acrescentadas ao MTP funções adicionais que permitem disponibilizar aos utilizadores do SCCP serviços de rede connectionless e connection oriented via rede de sinalização para transferência de informação.
- **Transaction Capabilities Application Part (TCAP)**: comparativamente aos módulos descritos anteriormente verifica-se que este não se trata dum utilizador directo da rede SS7, é antes uma "Application part" que utiliza os serviços do SCCP. As TCAP estão relacionadas com a formatação dos dados e a sua apresentação em formatos normalizados através dos quais são invocadas remotamente operações via SCCP e rede de sinalização. Os serviços das TCAP são utilizados por outras "Application part" como são exemplos as seguintes:
 - **Mobile Application Part (MAP)**: usada no ambiente GSM para consultar bases tendo em vista a localização de um telefone móvel na rede GSM e o

encaminhamento das chamadas de e para um telefone móvel.

- **Intelligent Network Application Part (INAP):** é o protocolo [51] usado, por exemplo, entre uma estação telefónica, capaz de detectar durante o processamento de uma chamada a presença de um pedido de acesso a um serviço de rede inteligente, e uma aplicação que faz o controlo desse serviço de rede inteligente, o "Service control Point".
- **Operation, Maintenance, and Administration Part (OMAP):** onde são definidas funções, procedimentos e entidades para a gestão da rede de sinalização SS7 é também um utilizador das TCAP.

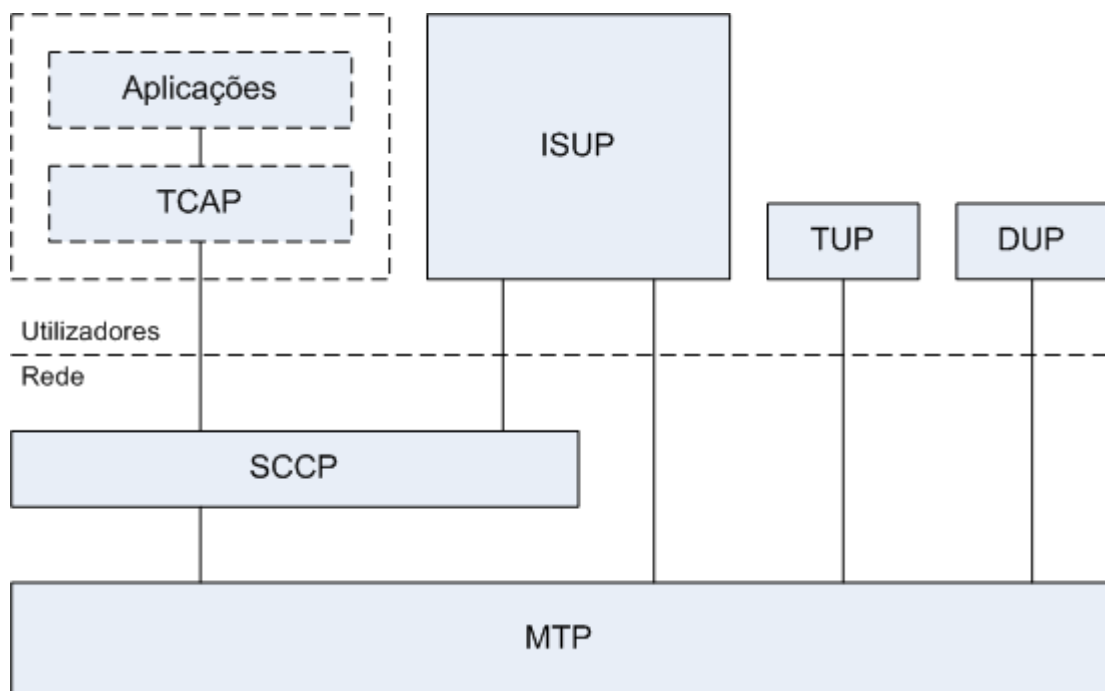


Figura 2.21: Módulos do SS7.

Protocolos SS7 Sendo a rede SS7 uma rede de pacotes que funciona no modo connectionless, não há qualquer reserva de recursos para garantir o transporte das mensagens entre dois pontos de sinalização. Apesar disso, é exigida à rede SS7 grande fiabilidade por transportar a sinalização indispensável ao funcionamento da rede telefónica.

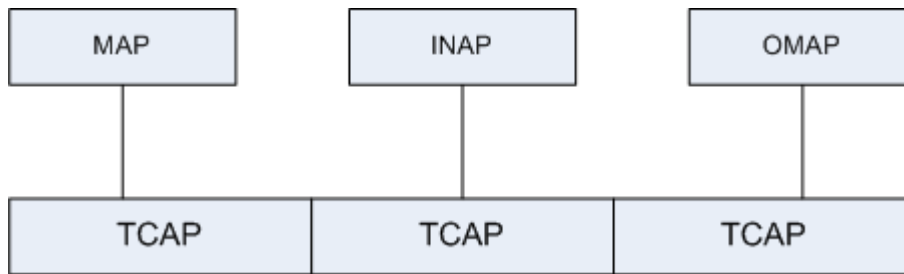


Figura 2.22: Exemplos de utilizadores TCAP.

No transporte de mensagens entre pontos de sinalização podem ser identificados 3 grupos ou níveis de funções. A cada grupo de funções correspondem respectivamente os protocolos MTP Level 1 (MTP1), MTP Level 2 (MTP2) e MTP Level 3 (MTP3). Estes protocolos dão suporte ao diálogo entre utilizadores pares de rede de sinalização situados em pontos de sinalização distintos. Os protocolos MTP1, MTP2 e MTP3 formam conjuntamente a MTP do SS7.

A figura 2.23 mostra os diálogos envolvidos na troca de mensagens de sinalização entre módulos ISUP situados em duas estações telefónicas adjacentes.

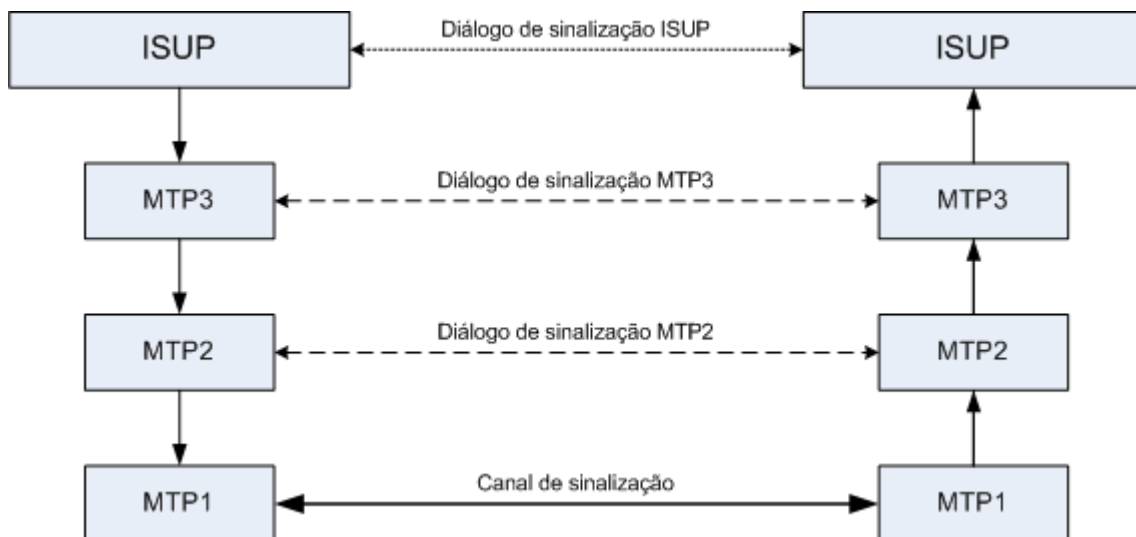


Figura 2.23: Pilha protocolar SS7.

O MTP3 agrupa as funções de encaminhamento das mensagens de sinalização na rede e a sua distribuição para os utilizadores pares situados no ponto de sinalização destino. Na figura 2.23 os utilizadores pares são os módulos ISUP situados em dois pontos de sinalização distin-

tos. As funções MTP3 em cada ponto de sinalização processam a informação das mensagens relacionada com o encaminhamento e distribuição destas.

Depois de as funções de encaminhamento do MTP3 identificarem a ligação de sinalização de saída com acesso ao ponto de sinalização destino transportado na mensagem, esta é passada para as funções de MTP2 que são associadas à ligação de sinalização escolhida.

O MTP2 implementa as funções de nível 2 de uma rede de pacotes. Processos MTP2 em cada extremo de uma ligação de sinalização garantem, em condições normais, a passagem das mensagens de sinalização sem erros aos pontos de sinalização adjacentes interligados por essa ligação de sinalização.

No MTP2, à mensagem de sinalização recebida do MTP3 são acrescentados campos para uso exclusivo dos processos de MTP2 formando aquilo a que se dá o nome de trama de nível 2. É através destes campos auxiliares que os processos de nível 2 detectam e corrigem as tramas chegadas com erros.

Uma vez formatada a trama, o MTP2 passa-a para as funções MTP1 correspondentes. O MTP1 está relacionado com o transporte dos bites nos canais de sinalização. No caso da rede digital telefónica, o nível físico é constituído pelos canais de 64Kbps que interligam os pontos de sinalização e pelo hardware de acesso a estes canais [5].

2.4.4.3 ISUP

O ISUP é o protocolo de sinalização usado entre estações da rede telefónica digital. Na pilha protocolar do SS7 o ISUP usa os serviços do MTP e os serviços do SCCP para funções mais avançadas ligadas aos serviços suplementares e às comunicações móveis [5].

Mensagens A recomendação ITU Q.763 [55] descreve as mensagens ISUP e os parâmetros que as constituem. De seguida é feita uma breve apresentação das mensagens ISUP mais comuns numa chamada simples de voz.

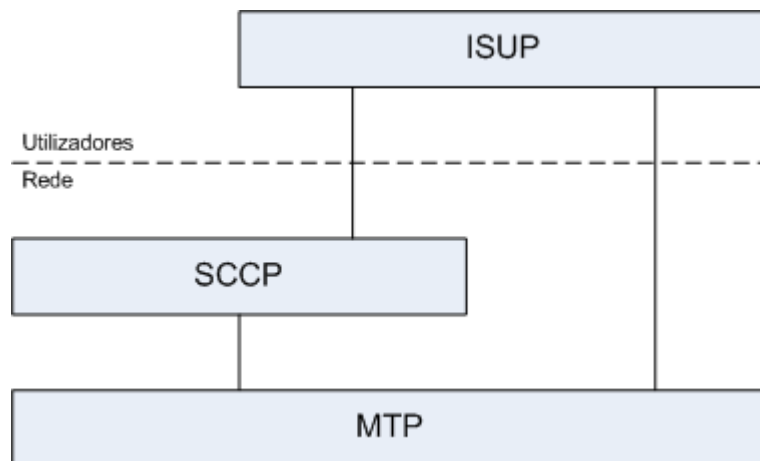


Figura 2.24: Protocolo ISUP na rede SS7.

- **Initial Address Message (IAM):** Primeira mensagem a ser enviada informando o switch que uma chamada foi estabelecida. Esta mensagem contém o número de origem e destino, a informação do tipo de serviço entre outros parâmetros opcionais.
- **Subsequent Address Message (SAM):** No caso da mensagem IAM não conter o número de destino completo, podem seguir-se várias mensagens SAM contendo os dígitos adicionais.
- **Address Complete Message (ACM):** Mensagem retornada pelo último switch quando o subscritor é alcançado e o telefone começa a tocar.
- **Answer Message (ANM):** Enviada quando o subscritor atende o telefone.
- **Release (REL):** Enviada para terminar a chamada quando o subscritor desliga o telefone.
- **Release complete (RLC):** Acknowledgement da mensagem REL, esta mensagem também pode ser enviada sem a existência de uma mensagem REL se o switch de terminação verificar que a sessão não pode ser completada. Neste último caso é enviado também um código correspondente à causa da falha.

A figura 2.25 ilustra a troca de mensagens existente entre 2 terminais e os elementos da rede, para estabelecer e terminar uma sessão. Neste caso a sessão é terminada pelo lado da origem.

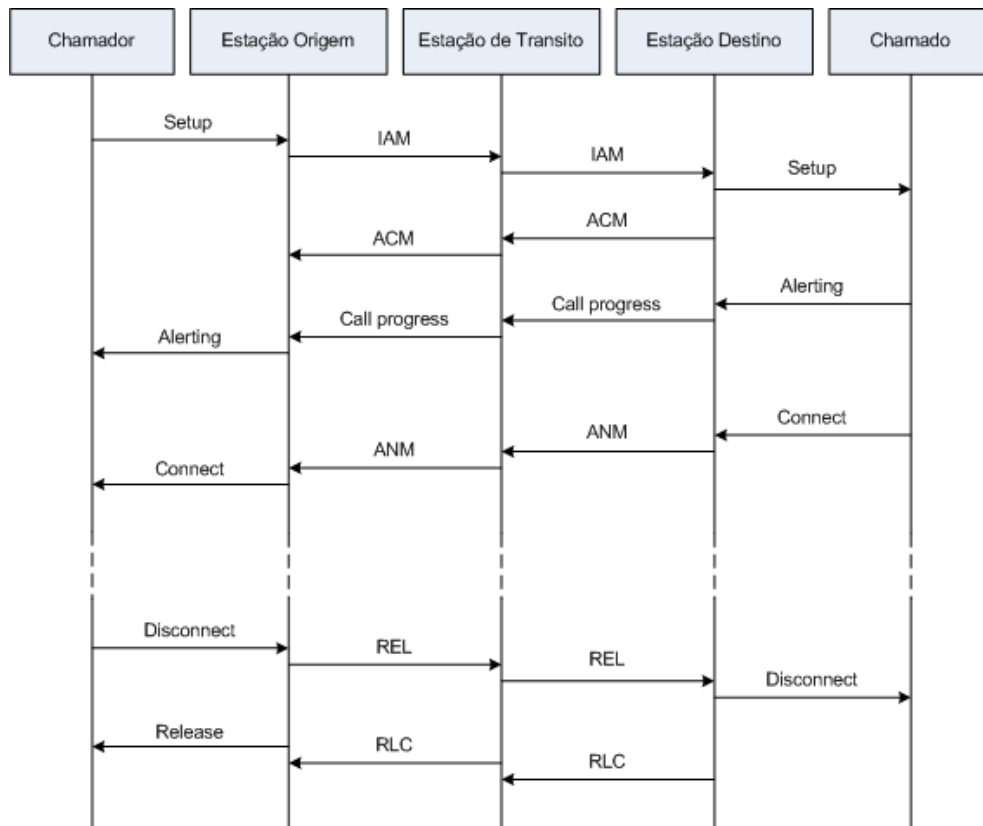


Figura 2.25: Estabelecimento e Terminação de uma sessão ISUP.

Recomendações O protocolo está especificado nas recomendações do ITU Q.760 a Q.769. De seguida é apresentado um resumo dos conteúdos das recomendações mais relevantes:

- **Recommendation Q.761 - ISUP Functional Description [53]:** faz uma descrição do tipo de funções que o ISUP suporta para uma sessão básica, serviços suplementares, procedimentos para comunicação extremo a extremo usados na implementação dos serviços suplementares e das primitivas de relacionamento com o MTP.
- **Recommendation Q.762 - ISUP General Functions of Messages and Signals [54]:** Definição das mensagens e parâmetros.
- **Recommendation Q.763 - ISUP Format and Codes [55]:** Descrição do formato das mensagens e parâmetros.
- **Recommendation Q.764 - ISUP Signalling Procedures [56]:** Descrição dos procedimentos para o controlo das chamadas e de supervisão de circuitos.

Serviços suplementares Os serviços suplementares são descritos nas recomendações ITU Q.731 a Q.737. De seguida é feita uma apresentação dos grupos de serviços suplementares existentes e a indicação das recomendações a estes atribuídas.

- Número de Identificação
 - Q.731.1 - Direct-Dialling-In (DDI)
 - Q.731.2 - Multiple Subscriber Number (MSN)
 - Q.731.3 - Calling Line Identification Presentation (CLIP)
 - Q.731.4 - Calling Line Identification Restriction (CLIR)
 - Q.731.5 - Connected Line Identification Presentation (COLP)
 - Q.731.6 - Connected Line Identification Restriction (COLR)
 - Q.731.7 - Malicious Call Identification (MCID)
 - Q.731.8 - Sub-addressing (SUB)

- Oferecimento de chamada
 - Q.732.2 - Call Forwarding Busy (CFB)
 - Q.732.3 - Call Forwarding No Reply (CFNR)
 - Q.732.4 - Call Forwarding Unconditional (CFU)
 - Q.732.5 - Call Deflection (CD)
 - Q.732.7 - Explicit Call Transfer (ECT)
 - Q.732.8 - Single Step Call Transfer (SCT)
 - Q.733.1 - Call Waiting (CW)
 - Q.733.2 - Call Hold (CH)
 - Q.733.3 - Call Completion to a Busy Subscriber (CCBS)
 - Q.733.4 - Terminal Portability (TP)

- Conferência
 - Q.734.1 - Conference Calling (CONF)
 - Q.734.2 - Three-Party Service (3PTY)

- Interesse Comunitário
 - Q.735.1 - Closed User Group (CUG)
- Tarifação
 - Q.736.1 - International Telecommunication Charge Card (ITCC)
 - Q.736.2 - Advice Of Charge (AOC)
 - Q.736.2 - Reverse Charge (REV)
- Transferência de Informação Adicional
 - Q.737.1 - User-to-User Signalling (UUS)

2.4.4.4 SIGTRAN

O transporte de sinalização SS7 na rede IP é possível uma vez que, como é sabido, as camadas superiores que possibilitam o diálogo entre aplicações sobre a rede SS7, não está directamente relacionada com os mecanismos usados na rede de sinalização para o transporte da informação. Desta forma é possível dizer que no caso de serem mantidos os serviços do protocolo que na pilha protocolar ficam imediatamente abaixo do SCCP, os serviços que o SCCP disponibiliza não sofrem alterações.

O mesmo pode ser dito com o MTP3 relativamente aos protocolos que se encontram abaixo deste na pilha protocolar. Se forem mantidos os serviços MTP2 as ligações de sinalização podem ser implementadas em qualquer tipo de rede.

Desta forma, para estender a rede SS7 à rede IP é necessária uma SGW, cuja função é efectuar a conversão dos protocolos de sinalização das redes que interligam ou implementam o interfuncionamento entre as pilhas protocolares de transporte da sinalização própria de cada rede [5].

Num ponto de vista não relacionado com as NGN, esta extensão da rede SS7 à rede IP, poderá ser útil no caso de se pretender uma ligação de alto débito entre pontos de sinalização da rede de banda estreita associada, por exemplo, a duas estações telefónicas. Neste caso a rede IP apenas serve para interligar dois pontos da rede SS7, sem sequer nenhum elemento da

rede IP interpretar a informação transportada. No caso dos sistemas de Trunking utilizados nas NGN, a sinalização SS7 é interpretada pelo elemento MGC, necessitando para isso de receber, através da SGW, a sinalização da rede SS7.

O Signaling Transport (SigTran) [90] é o nome de um grupo de trabalho da IETF que produz especificações para uma família de protocolos que tem como principal propósito o transporte de sinalização baseada em pacotes da rede PSTN sobre a rede IP.

O trabalho realizado por este grupo da IETF começou a ter maior visibilidade com a utilização destes protocolos na adaptação das redes Voice over Internet Protocol (VoIP) à rede PSTN, com especial destaque para aplicações de sinalização.

A família de protocolos SigTran é constituída pelos seguintes protocolos.

Stream Control Transmission Protocol (SCTP) [61] Este protocolo de transporte foi criado pelo IETF com o objectivo de fazer face às necessidades do transporte de sinalização.

O SCTP tem como características principais a capacidade de transportar sequências de mensagens distintas, numeradas de forma independente, com possibilidade de retransmissão independente e endereçar mais do que um endereço IP remoto em cada extremo de uma ligação de sinalização, sendo assim possível obter caminhos alternativos no caso de congestionamento da rede. Se uma mensagem pertencente a um dos diálogos de sinalização for recebida com erros, o pedido de repetição será enviado para o endereço IP alternativo na esperança de encontrar um caminho mais favorável, sendo a repetição da mensagem também enviada para um endereço alternativo ao utilizado inicialmente.

Este protocolo é genérico e o diálogo com o protocolo de sinalização é efectuado através de um protocolo de adaptação específico. A pilha protocolar formada pelos protocolos IP, SCTP e protocolo de adaptação tem o nome de SigTran (figura 2.26).

MTP2 User Peer-to-Peer Adaptation Layer (M2PA) [25] O M2PA foi especificado pelo IETF para que, em conjunto com o SCTP, fossem implementadas as funções MTP2 sobre a rede IP. As pilhas protocolares de uma SGW usando o M2PA estão representadas

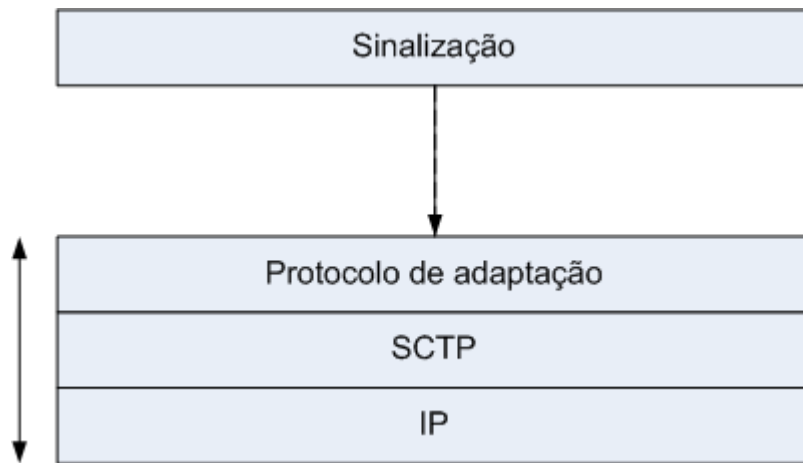


Figura 2.26: Pilha protocolar SigTran.

na figura 2.27. O MTP3 interage com o M2PA e com o MTP2 para acesso a ligações de sinalização SS7 sobre a rede IP e sobre a rede digital respectivamente.

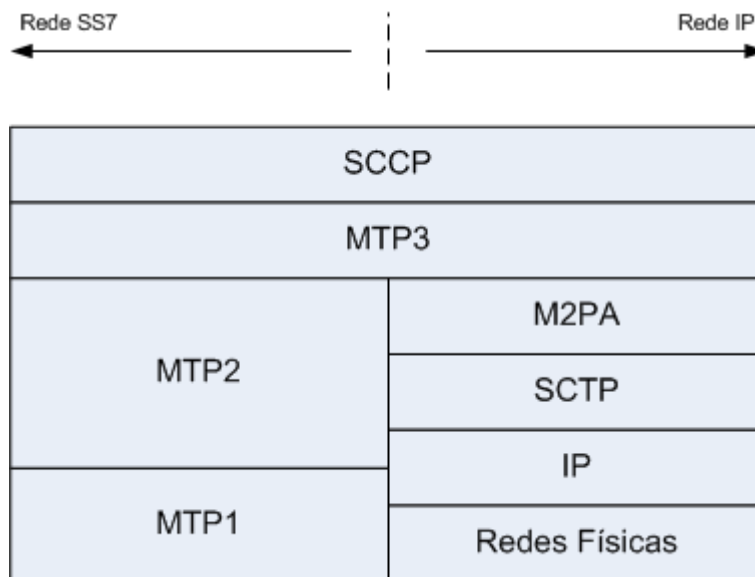


Figura 2.27: SGW usando o protocolo M2PA.

MTP2 User Adaptation Layer (M2UA) [38] Uma forma mais simplificada de implementar uma SGW, comparando com o método que utiliza o M2PA, é remotizar o MTP3 relativamente ao MTP2 situado no SGW. O IETF especificou para este fim o protocolo M2UA, onde não há substituição do MTP2, o que existe é uma remotização do MTP3 si-

tuado algures na rede IP onde termina o diálogo MTP3. Esta remotização não tem de ser suportada por uma ligação SS7, o MTP2 situado na SGW não interpreta o MTP3 que está num ponto remoto e o mesmo se passa com o MTP3 relativamente ao MTP2.

O protocolo M2UA sobre SCTP, além de transportar as mensagens do MTP3, transporta também mensagens de gestão sobre a disponibilidade das ligações extremo a extremo entre pontos de sinalização da rede digital e o SGW e entre o SGW e o MTP3 remoto.

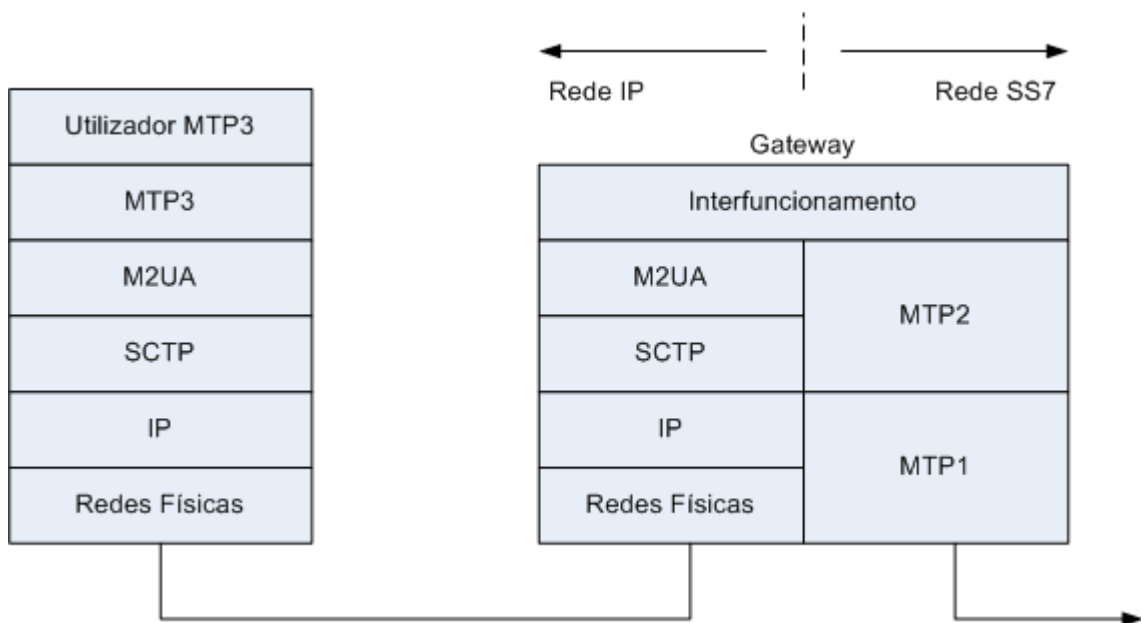


Figura 2.28: SGW usando o protocolo M2UA.

MTP3 User Adaptation Layer (M3UA) [39] Outra forma de implementar uma SGW é fazer a remotização do utilizador do MTP3 em vez do próprio MTP3. Desta forma o SGW termina os diálogos do MTP2 e MTP3 da rede digital. O SGW pode funcionar como um STP encaminhando as mensagens para os pontos de sinalização da rede digital e para os utilizadores do MTP3 situados na rede IP.

O protocolo criado pela IETF para este propósito é o M3UA. As pilhas protocolares incluídas no SGW baseado no protocolo M3UA estão representadas na figura 2.29. As funções de interfuncionamento do SGW mapeiam a informação recebida entre protocolos M3UA e MTP3.

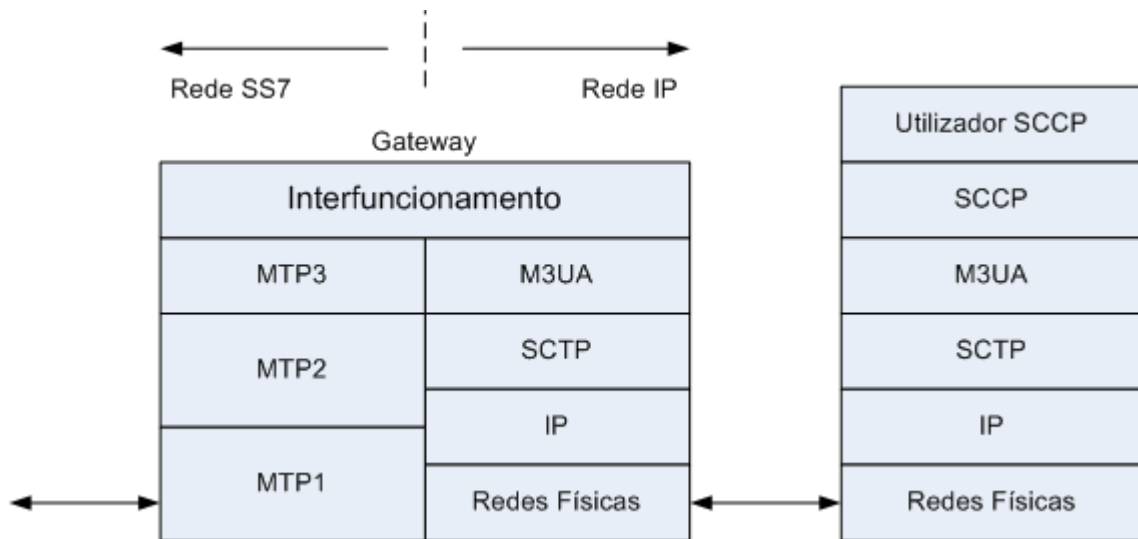


Figura 2.29: SGW usando o protocolo M3UA.

O protocolo M3UA não implementa todas as funções do MTP3. Aceita todas as primitivas de diálogo entre os utilizadores MTP3 e o MTP3, transfere a informação entre implementações M3UA através do SCTP e implementa funções relacionadas com a gestão da rede de sinalização com interesse para o utilizador do MTP3, como seja, informação sobre a disponibilidade dos pontos de sinalização e dos utilizadores do MTP3 remotos e sobre o estado de congestionamento da rede [5].

Outros protocolos Subindo mais na pilha protocolar do sistema SS7 existem outros protocolos que podem ser remotizados à semelhança do MTP3 e dos utilizadores do MTP3. Os protocolos da IETF SCCP User Adaptation (SUA) [37], ISDN User Adaptation (IUA) [40] e V5 User Adaptation (V5UA) [62] são um exemplo. Mais informações sobre o SigTran podem ser encontradas em [42].

2.5 Rede IMS SHipNET

O SHipNET [63] é a arquitectura de referência que enquadra a família de produtos da PT Inovação, para dar resposta aos desafios e necessidades das NGN, num cenário de convergência fixo-móvel. Baseada nas especificações 3GPP IMS, ETSI TISPAN e Open Mobile

Alliance (OMA), a arquitectura SHipNET é implementada através de uma família de produtos nos níveis de serviço, controlo e transporte. Com os produtos SHipNET, a PT Inovação pretende reforçar a sua posição como um actor importante nas redes de próxima geração, garantindo a evolução das soluções de rede e serviços actualmente existentes, e tirar partido dos seguintes benefícios para o negócio das telecomunicações:

- Disponibilização de um serviço Service Delivery Framework (SDF) com um conjunto de aplicações e *service enablers out-of-the-box*, possibilitando uma rápida e flexível criação e provisão dos serviços, e consequente redução de Operational Expense (OPEX).
- Solução carrier-grade, com robustez e elevada capacidade de desempenho.
- Arquitectura de rede convergente, permitindo a redução de Capital Expenditure (CAPEX), através da reutilização de uma infra-estrutura consolidada para múltiplos serviços.
- Fácil reutilização de serviços instalados em plataformas Intelligent Network (IN).

2.5.1 ip-Sail (IM-SSF)

Esta solução é uma interface de taxação em tempo real para as redes SIP/IMS. O ip-Sail permite reforçar a posição da PT Inovação na vertente de fornecimento de serviços, que actualmente é implementado pelas plataformas NGN, que suportam a maior parte dos serviços baseados em comutação de circuitos e comutação de pacotes para mais de 50 milhões de clientes em todo o mundo.

O ip-Sail implementa duas componentes de taxação em tempo real para cenários em NGN:

- **Interface SIP ISC:** A interface SIP/ISC, tem como função principal a taxação de sessões VoIP, mas também poderá ser aplicada em qualquer sessão baseada em SIP. Fornece uma interface time-based que pode ser integrada com sistemas já existentes de Facturação/IN.
- **Interface Ro:** A interface Ro tem como função principal a interacção com AS e com sistemas já existentes de Facturação/IN fornecendo conteúdos aos clientes finais. Esta

interface pode ser utilizada para taxaço baseada em tempo, volume ou eventos.

2.5.2 ip-Jib (SIP AS)

O ip-Jib é uma plataforma de SIP AS disponibilizando um ambiente de execuço de serviços Service Logic Execution Environment (SLEE), baseado em tecnologias Java Service Logic Execution Environment (JSLEE) e Java 2 Platform, Enterprise Edition (J2EE), tendo como base as especificaçoes 3GPP IMS, IETF, OMA e ETSI.

Disponibiliza um conjunto de *Resource Adapters* para interface com vários potocolos (SIP/ISC, Diameter - Rf, Ro, Sh, Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP), etc), e um conjunto de *Service Enablers* para disponibilizaço de funcionalidades de mais alto nível com abstracço sobre os *Resource Adapters*.

Os *Service Enablers* disponíveis são: Session Enabler, Media Enabler, AAA Enabler, Generic User Profile Enabler, Presence Enabler, Messaging Enabler, Offline e Online Charging Enablers.

O ip-Jib suporta um leque alargado de serviços, tais como, IP-Centrex/virtualPABX, Personal Communication Management, Áudio/Vídeo/Chat Conference, Voice Call Continuity, Color Ring Back Tone, Prepaid, etc.

2.5.3 ip-Cockpit (HSS)

A soluço ip-Cockpit implementa o standard 3GPP Release 6 do HSS. Esta soluço constitui a base de dados principal dos utilizadores, contendo todos os dados mestre de suporte às entidades de rede que processam as chamadas/sessões de diferentes domínios e subsistemas de operador. Este repositório assegura a autenticaço e autorizaço do acesso IMS aos clientes. Permite também o acesso a informaço necessária para a selecço de rede, qualidade de serviço e localizaço de cliente.

Esta soluço tem como principais funcionalidades:

- Gestão de Mobilidade (permite a mobilidade do utilizador através de diferentes domínios);
- Suporte ao estabelecimento de chamadas e/ou sessões;
- Autenticação e Autorização;
- Gestão de identificação de utilizador;
- Suporte de CAMEL e outros serviços.

2.5.4 ip-Deck (CSCF)

A solução ip-Deck é a infra-estrutura base de controlo de sessão da arquitectura de fornecimento de serviços end-to-end (SHipNET), compatível com o IMS. Implementa as três funções de controlo de sessão base IMS: P-CSCF, S-CSCF e I-CSCF.

Esta solução é a base para uma infra-estrutura de fornecimento de serviços flexível e convergente. Opera com outros produtos ao nível da camada de serviço, fornecendo serviços de telefonia convergente multimédia, linha telefónica pessoal, serviços multimédia mais avançados e emulação de PSTN.

A Solução ip-Deck está integrada com outros produtos base e aplicações tais como ip-Cockpit, ip-Jib e ip-Sail através de interfaces standard que asseguram a interoperabilidade num ambiente multi-vendor.

2.5.5 ip-Rudder (RACS)

A solução ip-Rudder é responsável pelo controlo de admissão de novos fluxos na rede e pela gestão dos seus recursos, garantindo o controlo de QoS. Seguindo a especificação RACS do ETSI/TISPAN, esta solução baseia as suas decisões em conhecimento da topologia da rede, em medidas de tráfego e QoS, e em políticas de operador que definem o seu comportamento geral.

Através de uma arquitectura modular e flexível é possível, dinamicamente, carregar/descarregar plug-ins sem reinicializar o componente. Desta forma é possível adicionar ou remover algoritmos de Call Admission Control (CAC) durante a execução e sem interrupções.

2.5.6 ip-Windless (MRF)

O ip-Windless assegura as funcionalidades de um MRF que, numa arquitectura IMS, é constituído pelos componentes MRFP e MRFC. O ip-Windless é um Media Server IP genérico, que disponibiliza uma vasta gama de funcionalidades de processamento de diferentes tipos de media (tocar/gravar anúncios de áudio e vídeo, reconhecimento de fala, síntese de texto, conferência, fax e transcoding) que facilitam a implementação de serviços multimédia avançados.

A flexibilidade, escalabilidade e a elevada performance da plataforma ip-Windless, quando ligada a qualquer S-CSCF ou SIP AS em arquitecturas IMS, possibilita o rápido desenvolvimento de novas aplicações interactivas de voz e vídeo, com uma eficiente partilha de recursos.

2.5.7 ip-Keel (MG)

A solução ip-Keel possibilita comunicações bidireccionais, em tempo real:

- entre terminais de uma rede baseada em pacotes e terminais de uma rede de comunicação de circuitos, ou
- entre terminais de uma rede baseada em pacotes com determinadas características, e terminais de uma outra rede de comutação de pacotes com características diferentes,

funcionando sempre como um ponto de terminação dos protocolos de controlo das ligações e de terminação em dois locais distintos do nível de transporte:

- inter funcionamento com o equipamento terminal (Access-MGW/Residential-MGW),
e

- inter funcionamento com outro tipo de redes (Trunking-MGW), quer do tipo CS (ex.: PSTN/ISDN), quer do tipo PS (ex.: Internet). Em ambos os casos, a operação segue as normas do 3GPP e do ETSI TISPAN.

Capítulo 3

Sistemas Media Gateway

Os sistemas Media Gateway efectuam operações de conversão de multimédia e de mapeamento entre as redes IP e as redes de comutação de circuitos.

Existem diferentes tipos de sistemas Media Gateways que podem ser aplicados em diferentes cenários tendo em conta o tipo de rede onde estes se encontram inseridos e o tipo de função pretendida. Neste capítulo será apresentada uma solução completa para o PES de acordo com a ETSI TISPAN para as redes fixas e outra solução baseada em IMS de acordo com a 3GPP para as redes móveis.

Dentro destas soluções podem ainda ser encontrados dois grupos distintos de arquitecturas de integração dos sistemas de Media Gateway de acordo com as suas funções nestas redes:

- **Trunking** – Responsável pela interligação entre as redes PSTN/ISDN e IMS (presente em ambas as soluções);
- **Acesso/Residencial** – Responsável pela ligação directa dos terminais Plain Old Telephone Service (POTS) ao core IMS (apenas presente na solução TISPAN). A distinção entre os sistemas de acesso e residencial é feita tendo em conta o facto de o sistema se encontrar do lado do operador ou do lado do subscritor respectivamente.

3.1 Arquitecturas Funcionais

3.1.1 TISpan PSTN/ISDN Emulation Subsystem

De acordo com a norma ETSI TS 182 012 [36], a arquitectura de referência para o subsistema PES IMS-based das NGN, definida pela TISpan, é a que está representada pela figura 3.1.

O principal objectivo do subsistema PES é fornecer aos utilizadores da NGN, de uma forma transparente para estes, os mesmo serviços que eles obtinham anteriormente nas implementações PSTN ou ISDN que utilizavam a tecnologia TDM.

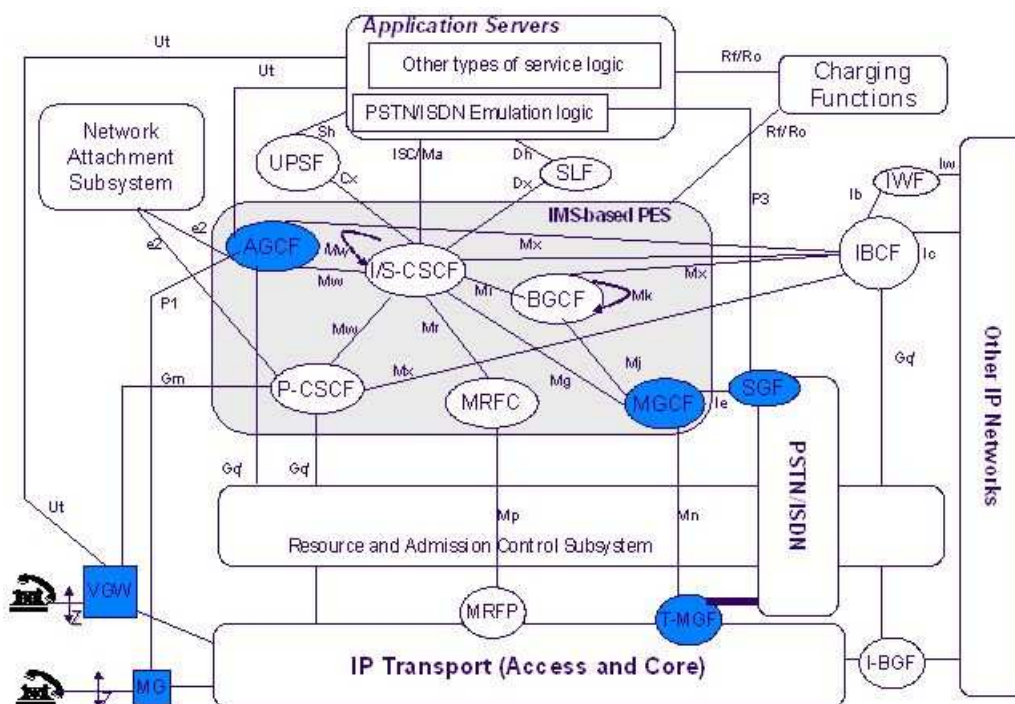


Figura 3.1: Elementos PES TISpan (ETSI TS 182 012 [36]).

A tabela 3.1 apresenta a legenda protocolar relativa às interfaces utilizadas pelos elementos Media Gateway numa arquitectura PES TISpan.

Tabela 3.1: Interfaces para os elementos Media Gateway (TISPAN)

Interfaces	Protocolo
Gm, Mw, Mg, Mi e Mx	SIP
P1 e Mn	H.248 (MEGACO)
Ut	HTTP
e2 e Gq'	DIAMETER

3.1.2 3GPP IP Multimedia Subsystem

De acordo com a norma do 3GPP TS 23.002 v7.1.0 [13], a arquitectura de referência IMS é a que está apresentada na figura 3.2.

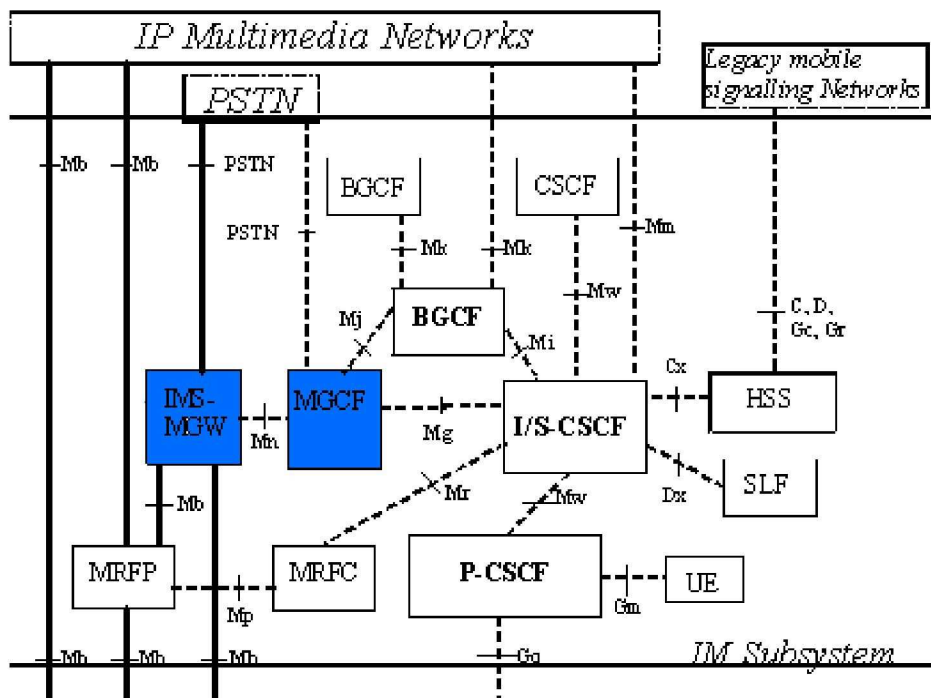


Figura 3.2: Elementos Media Gateway IMS 3GPP (TS 23.002 v7.1.0 [13]).

A tabela 3.2 apresenta a legenda protocolar relativa às interfaces utilizadas pelos elementos Media Gateway numa arquitectura 3GPP IMS.

Tabela 3.2: Interfaces para os elementos Media Gateway (IMS)

Interfaces	Protocolo
Mg e Mj	SIP
Mn	H.248 (MEGACO)
Mb	RTP

3.1.3 Algumas Considerações

Os elementos MGCF, SGF e Trunking Media Gateway Function (T-MGF) da arquitectura PES da TISPAN são idênticos ou derivam dos seus respectivos MGCF e IMS-Media Gateway (IMS-MGW) da arquitectura IMS da 3GPP. As soluções apresentadas neste capítulo para estes elementos de trunking podem ser utilizadas para as duas arquitecturas TISPAN (fixo) e 3GPP (móvel). Na arquitectura IMS da 3GPP, a SGF é parte integrante da MGCF.

O elemento Access Gateway Control Function (AGCF), responsável pelo controlo da MG que pode ser de acesso (A-MGW) ou residencial (Residential Media Gateway (R-MGW)) e Voice Gateway (VGW) são definidos pela arquitectura PES da TISPAN e não fazem parte da arquitectura IMS da 3GPP.

De seguida é feita uma descrição das principais funcionalidades de cada um dos módulos usados na construção dos elementos de rede que constituem as soluções apresentadas nas arquitecturas acima.

3.2 Trunking

Os elementos que constituem o sistema Trunking Media Gateway são o MGCF, T-MGF/IMS-MGW e SGF.

3.2.1 Trunking Media Gateway Function

A T-MGW/IMS-MGW é o elemento que se situa no plano de dados entre a rede PSTN e a rede IP. Permite a conversão protocolar para os serviços de voz, fax e dados entre a rede PSTN e a rede IP. As suas funcionalidades incluem:

- Conversão entre media RTP da rede IP e Pulse Code Modulation (PCM) da PSTN;
- Interação com o MGCF para controlo de recursos;
- Utilização de vários codecs de áudio para transcoding;
- Cancelamento de eco;
- Passagem de anúncios e Dual-Tone Multi-Frequency (DTMF);
- Processamento de dados (voz, modem, etc.) e FAX;

A figura 3.3 ilustra os principais módulos de uma T-MGW/IMS-MGW.

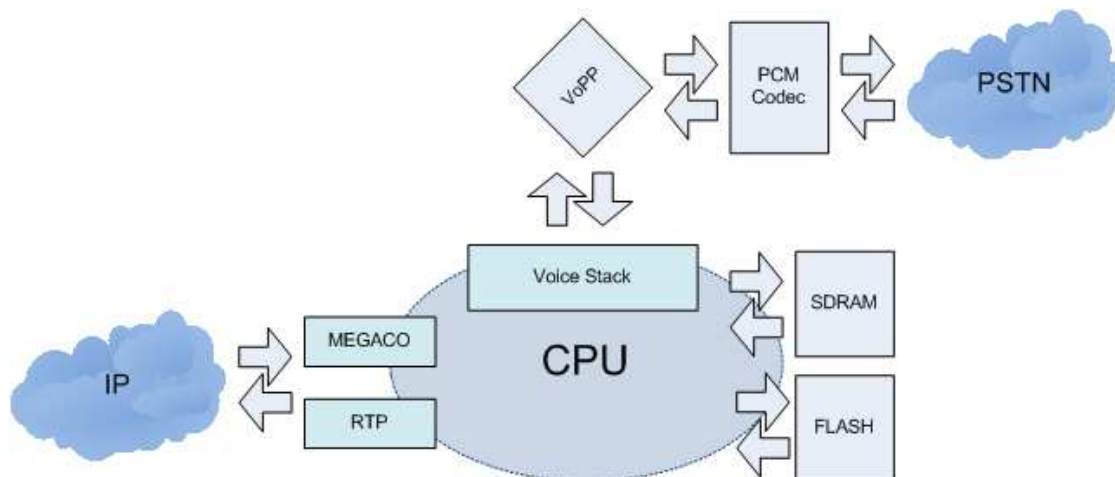


Figura 3.3: Arquitectura interna de uma T-MGW.

Um dos elementos principais de uma Media Gateway é o Digital Signal Processor (DSP). Neste caso estes processadores, com finalidades Voice over Packet (VoP), são conhecidos como Voice over Packet Processor (VoPP). Estes elementos possuem normalmente várias funcionalidades como:

- Codificação (compressão) e decodificação de áudio;
- Cancelamento de eco;
- Geração e detecção de DTMFs (in-band signalling e out-of-band signalling);
- Processamento de dados (voz, modem) e fax (T.38).

Na figura 3.4 está representado o interface entre estes VoPPs e o software existente no Central Processing Unit (CPU) da Media Gateway que é normalmente efectuado através de stacks protocolares.

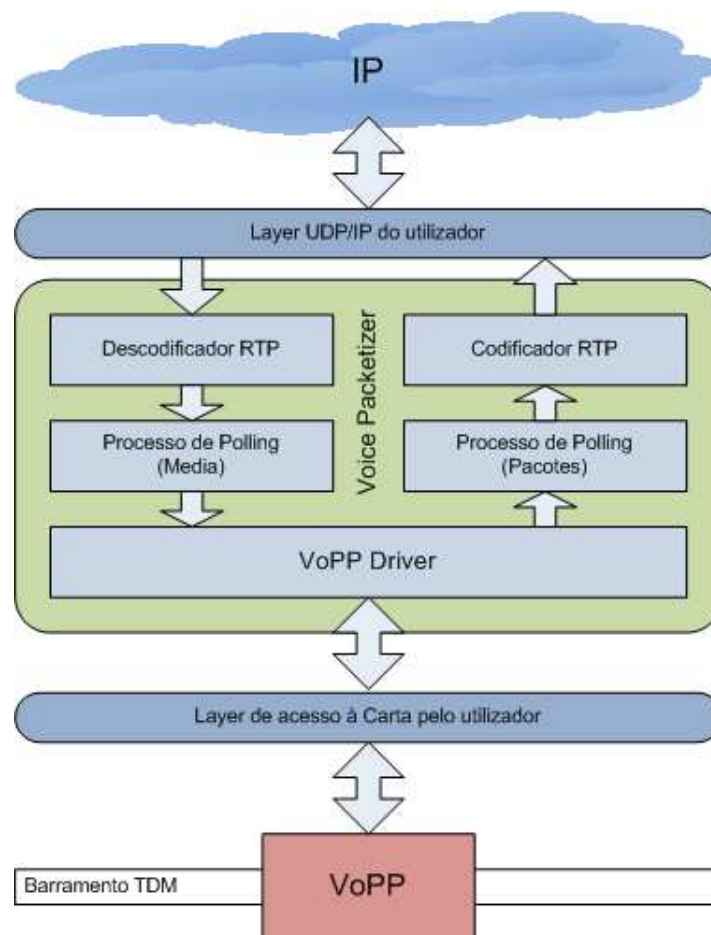


Figura 3.4: Diagrama funcional da stack protocolar.

Uma das funcionalidades básicas destas stacks é o encapsulamento dos dados em pacotes RTP/RTCP de acordo com os RFCs: 3550 [46], 3551 [45], 2198 [43] e 2833 [47].

O CPU possui duas tarefas principais: processamento dos comandos de controlo e processamento dos dados (media). Estas tarefas são independentes, ou seja, enquanto o CPU processa um comando MEGACO de estabelecimento de uma chamada, este pode também processar os dados (media) entre o DSP e o interface de rede.

Os DSPs e as stacks são combinados com um CPU para formar módulos de conversão VoP PCM. Estes módulos são combinados com interfaces telefónicas e de rede para formar módulos de Media Gateways. Estes módulos podem também ser usados em grupos para a implementação de Media Gateways de grande capacidade.

3.2.2 Media Gateway Control Function

O MGCF é um elemento muito importante na integração de serviços entre utilizadores da rede PSTN e do core IMS. As suas funcionalidades incluem:

- Controlo/Reserva de recursos media (Time Slots, codecs, etc.) da T-MGF/IMS-MGW através do protocolo H.248/MEGACO;
- Comunicação com os elementos IMS: I/S-CSCF e BGCF;
- Conversão entre a sinalização PSTN (ISUP/TCAP) e o protocolo SIP;
- Troca de informação ISUP, utilizando os protocolos do SigTran [90], com a SGF.

A figura 3.5 ilustra a arquitectura interna de uma MGCF.

A MGCF executa duas tarefas principais: controlo dos recursos das sessões e mapeamento de sinalização. Para estas tarefas é necessário que este elemento possua:

- Stack protocolar de controlo MEGACO/H.248, para o controlo de Media Gateways;
- Módulo para o processamento da sinalização ISUP/SS7 proveniente da rede PSTN;
- Stack SIP para a comunicação do lado IP.

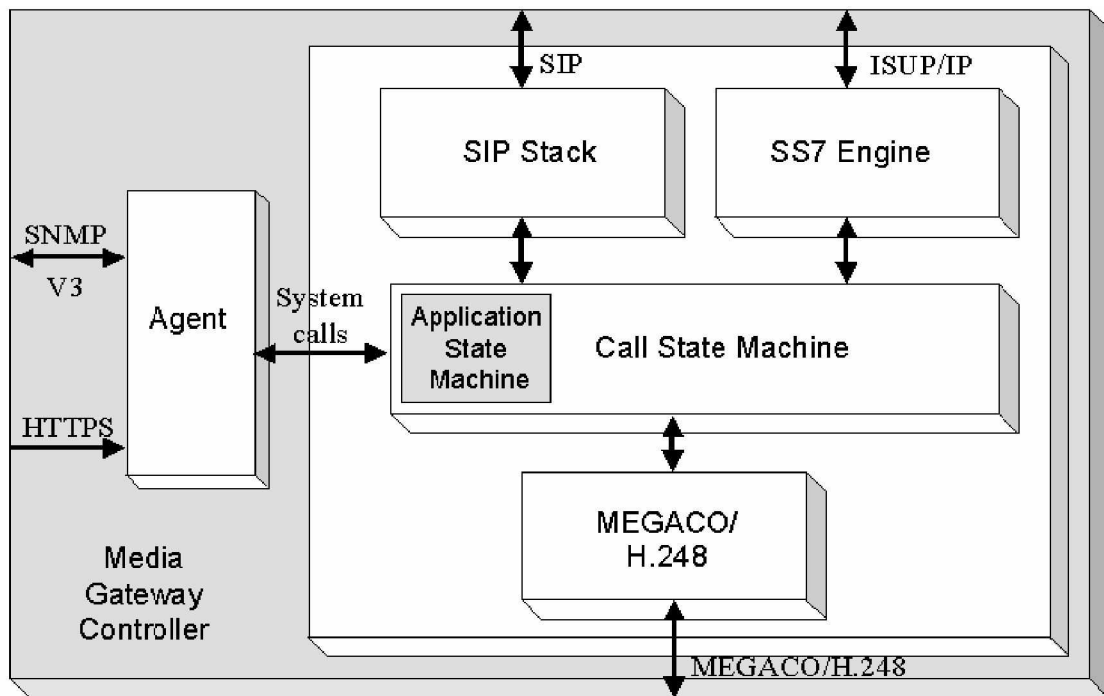


Figura 3.5: Arquitectura interna de uma MGCF [71].

Todos estes módulos têm de ser sincronizados desde a chegada de um comando SIP ou SigTran para o estabelecimento de uma sessão, a consequente reserva de recursos na Media Gateway e o mapeamento desse comando para SigTran ou SIP, consoante o tipo de terminal (SIP ou da rede PSTN) que deu início à sessão.

O módulo Call State Machine é o elemento central de uma MGCF, pois para além de ser o responsável pelo sincronismo entre os restantes módulos no processo de estabelecimento de uma sessão entre os domínios IP e PSTN, também possui outras funcionalidades que ajudam no correcto funcionamento e estabelecimento de sessões.

3.2.3 Signaling Gateway Function

O SGF é o elemento situado no plano de sinalização entre as redes PSTN e IP. As suas funcionalidades incluem as seguintes características:

- Conversão, ao nível da camada de transporte, da sinalização SS7 MTP e SigTran

SCTP/IP;

- Não interpreta a camada de aplicação SS7 (ISUP, CAP, etc.);
- Interação com o MGCF para o envio e recepção de sinalização ISUP, utilizando o protocolo SigTran para o seu transporte.

A figura 3.6 apresenta uma representação das funções de transporte de sinalização PSTN no domínio IP. Para isso este elemento tem que suportar uma variedade de protocolos de sinalização PSTN e SigTran para efectuar o referido transporte.

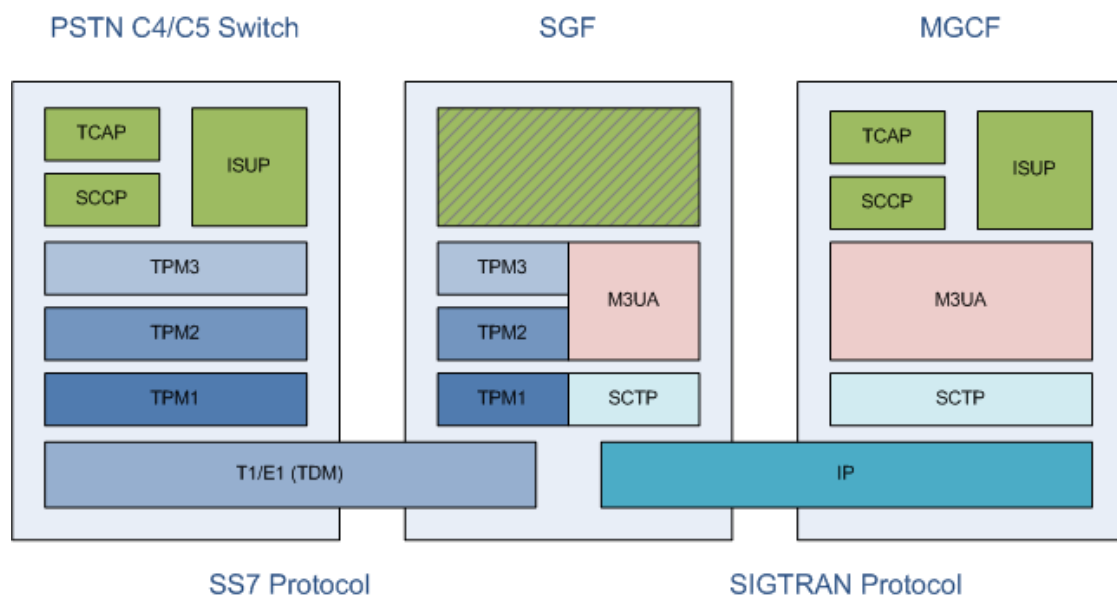


Figura 3.6: Arquitectura do funcionamento de uma SGF.

A SGF recebe a sinalização SS7 de um C4/C5 Switch da rede PSTN, retira a informação das camadas superiores à MTP3 (ISUP, TCAP, SCCP, etc.) e envia através do protocolo SigTran M3UA ou M2UA para a MGCF. A informação das camadas superiores à MTP3 são transparentes para a SGF, esta apenas altera a camada referente ao transporte (MTP1 para SCTP e MTP2/MTP3 para M2UA/M3UA).

3.3 Acesso/Residencial

Os elementos que constituem um sistema de Access Media Gateway são o AGCF, a A-MGW ou R-MGW e o VGW.

3.3.1 Access Gateway Control Function

A AGCF é o primeiro ponto de contacto para as Media Gateways Residenciais e de Acesso. As funcionalidades deste elemento estão listadas de seguida:

- Actua como uma MGC para o controlo de recursos (codecs, etc.) das Media Gateways Residenciais e de Acesso;
- Interage com o RACS;
- Interage com o NASS;
- Efectua a interacção de sinalização entre o protocolo SIP utilizado na rede de core IMS e o protocolo de controlo H.248/MEGACO;
- Actua como um SIP User Agent relativamente às restantes entidades funcionais IMS;
- É visto como um P-CSCF para o core IMS, portanto efectua os mesmos procedimentos subjacentes a esta entidade, como é o caso do envio de registos dos POTS para o core IMS;
- Envia dialplans e dialtones para a Media Gateway.

A figura 3.7 ilustra a arquitectura interna da aplicação AGCF.

A AGCF pode ser dividida internamente em 3 módulos lógicos:

- Media Gateway Controller (MGC);
- Feature Menager;

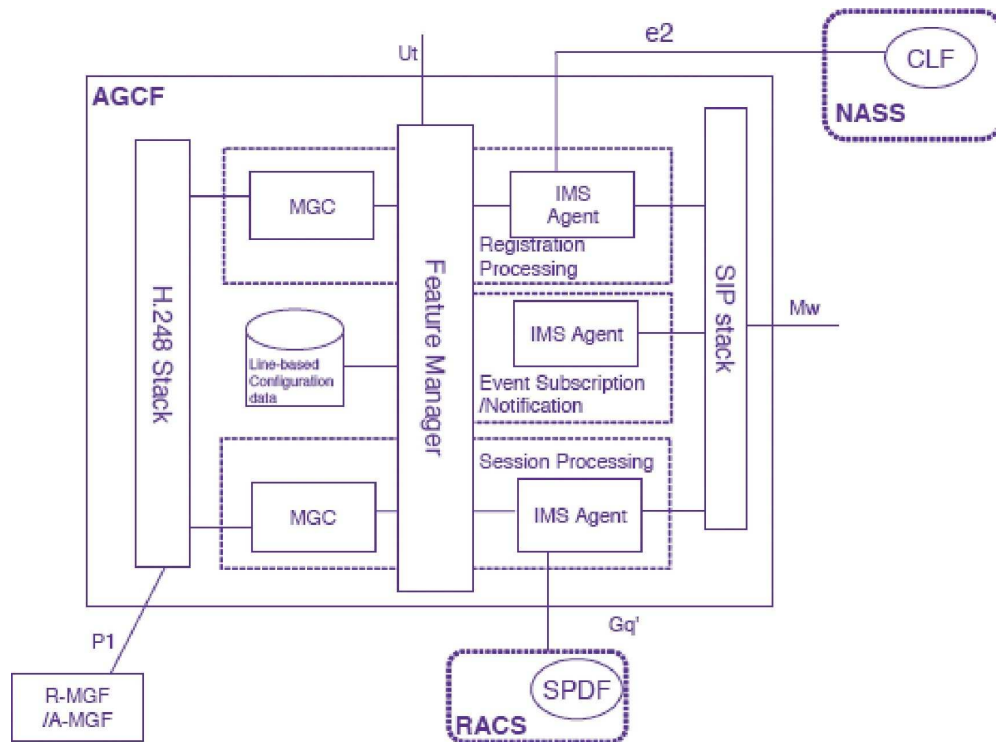


Figura 3.7: Arquitectura interna da AGCF (ETSI TS 182 012 [36])

- IMS Agent.

O módulo MGC é responsável pelo controlo da A-MGW/R-MGW através do protocolo ME-GACO(H.248). Este módulo possui as seguintes funcionalidades no processamento de registos dos terminais POTS ligados à A-MGW/R-MGW e no processamento das sessões:

- Processamento de comandos H.248 ServiceChange enviadas pela A-MGW/R-MGW para o registo ou remoção de registo dos terminais;
- Envio periódico de comandos H.248 Audit de forma a manter o estado dos POTS atualizados na AGCF;
- Controlo de Dial Tones e anúncios na A-MGW/R-MGW;
- Informa a A-MGW/R-MGW através de comandos H.248 Notify para o envio de eventos telefónicos e dígitos DTMFs;

- Recepção e processamento de eventos telefónicos e dígitos DTMF da A-MGW/R-MGW;
- Análise dos dígitos DTMFs enviados pela A-MGW/R-MGW para detecção de chamadas de emergência;
- Envio de Dial Plans para a A-MGW/R-MGW;

O módulo Feature Manager é o responsável pela coordenação do funcionamento dos restantes módulos da AGCF. Possui as seguintes funcionalidades no processamento de registos dos terminais POTS ligados à A-MGW/R-MGW e no processamento das sessões:

- Processamento das sessões de acordo com a informação do estado da A-MGW/R-MGW e POTS;
- Sinaliza o módulo SIP User Agent para o envio de registos individuais ou em grupos dos terminais POTS para o core IMS;
- Interage com o Application Server para obter informações (dial tone, etc.) dos utilizadores POTS.

O módulo IMS Agent implementa os mesmos procedimentos associados aos elementos P-CSCF e IMS UE do core IMS. Estas funcionalidades estão indicadas na norma 3GPP TS 24.229 [12]. As mensagens recebidas são enviadas para o módulo Feature Manager que as processa de acordo com a informação presente do POTS destinatário da mensagem.

No módulo Line-Based Configuration data, acedido pelo Feature Manager, estão guardados as identificações públicas/privadas, o estado presente e as configurações (dial tone, etc.) de cada um dos POTS.

Os procedimentos subjacentes a cada um dos módulos da AGCF para o processamento de uma sessão estão indicados na norma ETSI TS 183 043 [31].

3.3.2 Access/Residential Media Gateway

A A-MGW efectua a ligação de um número considerável de POTS ao IMS. Uma A-MGW encontra-se fisicamente do lado do operador de telecomunicações. As suas funcionalidades incluem:

- Conversão entre media RTP da rede IP e sinalização analógica dos POTS;
- Interação com a AGCF para controlo de recursos;
- Utilização de vários codecs de áudio para transcoding;
- Cancelamento de eco;
- Passagem de anúncios e DTMF;
- Processamento de dados (voz, modem, etc,) e FAX.

A R-MGW, à semelhança da A-MGW, liga terminais POTS à rede IMS, no entanto este elemento encontra-se do lado do cliente e normalmente liga um número bastante reduzido de terminais. As suas funcionalidades são idênticas às da A-MGW.

A figura 3.8 ilustra os principais módulos de uma A-MGW/R-MGW.

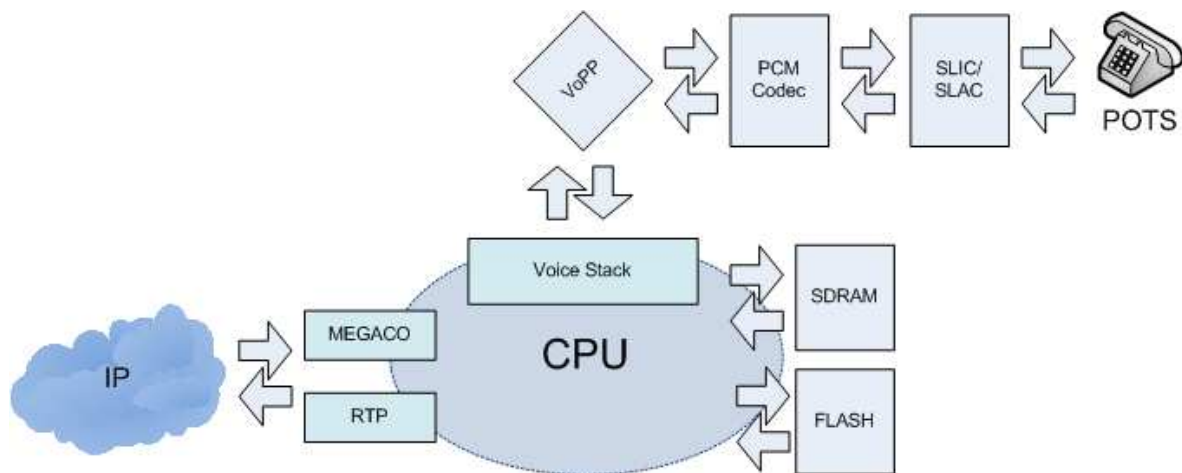


Figura 3.8: Arquitectura interna de uma A-MGW/R-MGW.

Os módulos apresentados são em tudo idênticos aos descritos para a T-MGW/IMS-MGW à excepção das ligações de rede PSTN que neste caso ligam a uma plataforma agregadora de linhas analógicas para possibilitar a ligação directa de terminais POTS.

3.3.3 Voice Gateway

Este elemento é uma Media Gateway baseada em SIP que à semelhança da A-MGW liga terminais analógicos ao core IMS e encontra-se do lado do operador de telecomunicações. Este elemento é visto pelo resto da rede como um SIP User Agent e, ao contrario da A-MGW, não necessita de uma AGCF. Este elemento é ligado directamente a um P-CSCF.

A figura 3.9 ilustra os principais módulos de uma VGW.

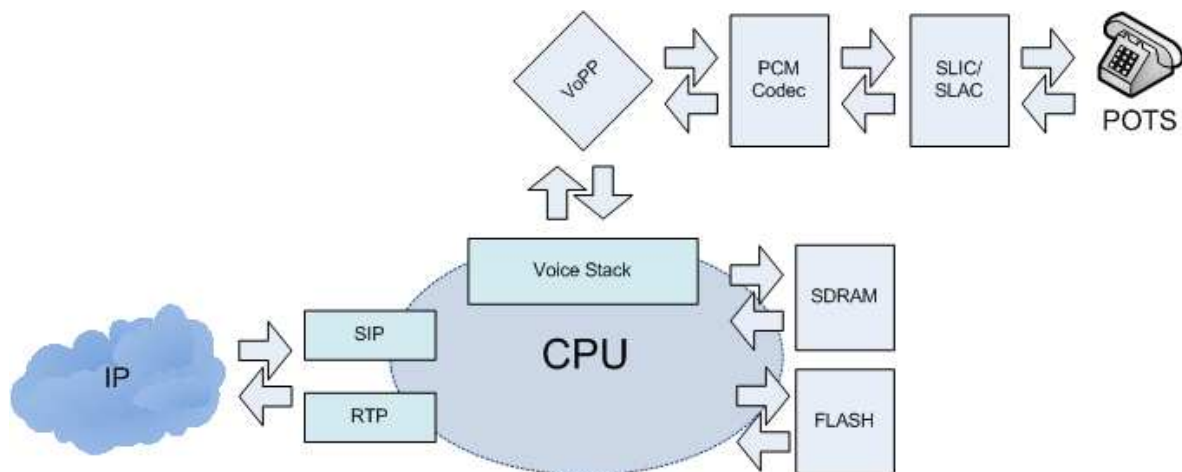


Figura 3.9: Arquitectura interna de uma VGW.

Os módulos apresentados são em tudo idênticos aos descritos para a A-MGW/R-MGW à excepção do protocolo de controlo ser substituído por SIP.

Capítulo 4

Testes de Soluções Comerciais

Os testes apresentados neste capítulo dizem respeito às soluções de Media Gateways apresentadas no Capítulo 3 e tendo como base o apresentado no Capítulo 2 relativamente à arquitectura e funcionamento das redes NGN, tanto para o sistema de Trunking como para o de Acesso, integrados na rede IMS SHipNET da PT Inovação.

O sistema de Trunking é constituído por uma SGW e por uma MGW da AudioCodes, que incorporam um só produto cujo nome é Mediant 2000, o sistema é também constituído por uma MGCF implementada pela Open Telecommunications cujo nome é openCallAgent (openCA).

O sistema de acesso é constituído por uma Media Gateway de Acesso controlada por SIP, também conhecida como VGW, e que incorpora dois produtos distintos. Um dos módulos é uma carta da PT Inovação que serve de interface para os POTS e agrega as linhas analógicas numa única ligação E1, e um segundo módulo que efectua as tarefas de gateway, e que neste caso é assegurado por uma gateway também da AudioCodes cujo nome é TP-260.

Os testes efectuados para o sistema de acesso serviram também para estudar e avaliar a viabilidade da construção de uma Gateway de Acesso tendo por base os dois módulos indicados, por um lado a carta que efectua o interface com as linhas analógicas e por outro o módulo Gateway existente na TP-260, o TPM-1100. Estes testes levaram ao projecto e desenvolvimento da Gateway de Acesso apresentada no Capítulo 5.

Todas as mensagens apresentadas neste capítulo foram capturadas durante o processo de testes utilizando o analisador de protocolos de rede Wireshark [79].

4.1 Sistema de Trunking

Os testes especificados neste capítulo para o sistema de Trunking têm como base o cenário de acordo com as normas TISPAN e correspondentes normas 3GPP, sendo o seu objectivo implementar e confirmar o correcto funcionamento do sistema descrito nas normas.

Os testes especificados foram efectuados com a rede IMS SHipNET da PT Inovação (Domain: ptinovacao.pt), tendo sido efectuados testes relativos a chamadas simples de voz, entre a rede PSTN e a rede IMS SHipNET. Algumas chamadas efectuadas com sucesso e outras propositadamente sem sucesso por motivos diversos.

Estes testes serviram para averiguar a correcta troca de mensagens de sinalização entre o sistema de Trunking e as diferentes redes a que se encontra ligado e que participam na sessão. Desta forma podem também ser estudados alguns aspectos relacionados com o Core IMS e que são esperados pelo sistema de Trunking, como é o caso das conversões de identificadores, conversão de número telefónico para sip URI ou o processo contrário.

Faz também parte deste Sistema de Trunking um elemento adicional, com o endereço IP 192.168.121.7, que deve ser visto como parte integrante da MGCF e que efectua alterações nas mensagens vindas da rede PSTN para a rede IP de forma a que estas apresentem um formato compatível com hardphones usados em teste. É exemplo destas alterações a substituição, aplicada a uma determinada gama de números, do formato do campo "P-Asserted-Identity" de "tel:" para "sip:", uma vez que os hardphones de teste em causa não suportam o formato "tel:". Este elemento é implementado por um script openSER que pode ser encontrado no Anexo B.

4.1.1 Cenário

O primeiro cenário diz respeito aos testes efectuados para o sistema de Trunking e é constituído pelos seguintes elementos:

- 1 terminal SIP (X-Lite da CounterPath [81]);
- 1 terminal da rede PSTN;
- 1 MGCF (openCA-3.1.12);
- 1 MGW/SGW (AudioCodes Mediant 2000);
- Rede PSTN/SS7 (PT Inovação);
- Rede IMS SHipNET (PT Inovação).

O cenário utilizado pode ser encontrado na figura 4.1, onde estão representados os diversos elementos e redes utilizados para os testes assim como os protocolos trocados entre eles.

4.1.2 Elementos e Configurações

4.1.2.1 Mediant 2000

Fisicamente, a Mediant 2000 possui duas portas Ethernet RJ-45 de 100Mbps que funcionam em modo de redundância e quatro trunks E1/T1 RJ-48c. A porta Ethernet da Mediant 2000 é utilizada para a comunicação através do protocolo MGCP com a MGCF para o controlo dos recursos de media da Mediant 2000 por parte da MGCF. No plano de sinalização, comunica utilizando mensagens SIGTRAN com a MGCF. No plano de dados, recebe/envia pacotes RTP/RTCP relativos ao áudio da conversação.

A sinalização SS7 (ISUP/MTP3) e os dados (áudio) são transportados no mesmo trunk E1 que liga a Mediant 2000 à rede PSTN, tratando-se portanto de uma ligação F-link. O trunk E1 dispõe de 30 canais/slots, nos quais um (neste caso o canal 16) será utilizado para o

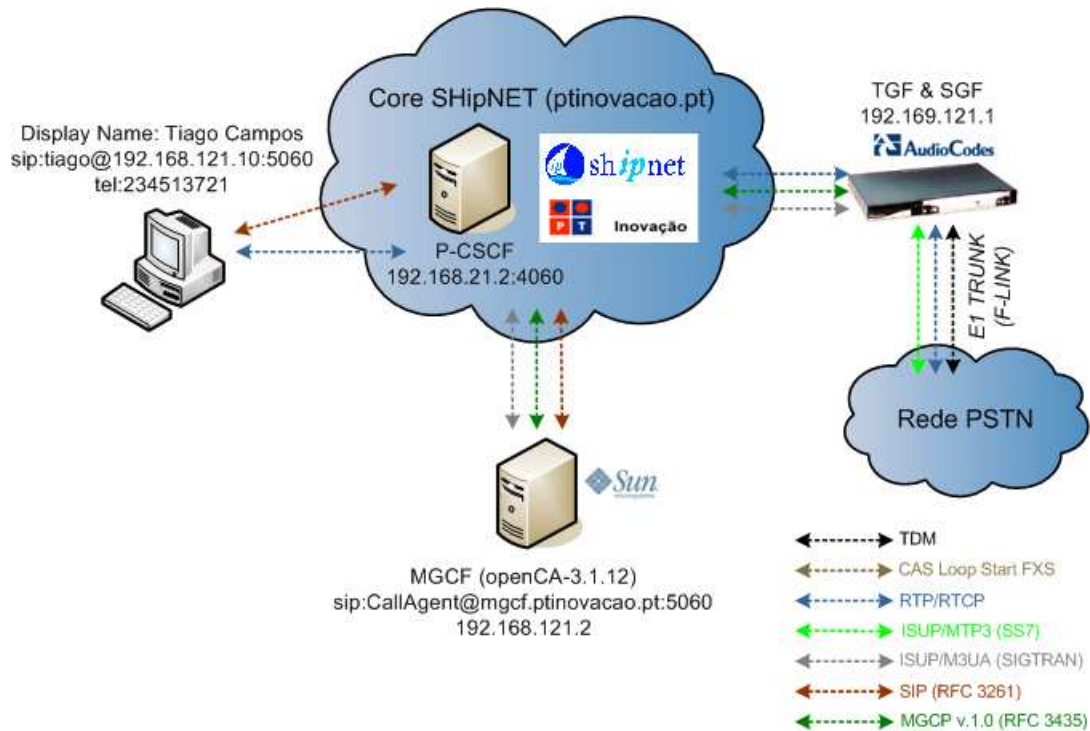


Figura 4.1: Cenário de testes para o sistema Media Gateway de Trunking.

transporte de sinalização e os restantes para dados. Do ponto de vista da rede SS7/PSTN a T-MGW é vista como um elemento desta rede (Signalling Node) configurado com um Point Code específico (PC=3.4.10).

A SGW da Mediant 2000 foi configurada para ligar à rede fixa PSTN que possui sinalização SS7.

MGW Uma das possibilidades de configuração da Mediant 2000 é através de um interface web (figura 4.2).

A Mediant 2000 possui o ficheiro firmware MGCP 4.6 (ficheiro: TP1610_F4.60.034.005.cmp) e um ficheiro com os parâmetros de configuração (ficheiro: board.ini). O ficheiro board.ini para configurar o cenário da figura 4.1 em funcionamento com os requisitos pretendidos está presente no anexo A.1.

Toda a informação relativa à configuração da Mediant 2000 pode ser encontrada no manual

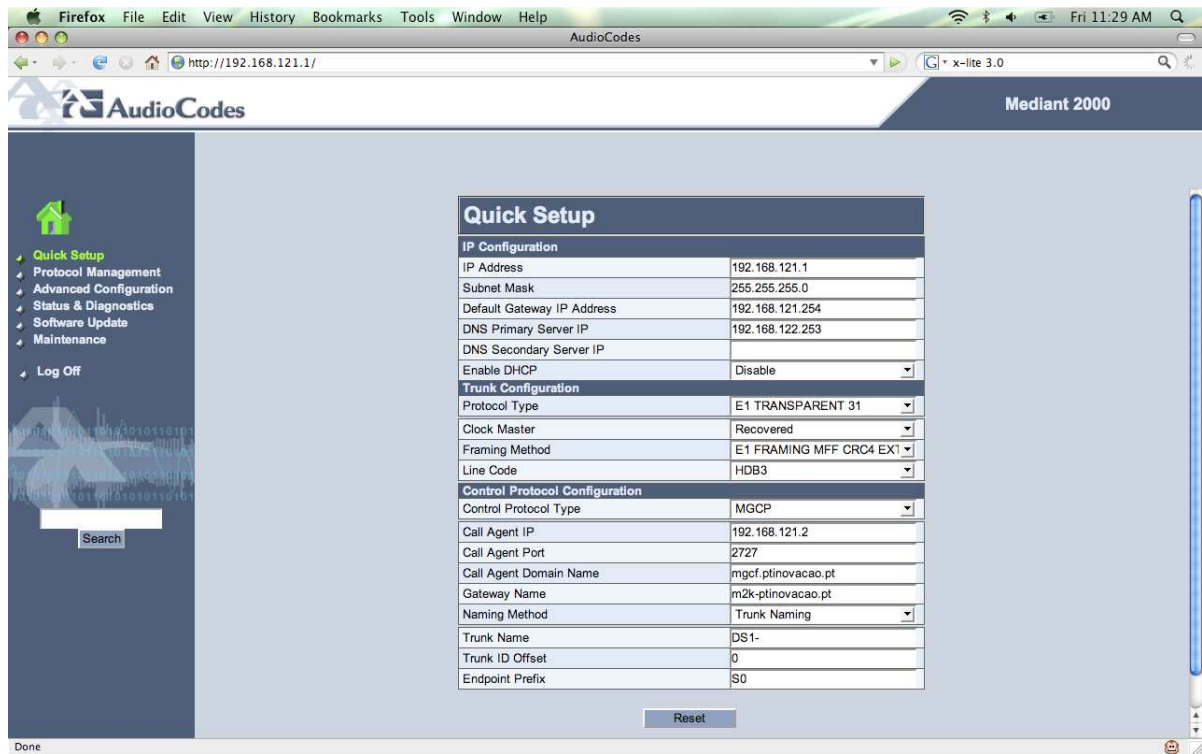


Figura 4.2: Interface web de configuração da Mediant 2000.

de utilizador: TP-1610 User's Manual v4-6.

SGW A SGW da Mediant 2000 foi configurada para ligar à rede fixa PSTN que possui sinalização SS7 com os parâmetros indicados na tabela 4.1. Estas configurações podem ser encontradas também no ficheiro ini de configuração da Mediant 2000 que se encontra no anexo A.1.

4.1.2.2 openCA

A aplicação openCA (MGCF) a correr sobre uma Workstation BLADE 1000 da SUN [95] com o Sistema Operativo Solaris 8 [94], desempenha a função de interface entre a Mediant 2000 (SGW e T-MGW) e os elementos I/S-CSCF residentes no demonstrador IMS SHipNET.

Este elemento comunica, através da troca de mensagens SIP, com os elementos I/S-CSCF da

Tabela 4.1: Alguns parâmetros de configuração da SGW.

Parâmetro	Valor
Origination Point Code (OPC)	3.4.10
Destination Point Code (DPC)	3.4.0
Network Indicator (NI)	National
ISUP Variant	ETSI V2
Nature Of Address (NOA)	National
Numbering Plan Indicator (NPI)	ISDN
Calling Party's Category (CPC)	Ordinary
MTP Protocol Variant	ITU-T

rede SHipNET e controla os recursos da T-MGW através do protocolo MGCP v.1.0 [15]. A reserva de recursos e a comunicação com sistema de core é feito de acordo com as mensagens ISUP recebidas da rede fixa, assim como as mensagens ISUP construídas e enviadas também dependem das mensagens SIP e respectivos conteúdos SDP.

A instalação da aplicação openCA foi feita tendo por base o respectivo guia de instalação: "openCallAgent V3.1 Install Guide"[69] e a configuração tendo por base o respectivo guia do utilizador: "openCallAgent V3.1 User Guide"[70]. Após a instalação e configuração desta aplicação foram executados os comandos de configuração para este cenário que se encontram presentes no anexo A.2.

4.1.2.3 Softphones

A aplicação de software utilizada para estes testes como terminal telefónico IP foi o X-Lite 3.0 da CounterPath [81]. De seguida são apresentados os parâmetros de configuração utilizados para que o terminal se consiga registar na rede.

- Display Name: Tiago Campos
- User name: tiago

- Password
- Authorization user name: tiago@ptinovacao.pt
- Domain: ptinovacao.pt
- Proxy (P-CSCF): 192.168.21.2

Após o correcto processo de registo o terminal encontra-se no estado Ready apresentado na figura 4.3, ficando assim pronto para efectuar e receber chamadas.



Figura 4.3: Softphone X-Lite 3.0.

4.1.3 Testes

4.1.3.1 Registo

O primeiro passo foi efectuar o registo do terminal SIP, neste caso foi utilizado o softphone X-Lite da CounterPath, onde são trocadas as mensagens SIP descritas na tabela 4.2 e na figura 4.4. O terminal começa por enviar um pedido de registo, numa primeira fase recebe

uma mensagem do Core IMS a negar o pedido de autenticação que representa também um desafio ao terminal, este envia novamente um segundo pedido de autenticação recebendo desta vez uma mensagem com a confirmação de sucesso no processo de registo.

Este primeiro passo não engloba ainda o sistema de Trunking, representando apenas um registo do terminal SIP na rede IMS SHipNET. As mensagens trocadas que aparecem na tabela tabela 4.2 são apenas trocas de mensagens SIP entre o terminal SIP (192.168.121.10) e o seu respectivo P-CSCF (192.168.21.2).

Tabela 4.2: Registo do terminal SIP.

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
2	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 401 Unauthorized - Challenging the UE (0 bindings)
3	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
4	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 200 OK - SAR succesful and registrar saved (1 bindings)

Time	192.168.121.10	192.168.21.2	Comment
16,190	Request REGISTER sip:ptinovacao.pt (39792) → (4060)		SIP: Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
16,302		Status: 401 Unauthorized - Challenging the UE (0 bindings) (4060) → (39792)	SIP: Status: 401 Unauthorized - Challenging the UE (0 bindings)
16,504	Request REGISTER sip:ptinovacao.pt (39792) → (4060)		SIP: Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
16,594		Status: 200 OK - SAR succesful and registrar saved (1 bindings) (4060) → (39792)	SIP: Status: 200 OK - SAR succesful and registrar saved (1 bindings)

Figura 4.4: Registo do terminal SIP.

As trocas de mensagens aqui apresentadas estão de acordo com o processo de registo apresentado no ponto 2.3.4.1 desta dissertação.

4.1.3.2 Estabelecimento de Sessão

O processo de estabelecimento de uma sessão entre um terminal IMS e um terminal da rede PSTN envolve vários protocolos de sinalização. Do lado IP são trocadas as mensagens SIP entre o terminal e o Core IMS assim como entre o Core IMS e a MGCF, do lado PSTN são trocadas as mensagens ISUP e para o controlo da MGW pela MGCF deve ser usado, segundo as normas, o MEGACO. Neste caso, no entanto, o protocolo de controlo da MGW

é o MGCP, uma vez que a MGCF, implementada neste cenário pelo openCA, não suporta o protocolo MEGACO.

Sessão da rede PSTN para a rede IMS SHipNET Na tabela 4.3, e correspondente figura 4.5, encontram-se as mensagens capturadas no decorrer de uma sessão entre um terminal da rede PSTN e o terminal registado na rede IMS SHipNET. Esta sessão é inicializada e terminada pelo lado PSTN, numa sessão de voz simples efectuada com sucesso.

Tabela 4.3: Chamada do terminal PSTN para o terminal SIP.

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	3328	3338	ISUP(ITU)	IAM (CIC 1)
2	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP	CRCX 106780 s0/ds1-0/1@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
3	3338	3328	ISUP(ITU)	SACK CFN (CIC 1)
4	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP/SDP	200 106780 OK
5	192.168.121.2	192.168.121.7	SIP/SDP	Request: INVITE tel:+351234513721, with session description
6	192.168.121.7	192.168.121.2	SIP	Status: 100 trying – your call is important to us
7	192.168.121.7	192.168.20.5	SIP/SDP	Request: INVITE tel:+351234513721, with session description
8	192.168.20.5	192.168.121.7	SIP	Status: 100 trying – your call is important to us
9	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP/SDP	Request: INVITE sip:tiagocampos@192.168.121.10:39792;rinstance=ba8b973feed650e7
10	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Status: 180 Ringing
11	192.168.20.5	192.168.121.7	SIP	Status: 180 Ringing
12	192.168.121.7	192.168.121.2	SIP	Status: 180 Ringing
13	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP	RQNT 106781 s0/ds1-0/1@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
14	3338	3328	ISUP(ITU)	ACM (CIC 1)
15	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP	200 106781 OK
16	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
17	192.168.20.5	192.168.121.7	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
18	192.168.121.7	192.168.121.2	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
19	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP/SDP	MDCX 106782 s0/ds1-0/1@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
20	192.168.121.2	192.168.121.7	SIP	Request: ACK sip:192.168.121.7
21	192.168.121.7	192.168.20.5	SIP	Request: ACK sip:tiagocampos@192.168.121.10:39792;rinstance=ba8b973feed650e7
22	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Request: ACK sip:tiagocampos@192.168.121.10:39792;rinstance=ba8b973feed650e7
23	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP/SDP	200 106782 OK
24	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP	RQNT 106783 s0/ds1-0/1@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
25	3338	3328	ISUP(ITU)	ANM (CIC 1)
26	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP	200 106783 OK
27	3328	3338	ISUP(ITU)	REL (CIC 1)
28	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP	DLCX 106784 s0/ds1-0/1@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
29	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP	250 106784 OK
30	192.168.121.2	192.168.121.7	SIP	Request: BYE sip:192.168.121.7
31	3338	3328	ISUP(ITU)	SACK RLC (CIC 1)
32	192.168.121.7	192.168.20.5	SIP	Request: BYE sip:tiagocampos@192.168.121.10:39792;rinstance=ba8b973feed650e7
33	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Request: BYE sip:tiagocampos@192.168.121.10:39792;rinstance=ba8b973feed650e7
34	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Status: 200 OK
35	192.168.20.5	192.168.121.7	SIP	Status: 200 OK
36	192.168.121.7	192.168.121.2	SIP	Status: 200 OK

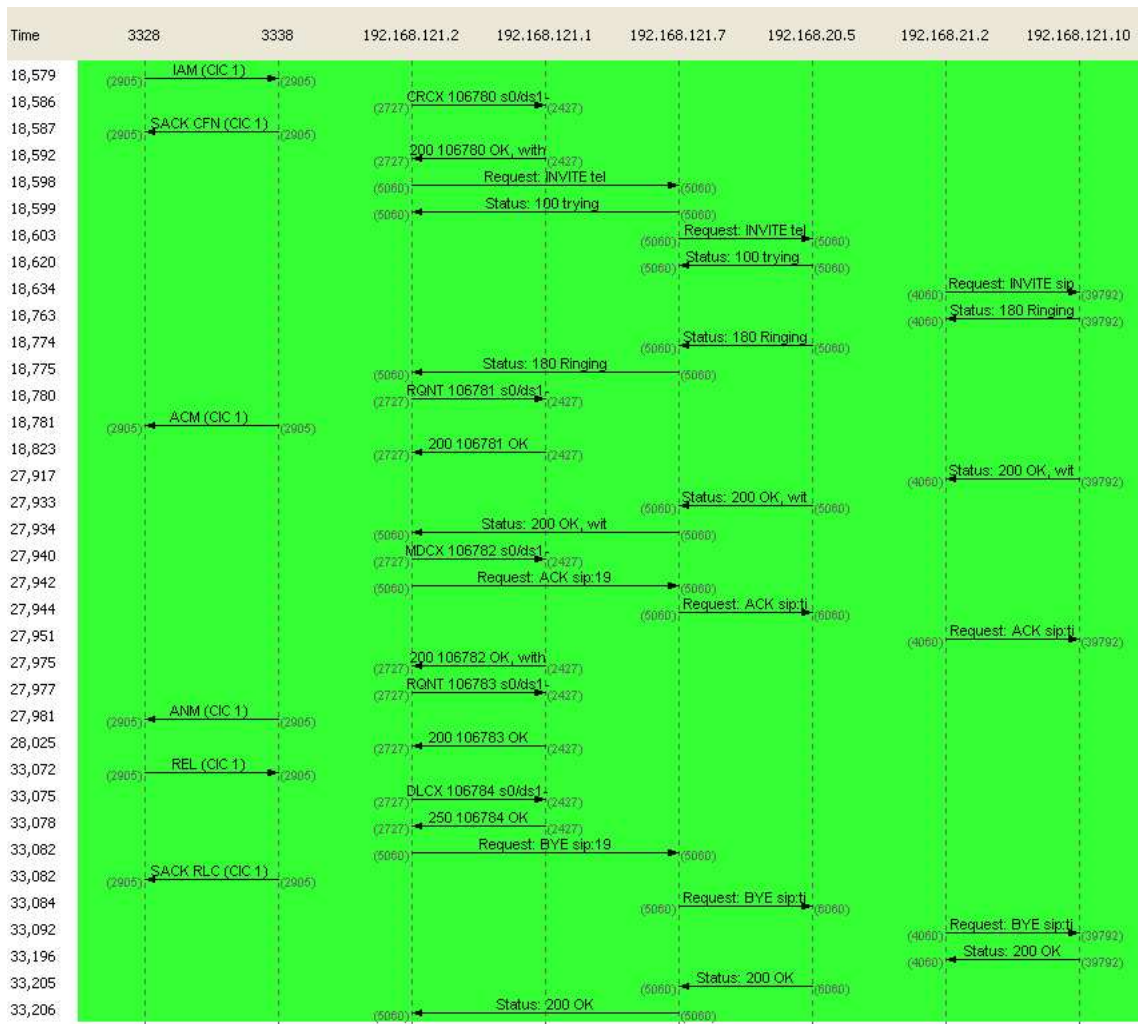


Figura 4.5: Chamada do terminal PSTN para o terminal SIP.

Até à mensagem 26 processa-se o estabelecimento da sessão, neste momento existe comunicação, expressa em troca de mensagens RTP do lado IP, nos 2 sentidos. A segunda parte da troca de mensagens de sinalização é dedicada à terminação da sessão que se inicia no terminal da rede PSTN.

Sessão da rede IMS SHipNET para a rede PSTN Esta sessão é em tudo idêntica à sessão anterior, no entanto é efectuada de forma inversa, sendo o terminal da rede IP a iniciar e a terminar a sessão. A troca de mensagens de sinalização relativa a esta sessão encontra-se representada na tabela 4.4 e na figura 4.6.

Tabela 4.4: Chamada do terminal SIP para o terminal PSTN.

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt
2	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 100 trying – your call is important to us
3	192.168.20.69	192.168.121.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:+351965762354@ptinovacao.pt
4	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP	Status: 100 Trying
5	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP/SDP	CRCX 106778 s0/ds1-0/31@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
6	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP/SDP	200 106778 OK
7	3338	3328	ISUP(ITU)	IAM (CIC 31)
8	3328	3338	ISUP(ITU)	CRG (CIC 31)
9	3338	3328	ISUP(ITU)	SACK CFN (CIC 31)
10	3328	3338	ISUP(ITU)	ACM (CIC 31)
11	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP/SDP	Status: 180 Ringing
12	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP/SDP	Status: 180 Ringing
13	3328	3338	ISUP(ITU)	ANM (CIC 31)
14	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP/SDP	Status: 200 Ok
15	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP/SDP	Status: 200 Ok
16	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
17	192.168.20.5	192.168.121.2	SIP	Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
18	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Request: BYE sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
19	192.168.20.5	192.168.121.2	SIP	Request: BYE sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
20	192.168.121.2	192.168.20.5	SIP	Status: 200 Ok
21	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP	DLCX 106779 s0/ds1-0/31@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
22	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 200 Ok
23	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP	250 106779 OK
24	3338	3328	ISUP(ITU)	REL (CIC 31)
25	3328	3338	ISUP(ITU)	SACK RLC (CIC 31)

4.1.3.3 Falhas de Estabelecimento de Sessão

As capturas apresentadas nas tabelas 4.5 e 4.6 e nas figuras 4.7 e 4.8 dizem respeito às trocas de mensagens de sinalização em sessões de voz sem sucesso, sendo a primeira causada pelo facto do terminal móvel estar desligado e a segunda pelo facto de este estar ocupado.

Na tabela 4.5 e na figura 4.7 encontra-se a troca de mensagens de uma tentativa de estabelecimento de sessão onde é visível uma resposta com "Status: 487 Transaction Cancelled" por parte do Core IMS, informando do cancelamento da sessão devido ao facto do terminal se encontrar desligado.

Na tabela 4.6 e na figura 4.8 encontra-se a troca de mensagens de uma tentativa de estabelecimento de sessão onde é visível uma resposta com "Status: 486 Busy Here" por parte do Core IMS, informando que o terminal de destino se encontra ocupado.

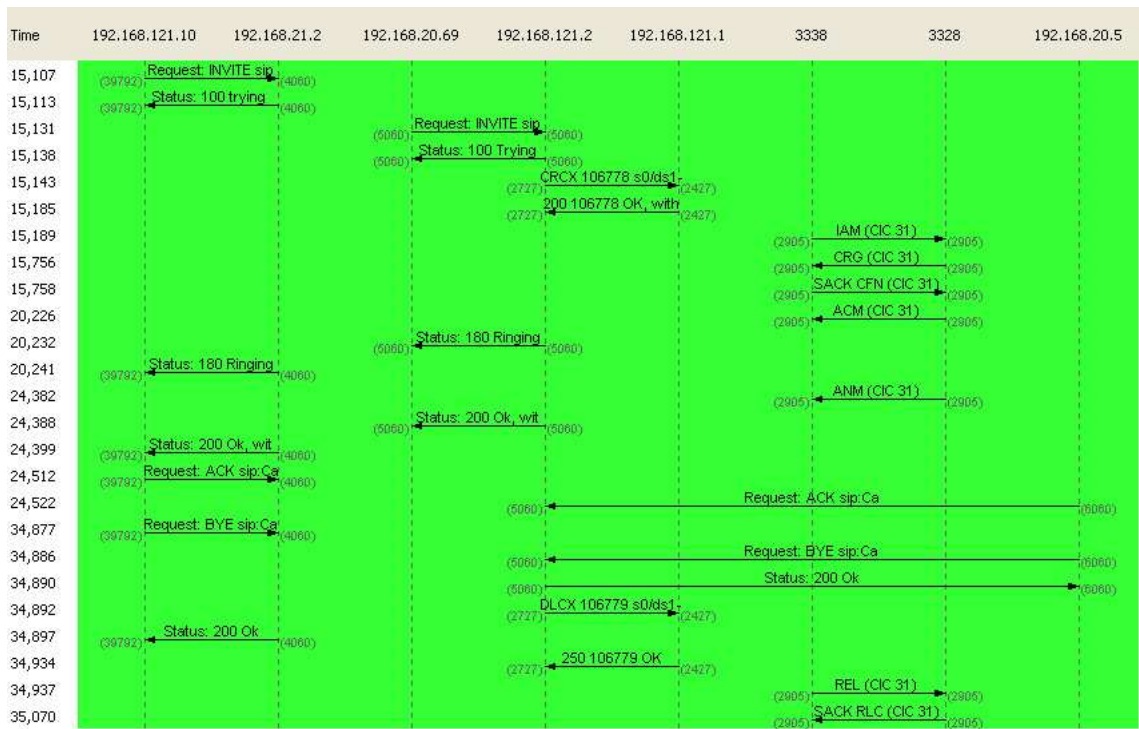


Figura 4.6: Chamada do terminal SIP para o terminal PSTN.

4.2 Sistema de Acesso

Os testes especificados neste capítulo para o sistema de Acesso têm como base o cenário de acordo com as normas TISPAN para um SIP-based VoIP Gateway (ETSI TS 182 012 v1.1.1 [36]).

O objectivo destes testes foram, por um lado, o teste do sistema descrito nas normas e, por outro lado, efectuar o estudo da viabilidade da implementação de uma A-MGW fazendo uso dos dois módulos aqui utilizados: a carta M30AB da PT Inovação, que faz o interface com os terminais POTS e o módulo TPM-1100 existente na Media Gateway TP-260 da Audio-Codes. A correcta implementação da comunicação entre estes dois elementos foi um ponto importante.

Os testes descritos, fazem uso do cenário já apresentado para o sistema de Trunking tendo sido apenas acrescentado o sistema de Acesso para testes de interacção com os restantes elementos existentes na rede, tanto a nível do sistema de IMS Core, como com o sistema

Tabela 4.5: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt
2	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 100 trying – your call is important to us
3	192.168.20.69	192.168.121.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:+351965762354@ptinovacao.pt
4	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP	Status: 100 Trying
5	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP/SDP	CRCX 106793 s0/ds1-0/31@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
6	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP/SDP	200 106793 OK
7	3338	3328	ISUP(ITU)	IAM (CIC 31)
8	3328	3338	ISUP(ITU)	CRG (CIC 31)
9	3338	3328	ISUP(ITU)	SACK CFN (CIC 31)
10	3328	3338	ISUP(ITU)	ACM (CIC 31)
11	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP/SDP	Status: 183 Session Progress, with session description
12	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP/SDP	Status: 183 Session Progress, with session description
13	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Request: CANCEL sip:965762354@ptinovacao.pt
14	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 200 canceling
15	192.168.20.69	192.168.121.2	SIP	Request: CANCEL sip:+351965762354@ptinovacao.pt
16	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP	Status: 200 Ok
17	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP	Status: 487 Transaction Cancelled
18	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP	DLCX 106794 s0/ds1-0/31@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
19	192.168.20.69	192.168.121.2	SIP	Request: ACK sip:+351965762354@ptinovacao.pt
20	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 487 Transaction Cancelled
21	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt
22	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP	250 106794 OK
23	3338	3328	ISUP(ITU)	REL (CIC 31)
24	3328	3338	ISUP(ITU)	SACK RLC (CIC 31)

Tabela 4.6: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt
2	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 100 trying – your call is important to us
3	192.168.20.69	192.168.121.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:+351965762354@ptinovacao.pt
4	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP	Status: 100 Trying
5	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP/SDP	CRCX 106785 s0/ds1-0/31@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
6	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP/SDP	200 106785 OK
7	3338	3328	ISUP(ITU)	IAM (CIC 31)
8	3328	3338	ISUP(ITU)	CRG (CIC 31)
9	3338	3328	ISUP(ITU)	SACK CFN (CIC 31)
10	3328	3338	ISUP(ITU)	ACM (CIC 31)
11	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP/SDP	Status: 180 Ringing, with session description
12	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP/SDP	Status: 180 Ringing, with session description
13	3328	3338	ISUP(ITU)	REL (CIC 31)
14	192.168.121.2	192.168.121.1	MGCP	DLCX 106786 s0/ds1-0/31@m2k-ptinovacao.pt MGCP 1.0
15	192.168.121.2	192.168.20.69	SIP	Status: 486 Busy Here
16	192.168.20.69	192.168.121.2	SIP	Request: ACK sip:+351965762354@ptinovacao.pt
17	192.168.21.2	192.168.121.10	SIP	Status: 486 Busy Here
18	192.168.121.10	192.168.21.2	SIP	Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt
19	192.168.121.1	192.168.121.2	MGCP	250 106786 OK
20	3338	3328	ISUP(ITU)	SACK RLC (CIC 31)

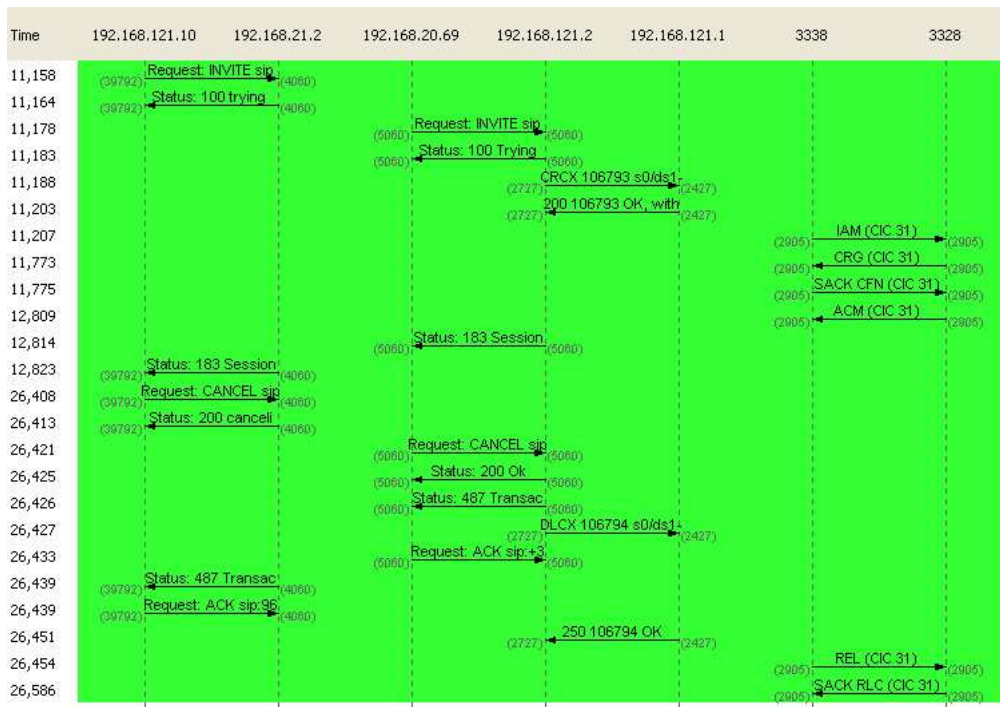


Figura 4.7: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).



Figura 4.8: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).

Gateway de Trunking.

Tendo em conta que, do ponto de vista do sistema de Core, um terminal telefónico analógico

atrás de uma A-MGW é visto da mesma forma que um terminal softphone SIP, os resultados esperados dos testes devem ser, tanto quanto possível, iguais aos correspondentes apresentados acima fazendo uso do softphone X-Lite.

4.2.1 Cenário

A A-MGW é ligada ao demonstrador IMS SHipNET da PT Inovação através do elemento P-CSCF, utilizando o protocolo SIP para sinalizar a TP-260. O cenário final pode ser representado pelo esquema da figura 4.9.

O cenário de testes é constituído por:

- 1 terminal da rede PSTN;
- 1 Media Gateway (TP-260 AudioCodes);
- 1 Carta M30AB com um terminal POTS;
- 1 MGCF (openCA-3.1.12);
- 1 MGW/SGW (AudioCodes Mediant 2000);
- Rede PSTN/SS7 (PT Inovação);
- Rede IMS SHipNET (PT Inovação).

4.2.2 Configurações

4.2.2.1 Carta M30AB

A Carta M30AB é uma carta agregadora de 30 linhas analógicas telefónicas cujo resultado da agregação é uma única ligação E1 e que serve de interface entre os telefones analógicos e a gateway. Cada canal do trunk E1 tem correspondência directa com cada ligação física para os terminais POTS.

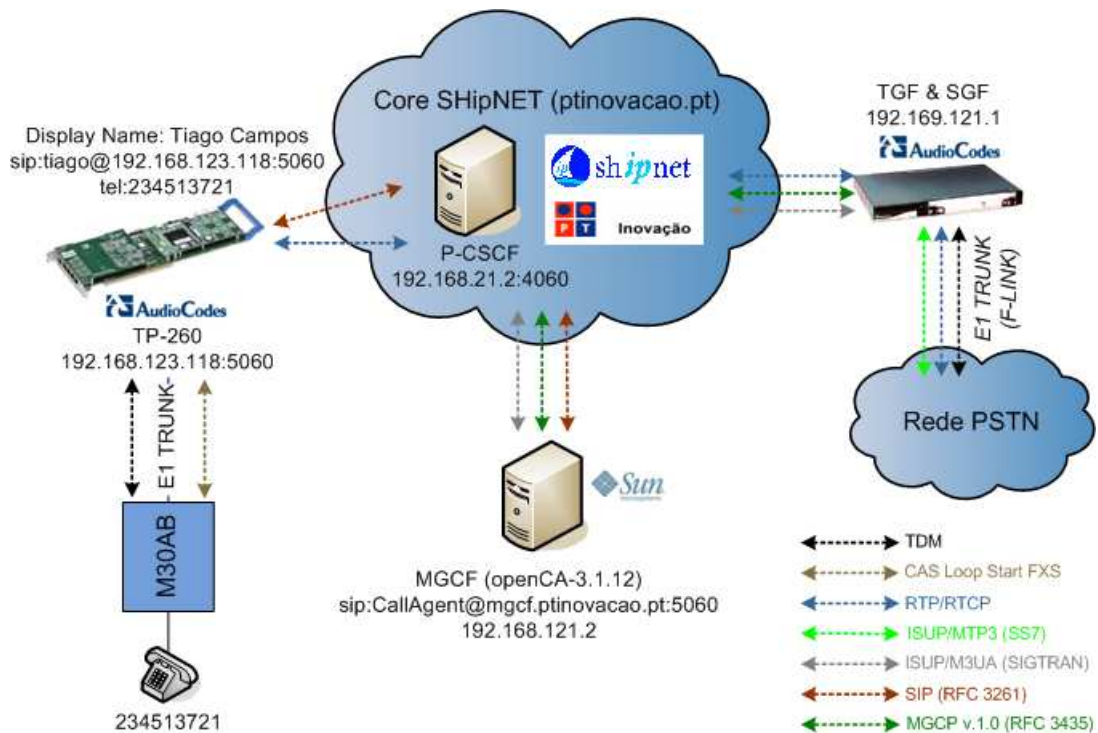


Figura 4.9: Cenário de testes para o sistema de gateway de acesso.

Relativamente à carta M30AB foi necessário efectuar algumas alterações para permitir a comunicação entre esta carta e a TP-260 e para efectuar um correcto controlo dos terminais POTS. Relativamente ao protocolo de sinalização utilizado entre esta carta e a TP-260, o escolhido foi o E1 CAS LoopStart FXS. Uma descrição mais pormenorizada deste processo pode ser encontrada no ponto 5.5.2.

4.2.2.2 TP-260

A TP-260 da AudioCodes possui oito trunks E1/T1 RJ-48c, o que permite ligar até oito cartas idênticas à M30AB, e uma porta ethernet RJ-45 de 100Mbps. Na ligação E1 com a carta M30AB é utilizado o protocolo de sinalização CAS LoopStart FXS e PCM ao nível de dados. Pela porta ethernet a TP-260 troca, no plano de sinalização mensagens SIP com o Core IMS e no plano de dados pacotes RTP/RTCP resultantes do processo de codificação.

À semelhança da Mediente 2000, uma das possibilidades de configuração da TP-260 é via web browser.

A TP-260 utilizada possui o ficheiro de firmware SIP 4.6 (ficheiro: TP260_UN_SIP_F4.60A.016.003.), um ficheiro com os parâmetros de configuração (ficheiro: tp260.ini) e um ficheiro com a configuração da sinalização CAS LoopStart FXS (ficheiro: LoopStartTable_FXS.dat).

O ficheiro tp260.ini para colocar o cenário da figura 4.9 em funcionamento com os requisitos pretendidos está presente no Anexo A.3.1. Todos os parâmetros que podem ser encontrados no ficheiro tp260.ini foram configurados com o auxílio do manual de utilizador da TP-260: Mediant & TP Series SIP Digital Gateway User's Manual v4-6 [67].

4.2.3 Testes

4.2.3.1 Registo

O registo do terminal POTS no core IMS SHipNET através da A-MGW é em tudo idêntico ao efectuado pelo softphone X-Lite no ponto 4.1.3.1. Do ponto de vista do Core IMS não existem diferenças entre estes 2 terminais, tendo sido o terminal analógico convertido num terminal IP através da A-MGW.

A TP-260 tem a capacidade de efectuar o registo dos seus terminais em bloco, efectuando apenas um processo de registo para os vários terminais, ou efectuar o registo individual efectuando um processo de registo para cada um dos terminais que a ela estão ligados. Para estes testes apenas um terminal está ligado ao sistema de acesso e o registo foi efectuado de forma individual.

Na tabela 4.7 e na figura 4.10 podem ser encontradas as trocas de mensagens entre a A-MGW e o respectivo P-CSCF.

Tabela 4.7: Troca de mensagens SIP no processo de Registo.

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
2	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 401 Unauthorized - Challenging the UE (0 bindings)
3	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
4	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 200 OK - SAR succesful and registrar saved (1 bindings)

Time	192.168.123.118	192.168.21.2	Comment
4,729	(5060)	(4060)	SIP: Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
4,788	(5060)	(4060)	SIP: Status: 401 Unauthorized - Challenging the UE (0 bindings)
4,803	(5060)	(4060)	SIP: Request: REGISTER sip:ptinovacao.pt
4,882	(5060)	(4060)	SIP: Status: 200 OK - SAR succesful and registrar saved (1 bindings)

Figura 4.10: Troca de mensagens SIP no processo de Registo.

4.2.3.2 Estabelecimento de Sessão

O estabelecimento de sessões de voz simples foi efectuado com sucesso. A troca de mensagens entre o sistema de Acesso e o Core IMS SHipNET pode ser encontrada nas tabelas 4.8 e 4.9 e figuras 4.11 e 4.12. Estes processos são em tudo idênticos aos efectuados no ponto 4.1.3.2, no entanto, como o terminal se encontra desta vez numa rede diferente da dos sistema de Core e Trunking, apenas foram capturadas as mensagens entre o sistema de Acesso e o P-CSCF associado. É no entanto possível confirmar o correcto funcionamento do sistema de Acesso comparando com o funcionamento do terminal softphone no sistema de Trunking.

Tabela 4.8: Chamada do terminal POTS para um terminal da rede PSTN.

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone
2	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 100 trying - your call is important to us
3	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP/SDP	Status: 180 Ringing
4	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP/SDP	Status: 200 Ok
5	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
6	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP/SDP	Status: 200 Ok
7	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
8	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Request: BYE sip:tiago@192.168.123.118
9	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Status: 200 OK

4.2.3.3 Falhas de Estabelecimento de Sessão

Das várias possibilidades existentes de causas de falha numa tentativa de estabelecimento de sessão, são de seguida apresentadas duas bastante comuns. Numa primeira tentativa de

Time	192.168.123.118	192.168.21.2	Comment
12,887	(5060)	Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone, with session description	SIP/SDP: Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone, with session description
13,220	(5060)	Status: 100 trying	SIP: Status: 100 trying -- your call is important to us
17,525	(5060)	Status: 180 Ringing	SIP/SDP: Status: 180 Ringing, with session description
22,290	(5060)	Status: 200 Ok, with session description	SIP/SDP: Status: 200 Ok, with session description
22,310	(5060)	Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp	SIP: Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
22,791	(5060)	Status: 200 Ok, with session description	SIP/SDP: Status: 200 Ok, with session description
22,806	(5060)	Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp	SIP: Request: ACK sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
33,431	(5060)	Request: BYE sip:tiago@192.168.123.118	SIP: Request: BYE sip:tiago@192.168.123.118
33,459	(5060)	Status: 200 OK	SIP: Status: 200 OK

Figura 4.11: Chamada do terminal POTS para um terminal da rede PSTN.

Tabela 4.9: Chamada do terminal PSTN para o terminal POTS.

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP/SDP	Request: INVITE sip:tiago@192.168.123.118
2	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Status: 100 Trying
3	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Status: 180 Ringing
4	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Status: 180 Ringing
5	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Status: 180 Ringing
6	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP/SDP	Status: 200 OK
7	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Request: ACK sip:tiago@192.168.123.118
8	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: BYE sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
9	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 200 Ok

Time	192.168.21.2	192.168.123.118	Comment
10,034	(4060)	Request: INVITE sip:tiago@192.168.123.118, with session description	SIP/SDP: Request: INVITE sip:tiago@192.168.123.118, with session description
10,044	(4060)	Status: 100 Trying	SIP: Status: 100 Trying
10,087	(4060)	Status: 180 Ringing	SIP: Status: 180 Ringing
10,611	(4060)	Status: 180 Ringing	SIP: Status: 180 Ringing
11,611	(4060)	Status: 180 Ringing	SIP: Status: 180 Ringing
13,289	(4060)	Status: 200 OK, with session description	SIP/SDP: Status: 200 OK, with session description
13,358	(4060)	Request: ACK sip:tiago@192.168.123.118	SIP: Request: ACK sip:tiago@192.168.123.118
21,913	(4060)	Request: BYE sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp	SIP: Request: BYE sip:CallAgent@mgcf.ptinovacao.pt;transport=udp
22,232	(4060)	Status: 200 Ok	SIP: Status: 200 Ok

Figura 4.12: Chamada do terminal PSTN para o terminal POTS.

estabelecer uma chamada entre o terminal analógico ligado à A-MGW e um terminal móvel, este último encontra-se ocupado e na segunda tentativa este último encontra-se desligado.

Na tabela 4.10 e na figura 4.13 encontra-se a troca de mensagens de uma tentativa de estabelecimento de sessão onde é visível uma resposta com "Status: 486 Busy Here" por parte do

Core IMS, informando que o terminal de destino se encontra ocupado.

Tabela 4.10: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone
2	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 100 trying – your call is important to us
3	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP/SDP	Status: 180 Ringing
4	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 486 Busy Here
5	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone

Time	192.168.123.118	192.168.21.2	Comment
14,858	(5060) Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone	(4060)	SIP/SDP: Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone, with session description
15,011	(5060) Status: 100 trying	(4060)	SIP: Status: 100 trying -- your call is important to us
20,333	(5060) Status: 180 Ringing	(4060)	SIP/SDP: Status: 180 Ringing, with session description
25,908	(5060) Status: 486 Busy Here	(4060)	SIP: Status: 486 Busy Here
25,927	(5060) Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone	(4060)	SIP: Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone

Figura 4.13: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel ocupado).

Por seu lado, na tabela 4.11 e na figura 4.14 encontram-se as mensagens de sinalização trocadas numa tentativa de estabelecimento de sessão sem sucesso devido ao terminal móvel se encontrar desligado, neste caso o terminal de origem recebe a sinalização do estado de desligado e em seguida o terminal POTS termina a sessão.

Tabela 4.11: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).

#	Source	Destination	Protocol	Info
1	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP/SDP	Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone
2	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 100 trying – your call is important to us
3	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP/SDP	Status: 183 Session Progress
4	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: CANCEL sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone
5	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 200 canceling
6	192.168.21.2	192.168.123.118	SIP	Status: 487 Transaction Cancelled
7	192.168.123.118	192.168.21.2	SIP	Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone

Time	192.168.123.118	192.168.21.2	Comment
24,030	(5060) Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone	(4060)	SIP/SDP: Request: INVITE sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone, with session description
24,052	(5060) Status: 100 trying	(4060)	SIP: Status: 100 trying -- your call is important to us
25,732	(5060) Status: 183 Session	(4060)	SIP/SDP: Status: 183 Session Progress, with session description
30,901	(5060) Request: CANCEL sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone	(4060)	SIP: Request: CANCEL sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone
30,948	(5060) Status: 200 cancel	(4060)	SIP: Status: 200 canceling
30,974	(5060) Status: 487 Transac	(4060)	SIP: Status: 487 Transaction Cancelled
31,000	(5060) Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone	(4060)	SIP: Request: ACK sip:965762354@ptinovacao.pt;user=phone

Figura 4.14: Chamada sem sucesso (terminal PSTN móvel desligado).

Capítulo 5

Projecto de Media Gateway de Acesso

5.1 Resumo da Actividade de Concepção

Neste capítulo será descrito o processo de desenvolvimento de uma Media Gateway de Acesso, baseada em dois módulos previamente existentes: o módulo TPM-1100 da AudioCodes como Módulo Gateway e a carta M30AB da PT Inovação como base para o desenvolvimento de um novo módulo de interface para as linhas telefónicas analógicas, módulo este que é também o módulo anfitrião do TPM-1100.

O objectivo é criar um produto stand-alone com capacidade para 60 linhas analógicas, capaz de integrar a rede IMS SHipNET da PT Inovação e de forma a efectuar a interligação de terminais telefónicos analógicos a esta rede. Este sistema deve, tanto quanto possível, representar uma implementação fiel do sistema A-MGW definido pela arquitectura PSTN/ISDN Emulation Subsystem da TISPAN. Este elemento serve também como elemento de teste para uma possível posterior implementação deste mesmo produto nas mDSLAM [64] da PT Inovação.

A Gateway de Acesso é implementada tendo em conta dois blocos essenciais, um que efectuará o controlo dos telefones e a agregação das 60 linhas analógicas num PCM Highway e

outro que efectua as principais funções de media gateway passando a informação do formato PCM para o protocolo RTP sobre IP. Estes dois blocos, assim como as suas interacções, estão representados na figura 5.1

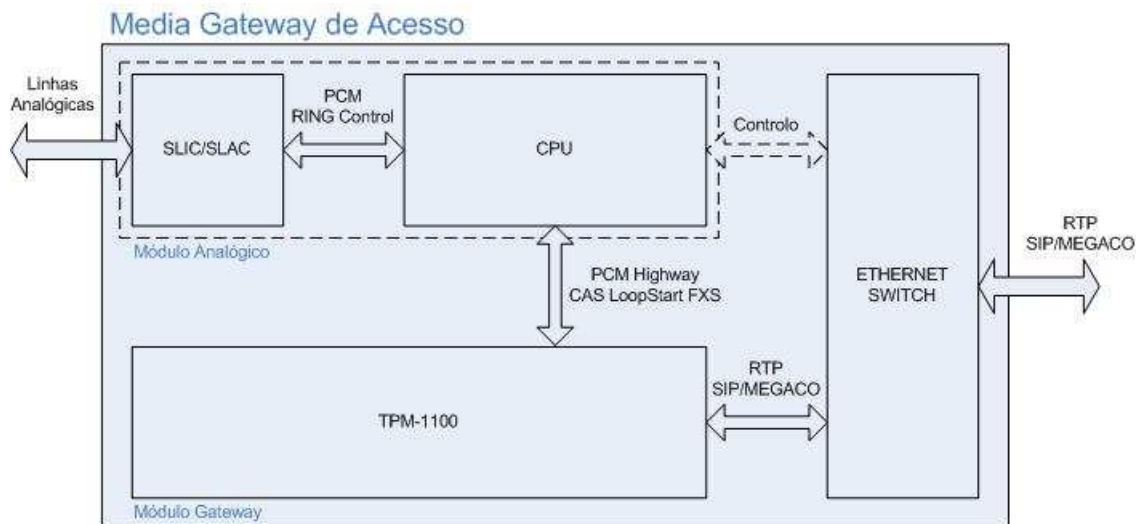


Figura 5.1: Diagrama de blocos da A-MGW.

As figuras 5.2 e 5.3 ilustram as vistas superior e inferior da plataforma de hardware da Media Gateway de Acesso ainda sem o módulo TPM-1100, por seu lado a figura 5.4 já apresenta o suporte completo de hardware da A-MGW.

5.2 Requisitos

5.2.1 Normas

De acordo com a TISPAN [30], e tendo em conta as funcionalidades básicas apresentadas no Capítulo 3, a media gateway de acesso deve respeitar os seguintes requisitos:

- Suportar IPv4 e deve suportar IPv6;
- Suportar o codec de voz ITU-T Recommendation G.711 [49] A law e deve suportar

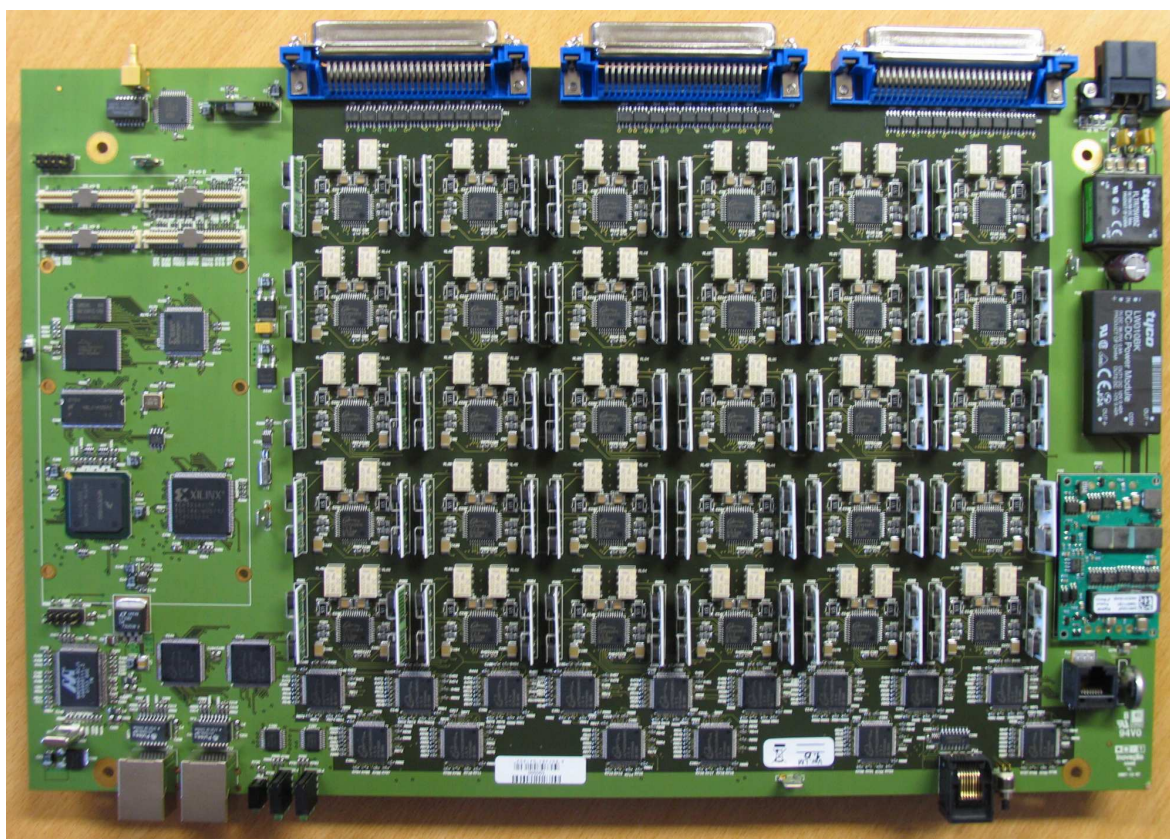


Figura 5.2: Vista de superior da carta A-MGW sem o módulo TPM-1100.

outros codecs; Nota: O suporte de outros codecs pode também ser exigido dependendo da arquitectura na qual a media gateway está introduzida.

- Tem de suportar transição autónoma do modo de áudio para ITU-T Recommendation G.711 baseada no Modo Voice-Band Data (VBD) (de acordo com a ITU-T Recommendation V.152 [60]) na detecção de tráfego de fax, texto ou dados;
- Media Gateways que suportem outros codecs para além da ITU-T Recommendation G.711 devem também suportar os procedimentos definidos no RFC 2833 [47] para gerar, detectar e reenviar dígitos DTMF;
- Todas as características dos tons requeridas pela MGC devem ser encontrados na media gateway. Não é suposto a MGC enviar as características físicas dos tons para a media gateway.

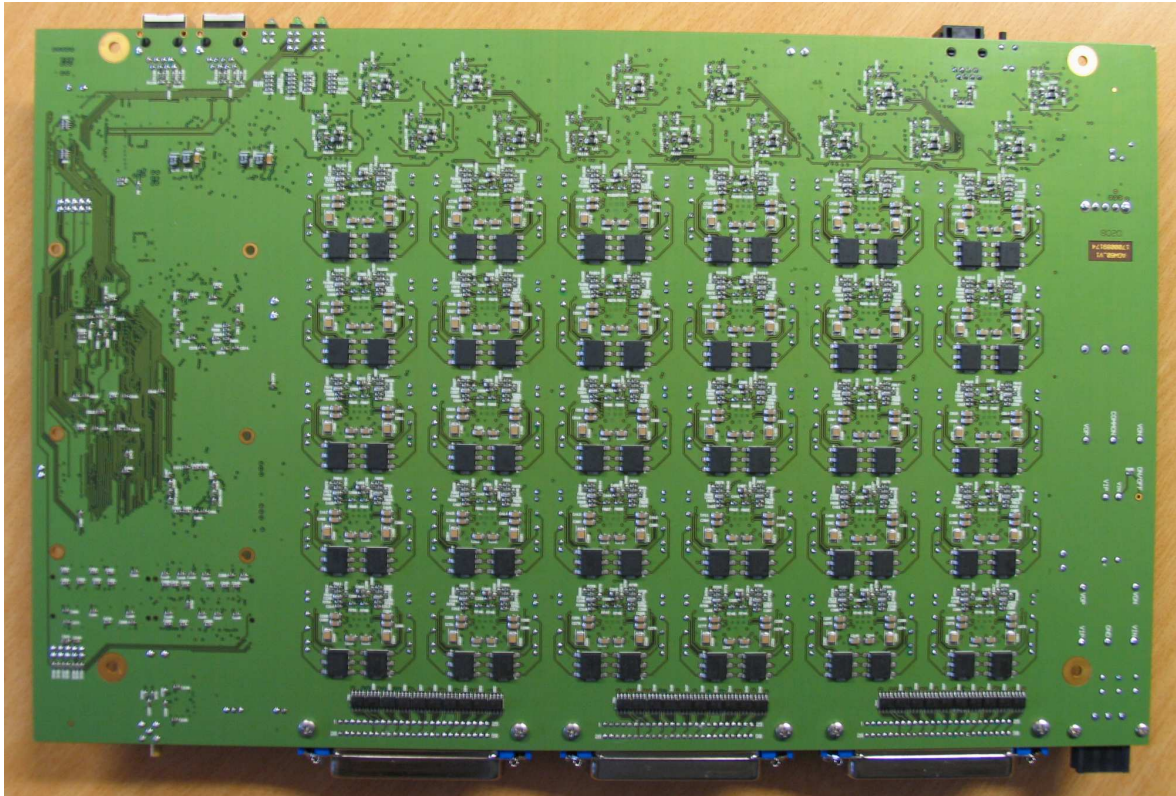


Figura 5.3: Vista inferior da carta A-MGW.

5.2.2 Internos

À parte dos requisitos apresentados acima referentes às normas TISPAN para uma Media Gateway de Acesso, requisitos estes que constituem também requisitos internos por parte da PT Inovação para este projecto, existem também os seguintes requisitos internos complementares.

5.2.2.1 Interfaces

- Suporte de interfaces PSTN (z): Suporte para 60 acessos analógicos, com sinalização associada a terminais POTS.
- Suporte de interfaces Ethernet: Suporte de acesso à rede IP através de 2 ligações Ethernet.

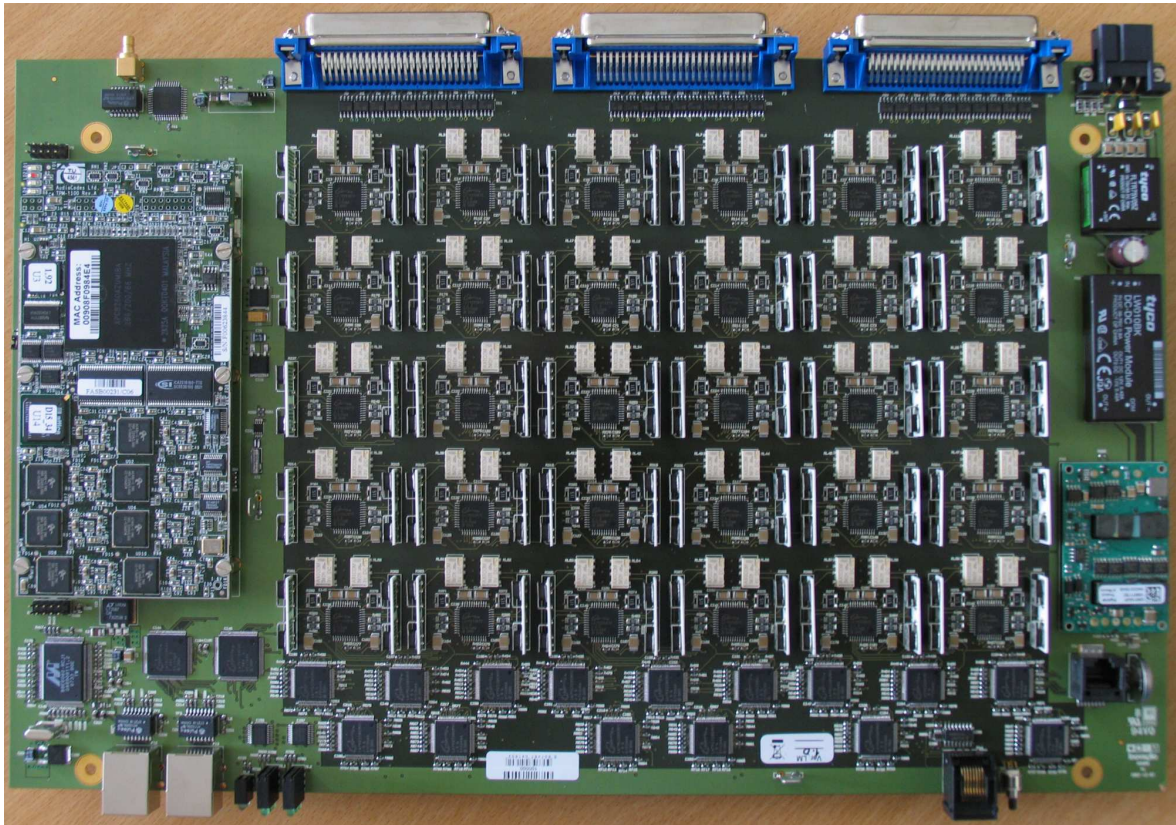


Figura 5.4: Vista superior da carta A-MGW com o módulo TPM-1100.

5.2.2.2 Protocolos

- Suporte dos seguintes protocolos de segurança para as diferentes finalidades:
 - IP Security (IPSec) e Internet Key Exchange (IKE): Estes protocolos fazem parte das normas da IETF para a segurança. O protocolo IPSec é responsável pela segurança dos streams de dados e o protocolo IKE é utilizado para a obtenção das chaves e profiles das cifras de IPSec. O IPSec é usado para a obtenção de confidencialidade, autenticação e integridade das mensagens dos seguintes tipos de dados:
 - * Tráfego de controlo: MEGACO/H.248;
 - * Tráfego de gestão: SNMP e HTTP.
 - RADIUS: É utilizado pelo Telnet para autenticação.
 - Media Security: Permite cifra de tráfego de voz na rede IP.

- Suporte dos protocolos RTP e RTCP de acordo com a IETF, normas RFC 3550 e 3551 respectivamente.
- Suporte de protocolos de Controlo MEGACO/H.248 e SIP. De acordo com o subsistema PES da TISpan a A-MGW poderá ser controlada por uma AGCF, através do protocolo H.248/MEGACO, ou ligar directamente ao core numa implementação stand-alone baseada na sinalização SIP ao qual se dá o nome de SIP-based VoIP Gateway.
- Suporte do protocolo de gestão de rede SNMPv2 e deve suportar SNMPv3.

5.2.2.3 Processamento de sinal

- Suporte de cancelamento de eco.
- Suporte de supressão de silêncio.
- Suporte de geração de ruído de conforto.
- Suporte de tons e anúncios.

5.2.2.4 Integração em demonstradores

A integração da Media Gateway deve cumprir os requisitos relacionados com descrição de demonstradores, tal como se encontra definido nos documentos elaborados dentro do âmbito do projecto SHipNET.

5.3 Módulo Analógico

5.3.1 Descrição

O Módulo Analógico é o módulo da gateway responsável pelo interface com as linhas analógicas telefónicas, sendo responsável pelo controlo dos terminais e do processamento de áudio produzido por estes e que posteriormente será enviado via PCM Highway para o Módulo Gateway. Este módulo analógico de interface com os terminais analógicos é um elemento que

caracteriza as gateways de acesso e residenciais, uma vez que estas ligam os terminais analógicos directamente à rede IP, transformando estes, do ponto de vista da rede, como terminais SIP.

Este módulo teve como base uma carta já existente na PT Inovação, capaz de agregar 30 linhas analógicas numa ligação E1. O diagrama de blocos desta carta está representado na figura 5.5. Partindo desta carta agregada foram, naturalmente, necessárias várias alterações até se conseguir o módulo analógico pretendido, dessas alterações salientam-se as seguintes:

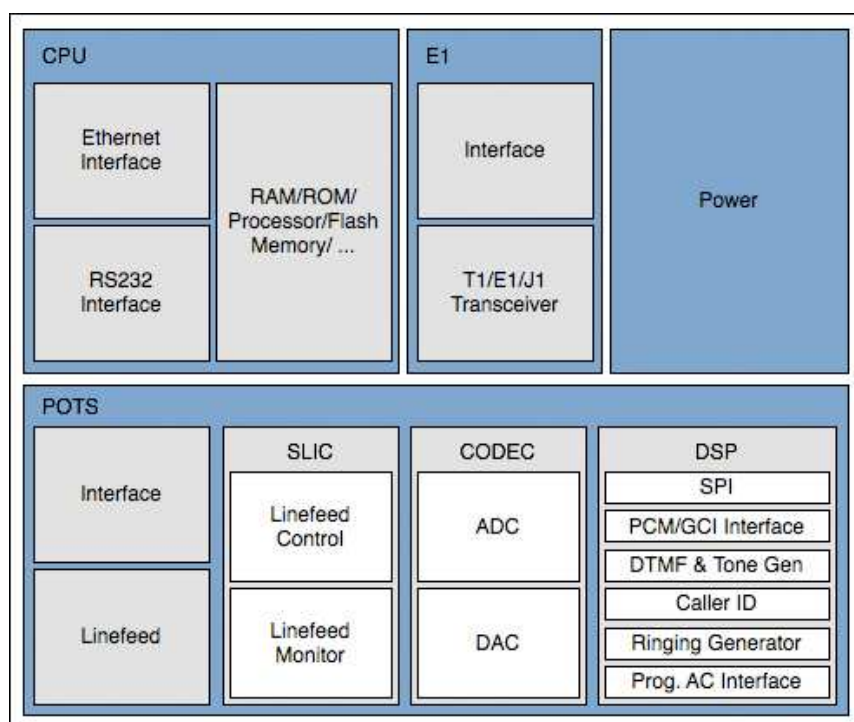


Figura 5.5: Módulos funcionais da carta M30AB.

1. Alteração da capacidade de 30 para 60 linhas analógicas telefónicas, alteração esta que implica naturalmente o aumento proporcional do número de elementos Subscriber Line Interface Circuit (SLIC) e Subscriber Line Audio-processing Circuit (SLAC);
2. Remoção do interface E1, uma vez que a transferência de informação entre os módulos passa a ser feita por um PCM Highway interno à A-MGW;
3. Alteração do transceiver Ethernet por um switch Ethernet capaz de interligar os dois módulos existentes na A-MGW e a rede externa através de 2 portas;

4. Sendo a carta correspondente a este módulo também a carta principal da A-MGW e por isso a carta anfitriã da carta TPM-1100, foram também necessários alguns ajustes relativos à alimentação dos diferentes elementos, e referentes às ligações entre os dois módulos;
5. Adaptação de todo o firmware ao novo módulo.

Nas figura 5.6 e figura 5.7 são apresentadas a vista superior e a vista inferior da carta M30AB que serviu de base à implementação do Módulo Analógico da Media Gateway de Acesso.

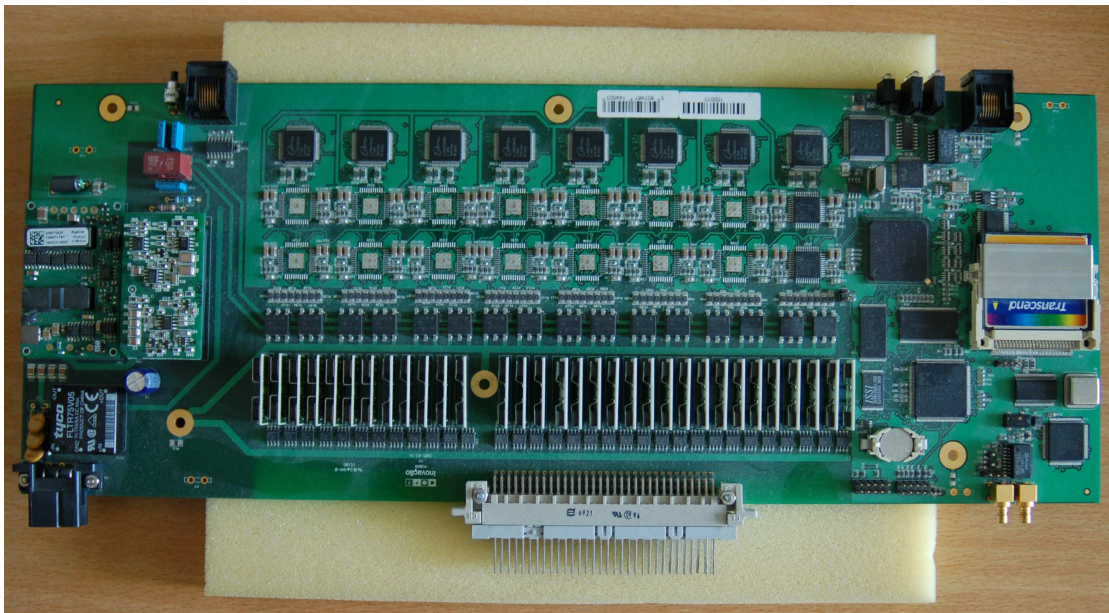


Figura 5.6: Vista superior da carta M30AB.

5.3.2 Diagrama de blocos funcionais

O diagrama da figura 5.8 representa de uma forma funcional, os blocos existentes neste módulo e a forma como eles interagem entre si. Existe uma unidade de processamento central, auxiliada por Field-Programmable Gate Array (FPGA) e existem vários blocos de dois SLICs para um SLAC por cada quatro linhas analógicas que fazem o interface com os terminais telefônicos.

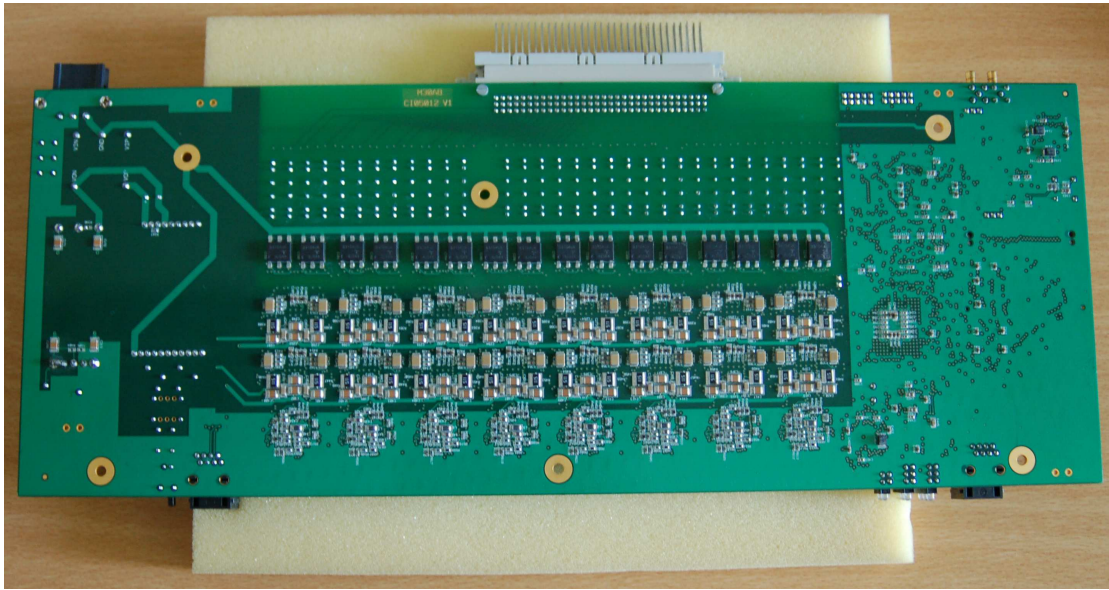


Figura 5.7: Vista inferior da carta M30AB.

5.3.3 Hardware

5.3.3.1 Interfaces POTS

O interface com as linhas analógicas é efectuado através de chips Intelligent Subscriber Line Interface Circuit (ISLIC), Intelligent Subscriber Line Audio Processing Circuit (ISLAC) e Voice Control Processor (VCP) da Legerity [99]. Para uma capacidade de 60 canais, e contando com a capacidade de 2 linhas por SLIC e 2 SLICs por SLAC, foram utilizados 15 chips SLAC e 30 SLICs. Relativamente aos VCP, uma vez que cada um tem uma capacidade para 32 canais, foram naturalmente utilizados 2, um para cada conjunto de 30 canais. Para além dos elementos funcionais referidos acima existem também elementos de protecções e resistências de Line Feed.

De seguida é feita uma breve apresentação dos chips utilizados:

- *Le79Q2284 Quad ISLAC*: combinados com os elementos SLIC, implementam 4 interfaces de linhas universais telefónicas e integram capacidades de self-test e line-test para a resolução de problemas na linha ou nos circuitos de linha;
- *Le79252 Dual ISLIC*: combinados com os elementos SLAC, implementam as fun-

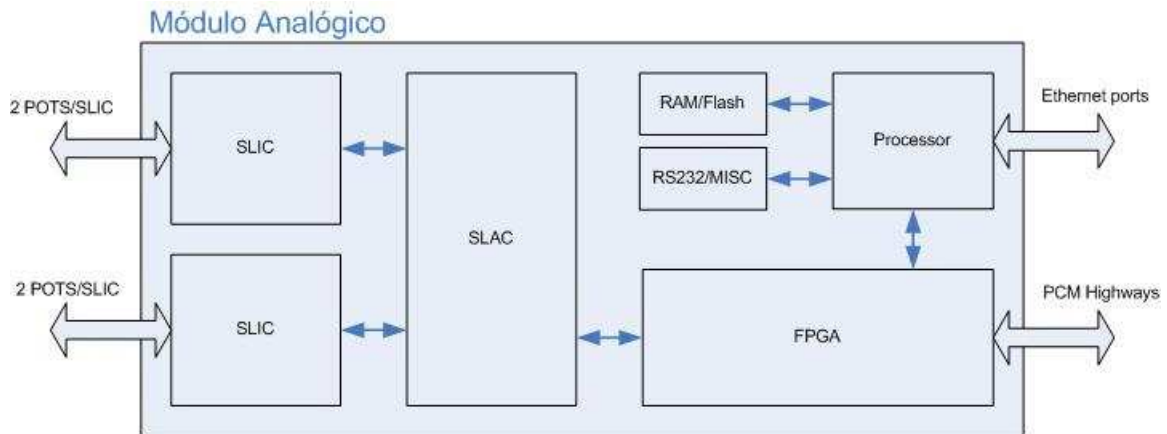


Figura 5.8: Diagrama de blocos do Módulo Analógico.

cionalidades de interface de 2 linhas telefónicas. Todos os parâmetros AC, DC e parâmetros de sinalização são completamente programáveis através de uma unidade de processamento. Estes SLICs à semelhança dos SLACs acima apresentados também integram capacidades de self-test e line-test para a resolução de problemas na linha ou nos circuitos de linha;

- *Le79112 VCP*: combinados com os SLIC/SLAC suportam até 32 interfaces de linhas universais telefónicas, com funcionalidades de alto nível. Também este elemento integra capacidades de self-test e line-test;
- *TISP7290F3D*: Overvoltage Protector;
- *L22A050AA*: Line Feed Resistor;
- *B3104U-A*: SLIC Protector.

5.3.3.2 Unidade de Processamento

A unidade de processamento é constituída pelos seguintes elementos: por um processador MOTOROLA MPC870, duas FPGA, e os blocos de memória Synchronous Dynamic Random Access Memory (SDRAM), Non-Volatile Random Access Memory (NVRAM) e Flash.

- 1 Processador *MOTOROLA MPC870* [96]: Unidade de processamento central do

módulo. É nesta unidade por exemplo que é processada a máquina de estados responsável pelo controlo das linhas analógicas e a respectiva sinalização LoopStart FXS que é trocada com o Módulo Gateway.

- 2 *FPGA Xilinx* [105]:
 - *Spartan-III*: Efectua o processamento necessário à organização da informação proveniente das linhas analógicas, no PCM Highway, de forma a que esta fique concordante com o profile configurado no Modulo de Gateway.
 - *ALTERA MAX 3000A*: Interface dos sinais de controlo e alarme dos diferentes elementos deste módulo.

5.3.3.3 Alimentação

A Media Gateway é alimentada a 48V que são posteriormente convertidos nas várias tensões utilizadas nas carta: 1V2P, 1V5P, 1V6P, 1V8P, 2V5P e 3V3P.

5.3.3.4 Miscelaneos

Para além dos elementos apresentados acima este módulo apresenta ainda duas ligações RS-232, cada uma destinada ao controlo e configuração de cada um dos dois módulos, e um termómetro digital ligado à unidade de processamento pelo protocolo I2C [97].

5.3.4 Firmware

Do software existente no Módulo Analógico, é de salientar a utilização de várias ferramentas Open Source como é o caso do boot loader para o processador PowerPC, que neste caso é o U-Boot [82], a utilização do sistema operativo Linux [100] e a utilização do BusyBox [78].

- *U-Boot 1.1.2*
- *Linux powerpc 2.6.12.2-PPC*

- *BusyBox v1.00*

A figura 5.9 ilustra a organização da memória Flash do Módulo Analógico.

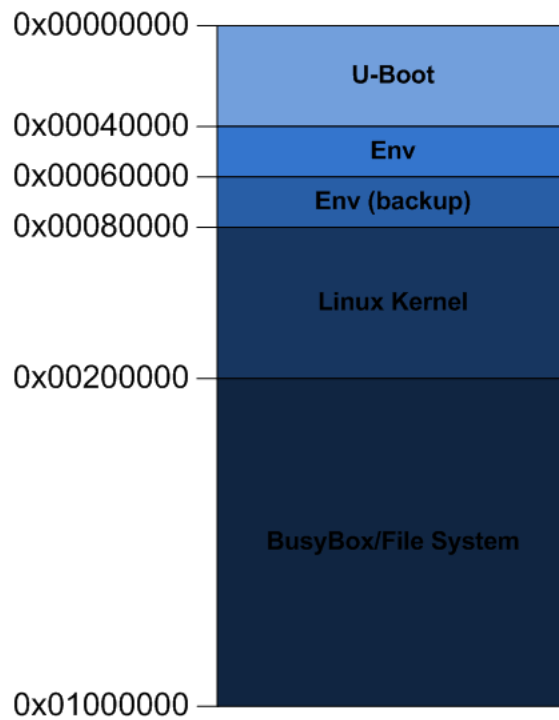


Figura 5.9: Organização da memória Flash.

Todos os estes elementos requerem uma configuração profunda de acordo com o projecto e hardware em que vão ser inseridos, configuração esta que tem, naturalmente, de ser concordante entre estes mesmos elementos. São exemplos destas configurações todos os endereços e formas de acesso aos diferentes dispositivos.

5.3.5 Software

Foram também corrigidas algumas falhas no software da carta M30AB, relativamente ao controlo dos POTS e à sua máquina de estados correspondente:

- Correção de um erro relativo ao estado de METTER que era inicializado várias vezes

fazendo aumentar significativamente o estado de ocupação do processador e inviabilizando assim a utilização de vários terminais simultaneamente;

- Introdução do sinal de interrompido no terminal POTS quando a chamada é terminada pelo terminal SIP;
- Correção de um erro relativo à entrada no estado METTER quando o terminal POTS era atendido, após o sinal de ringing.

À parte das correções apresentadas acima são também necessárias as naturais alterações do software correspondentes à alteração da capacidade deste módulo para o dobro das linhas e da utilização do PCM Highway em vez do interface com o transceiver E1.

5.4 Módulo Gateway

5.4.1 Descrição

O Módulo Gateway é fundamentalmente constituído pelo módulo TPM-1100 da AudioCodes, ilustrado nas figuras 5.10 e 5.11, que oferece uma solução integrada de Voice over Packet Networks Media Gateway. Este módulo pode ser combinado com vários módulos iguais na mesma carta, de forma a fornecer suporte para uma alta densidade de linhas.

Este módulo suporta sinais telefónicos codificados, efectuando todo o tipo de processamento ao nível da sinalização, empacotamento e funções de controlo, enviando posteriormente a informação compactada e em pacotes para a rede IP. Numa aplicação típica de VoIP este módulo efectua a compressão de voz, cancelamento de eco e compressão de silêncio. O sinal comprimido é encapsulado em pacotes RTP e enviados por um porto com interface Ethernet MII para a rede IP.

A TPM-1100 pode ser controlada utilizando os protocolos MGCP, MEGACO ou SIP, para permitir a sua integração em plataformas escaláveis e de grande capacidade. Desta forma, uma AGCF que se encontre na própria carta ou fora desta pode controlar este módulo através de MGCP ou MEGACO. Adicionalmente, a AudioCodes oferece uma alternativa a estes

protocolos, um protocolo proprietário da AudioCodes para a sua linha de módulos TPM chamado TrunkPack Network Control Protocol (TPNCP). Este módulo utiliza os DSP VoIP da AudioCodes que implementam os protocolos de comunicação, assim como os de controlo e sinalização.

Para este projecto, será utilizada a gama mais baixa em termos de capacidade da TPM-1100 e será dada mais importância aos protocolos SIP e MEGACO, de acordo com as normas da TISpan, por forma a constituir uma A-MGW ou um SIP-based Voip Gateway.

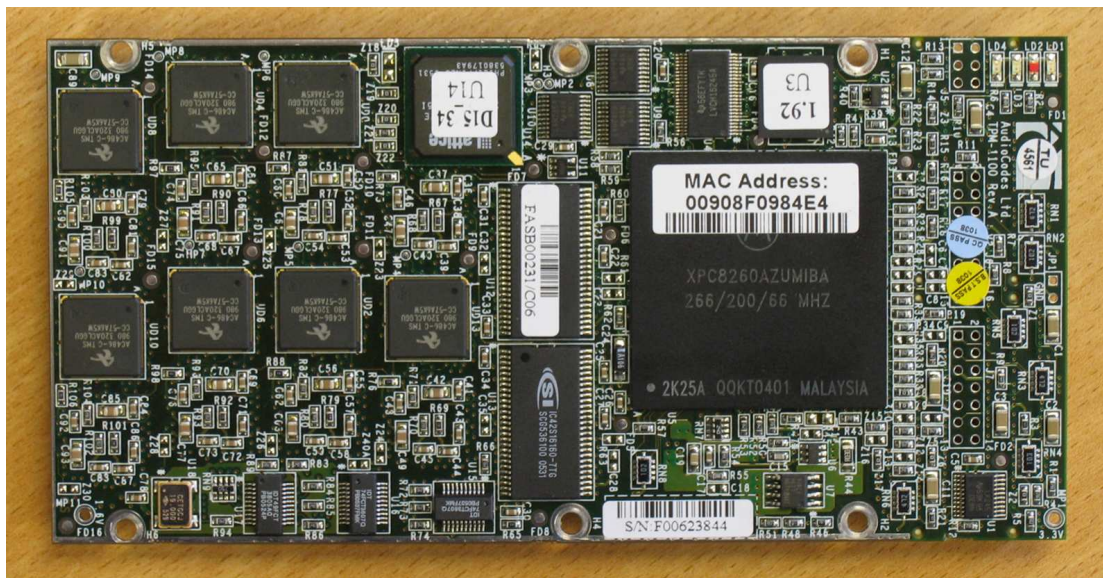


Figura 5.10: Vista superior da carta TPM-1100.

5.4.2 Características Gerais

A carta AudioCodes TPM-1100 tem as seguintes características principais:

- Vocoder: PCM/ADPCM, G.723, G.729A, GSM FR e NetCoder;
- Até 336 portos de Dados/Voz/Fax;
- Funcionalidades completas de VoIP Media Gateway;

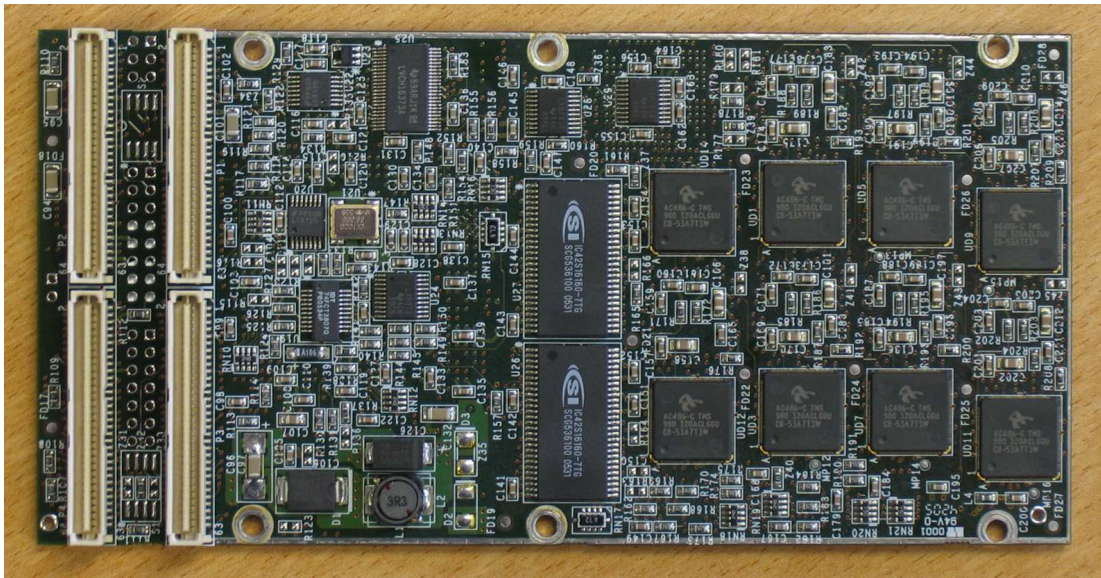


Figura 5.11: Vista inferior da carta TPM-1100.

- Módulos PCI Mezzanine Card (PMC), de acordo com as especificações físicas IEEE 1386.1;
- Protocolos de Controlo: MGCP (RFC 2705), MEGACO (H.248) ou TPNCP (Trunk-Pack API);
- Interface TDM: Múltiplos canais PCM;
- Interfaces de pacotes: 10/100 Base-T Ethernet MII ou Utopia nível 2;

5.4.3 Diagrama de blocos funcionais

O diagrama de blocos da figura 5.12 ilustra o funcionamento básico da TPM-1100.

5.4.4 Hardware

A inclusão do Módulo Gateway no módulo anfitrião requer que se leve em conta todas as características físicas do Módulo Gateway, uma vez que é sobre este que se tem menor flexibilidade. Desta forma é importante contar com as seguintes características no projecto do

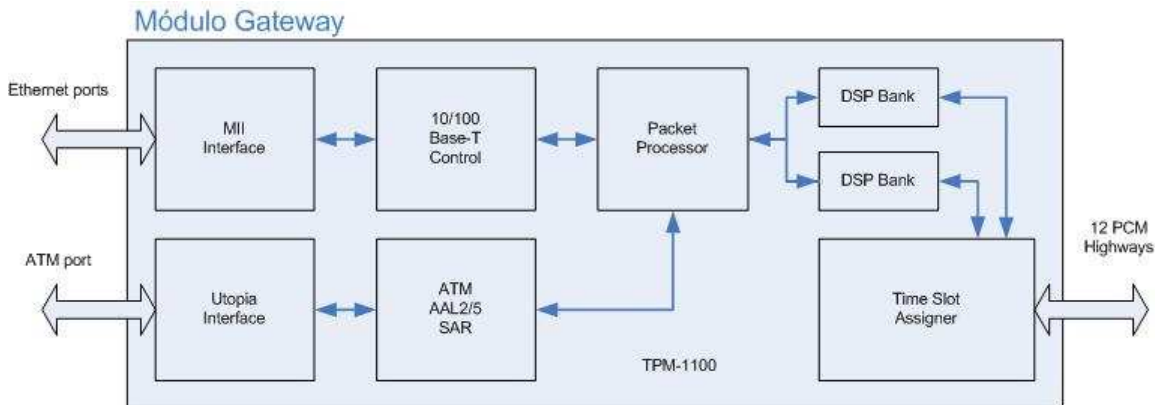


Figura 5.12: Diagrama de blocos do Módulo Gateway.

módulo anfitrião:

- Conectores PMC: Os conectores no módulo TPM-1100 estão de acordo com a norma Mezzanine IEEE-1386, com conectores de 64 ligações com 10 mm de altura. Na carta anfitriã os conectores devem ser receptores.
- Orientação dos Conectores: A orientação dos conectores deve estar de acordo com a apresentada no esquema da figura 5.13 e que ilustra o descrito na norma IEEE-1386.1.
- *Standoffs*: A especificação PMC define 4 *standoffs* que devem ser condutores de forma a ligar a terra do módulo TPM-1100 à terra da carta anfitriã. As dimensões recomendadas para os *standoffs* são: diâmetro interno 3.2 mm e diâmetro externo 4.5 mm.
Na TPM-1100, de forma a melhorar a força mecânica e o comportamento em testes de vibração, foram adicionados mais 2 *standoffs* aos adicionados pela especificação.
- Altura dos componentes permitida na carta anfitriã: também neste aspecto a TPM-1100 está de acordo com as especificações mecânicas PMC Mezzanine IEEE-1386, este aspecto está descrito na figura 5.13.
- Distância mínima: Numa carta anfitriã com mais que um módulo TPM-1100, a distância mínima entre dois módulos adjacentes deve ser de 5 mm.

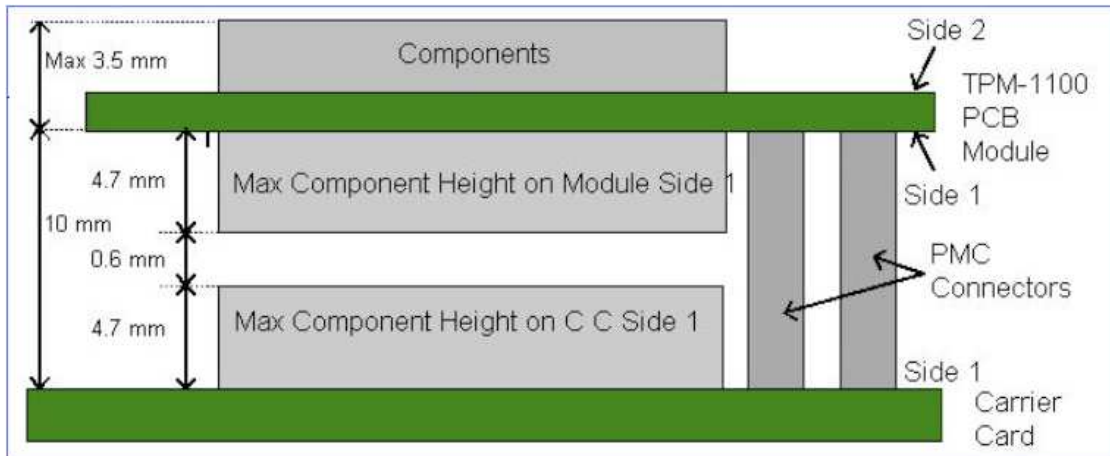


Figura 5.13: Diagrama de características físicas [68].

5.5 Detalhes de Concepção

Os detalhes de concepção deste sistema prendem-se fundamentalmente com os detalhes de integração dos dois módulos que o constituem, principalmente com a interação e comunicação entre eles. Sendo o Módulo Analógico o módulo anfitrião, a integração do Módulo Gateway é vista, após prévia configuração física de acordo com as utilidades desejadas, como o bloco da figura 5.14.

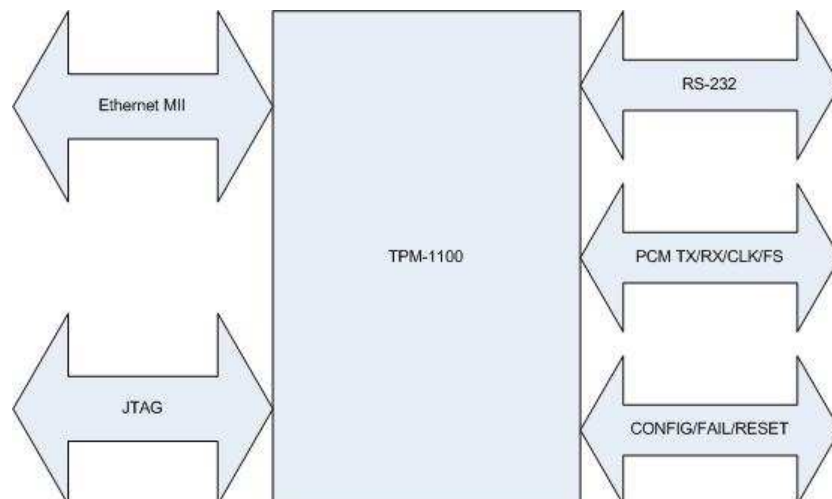


Figura 5.14: Diagrama de ligações do módulo TPM-1100.

Dos detalhes de concepção são de salientar: a comunicação existente no PCM Highway,

tanto a nível de organização da informação de voz a transmitir, como a nível de protocolo utilizado para o controlo dos terminais; a comunicação Ethernet; e as ligações de configuração, controlo e monitorização do Módulo Gateway.

5.5.1 PCM Highway

A TPM-1100 apresenta 12 ligações Highway bi-direccionais e de 8MHz, para transmitir tráfego PCM ou sinalização. Esta carta suporta também vários tipos de profiles de mapeamento para as ligações PCM de acordo com as características dos codificadores e número de canais desejados por ligação.

Estes profiles de mapeamento estão divididos em dois tipos, os que suportam e os que não suportam sinalização. A sinalização suportada é a Channel-Associated Signaling (CAS) que pode ser recebida e gerada por este módulo.

Neste caso apenas foram necessários 2 ligações PCM Highway (PCM Highway DR#/DX# 1 e 2), uma para os 60 canais PCM e outra para a sinalização CAS. O profile escolhido é o 144 LBRV With Signaling, cujo mapeamento está descrito na tabela da figura 5.15.

Logical Channel ID (CID)	Physical Media Channels		Physical Signaling Channels	
	Physical Time Slots #	PCM Highway (DR#/DX#)	Physical Time Slots #	PCM Highway (DR#/DX#)
0-119	0-119	1	0-119	2
120-143	0-24	3	0-24	4

Figura 5.15: Profile 144 LBRV With Signaling [68].

O sinal de sincronismo de trama está representado no diagrama temporal da figura 5.16.

5.5.2 Sinalização CAS

A TPM-1100 está preparada para transmitir sinalização ABCD através de um porto dedicado e que apresenta sincronismo com a ligação PCM Highway correspondente. Esta transmissão

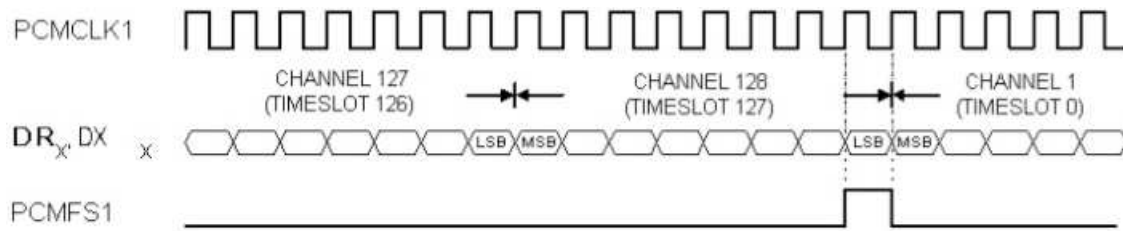


Figura 5.16: Sinal de sincronismo de trama [68].

é feita tendo duas ligações Highway dedicadas, uma delas para os sinais PCM e a outra para Sinalização, estas duas ligações estão sincronizadas no sentido em que os parâmetros ABCD e o sinal PCM de um determinado canal são enviados no mesmo time-slot.

Os 4 bits menos significativos de cada time-slot contêm os parâmetros ABCD da sinalização, correspondendo o parâmetro D ao bit Least Significant Bit (LSB) do time-slot. A estrutura de sinalização ABCD é full duplex e está representada na figura 5.17.

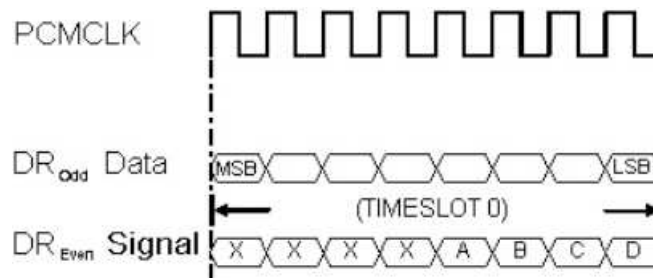


Figura 5.17: Estrutura de sinalização ABCD [68].

Para esta implementação, o protocolo de sinalização utilizado entre estes dois módulos foi o CAS LoopStart FXS. O motivo da escolha desta sinalização, deve-se ao facto da existência de um ficheiro com a informação desta sinalização preparado para introduzir na TPM-1100, a simplicidade de implementação e a disponibilização de uma tabela com a informação dos bits AB para cada estado, o que permitiu alterar o software da carta M30AB de acordo com a sinalização pretendida indicada nas tabelas 5.1 e 5.2.

Tabela 5.1: Chamada de entrada (Do Módulo Analógico para o Gateway)

	Transmit Signaling		Receive Signaling	
	A	B	A	B
Idle State	0	1	0	1
Seizure	0	1	1	1
Completion of Dialling (Dial Tone + Collecting Digits)	0	1	1	1
Answer	0	0/1	1	1

Tabela 5.2: Chamada de saída (Do Módulo Gateway para o Analógico)

	Transmit Signaling		Receive Signaling	
	A	B	A	B
Idle State	0	1	0	1
Ring on	0	0	0	1
Ring off	0	1	0	1
1 PBX Answers Call	0	X	1	1
Normal Talking State	0	X	1	1

5.5.3 Ligação Ethernet

A comunicação IP efectuada entre os dois módulos da Media Gateway e o mundo exterior é feita através de um Switch Ethernet de 5 portas Marvell 88E6060 [93] que comunica com os 2 módulos através de ligações Media Independent Interface (MII) e apresenta mais 2 portas físicas para o exterior.

No caso do Módulo Gateway as suas configurações Ethernet MII, para a sua ligação interna com o Switch, são as apresentadas de seguida.

UnManaged Mode (ANEG-EN = 0):

- Full Duplex Mode Enable (FDME) = 1: configura a ligação MII a Full Duplex;
- Link Speed Mode (LSM) = 1: configura a ligação MII a 100Mbps.

5.5.4 Configuração, Controlo e Monitorização

À parte das ligações apresentadas acima, existem ainda uma ligação externa RS-232 [16] para cada um dos módulos, sinais de configuração, falha e reset para o controlo do Módulo Gateway por parte da unidade de processamento central da A-MGW, e uma ligação Joint Test Action Group (JTAG) [41].

Relativamente às configurações possíveis, de acordo com os bits Conf[0:3], estas dizem respeito à forma como o módulo TPM-1100 procede, na sua sequência de inicialização, após a gateway ser ligada ou ser efectuado um reset.

Desta forma, e de acordo com as combinações apresentadas na tabela 5.3, a TPM-1100 pode ou não utilizar o modo de configuração por servidor BOOTstrap Protocol (BootP)/Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Caso este modo seja utilizado, existe ainda a opção de gravar ou não a informação dos ficheiros cmp e hex na memória não volátil, para além destes dois ficheiros existe também a opção de carregar um ficheiro ini que é sempre guardado em memória não volátil.

No caso de não ser encontrado nenhum servidor externo, o módulo usa as últimas configurações válidas guardadas em memória. Todas as possíveis sequências de inicialização encontram-se representadas no diagrama apresentado na figura 5.18.

O servidor de BootP/DHCP pode fornecer os seguintes parâmetros de configuração:

- Endereço IP e Máscara de sub-rede: Estes parâmetros de configuração são naturalmente obrigatórios e são fornecidos pelo servidor todas as vezes que é efectuado um processo de BootP/DHCP;
- Endereço IP da Default Gateway: Este parâmetro é opcional e é fornecido apenas se o servidor estiver configurado com este endereço;

Tabela 5.3: Bits de configuração [68].

Conf 0	Conf 1	Conf 2	Conf 3	Modo de Configuração
0	0	0	1	Desactiva o modo BootP/TFTP
0	0	1	0	Activa o modo BootP/TFTP. Neste modo o ficheiro cmp (ficheiro de imagem comprimida do software) e o hex (ficheiro de imagem do software) podem ser carregadas no módulo TPM-1100 mas não vão ser guardados na memória flash. O ficheiro ini também pode ser carregado, sendo sempre guardado na memória flash.
0	0	1	1	Activa o modo BootP/TFTP. Neste modo o ficheiro cmp (ficheiro de imagem comprimida do software) e o hex (ficheiro de imagem do software) podem ser carregadas no módulo TPM-1100 e vão ser guardados na memória flash. O ficheiro ini também pode ser carregado, sendo sempre guardado na memória flash.

- Nome da imagem do Software: Quando o módulo detecta que este parâmetro opcional está especificado no servidor inicia um processo Trivial File Transfer Protocol (TFTP) para efectuar o download do ficheiro. Uma configuração opcional é guardar esta imagem em memória não volátil, para ser utilizada quando uma nova imagem não é especificada pelo servidor;
- Nome do ficheiro de configuração (ini): Este parâmetro (ver como exemplo o anexo A.3.1) é o nome de um ficheiro proprietário de configuração da AudioCodes. Este ficheiro, que também pode ser transferido do servidor por TFTP, pode conter vários parâmetros e tabelas de configuração. Este ficheiro é sempre guardado em memória não volátil que pode ser utilizado quando não é fornecido pelo servidor.

Este módulo também apresenta um modo que utiliza as últimas configurações guardadas.

Neste caso, a TPM-1100 usa a imagem de software e as configurações (incluindo o endereço IP e máscara de sub-rede) existentes em memória. Neste modo a TPM-1100 não se tenta conectar ao servidor de BootP/DHCP.

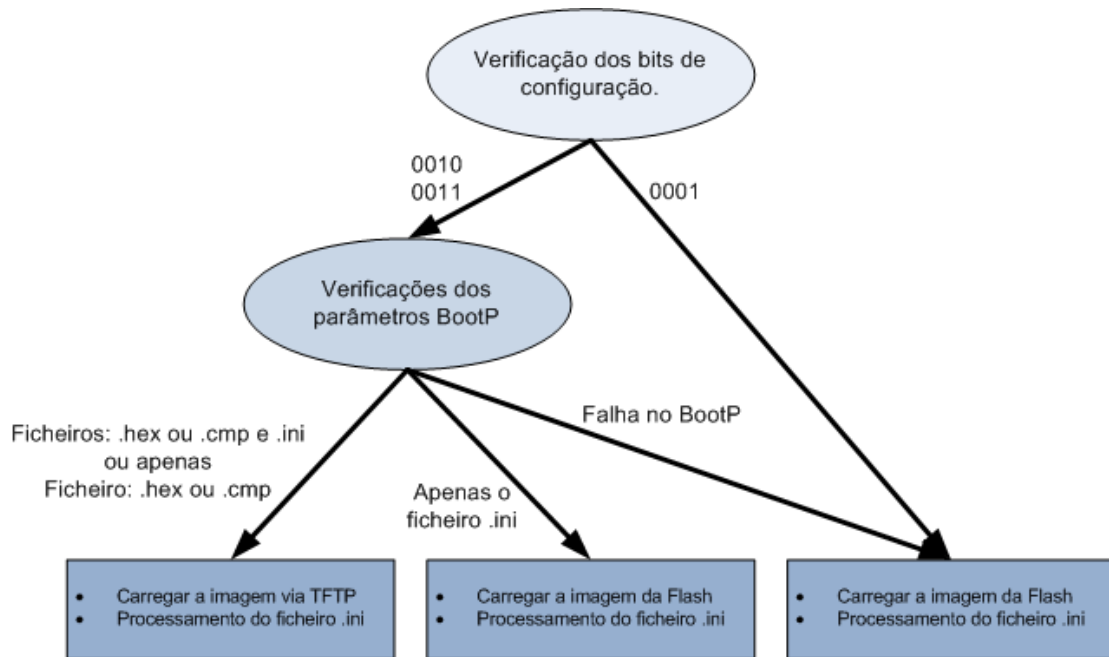


Figura 5.18: Sequências de inicialização possíveis [68].

Capítulo 6

Conclusões e Perspectivas de Evolução

6.1 Conclusões

O futuro das telecomunicações aponta para uma cada vez maior heterogeneidade das formas físicas de acesso à comunicação e uma também maior variedade de serviços. Contudo existe também uma forte tendência de convergência no sentido de existir uma plataforma integradora, a um nível intermédio a estes dois extremos da pilha protocolar, capaz de servir de ponto de ligação entre os diferentes tipos de acesso e os diferentes serviços prestados. A figura 6.1 ilustra esta convergência ao nível IP.

Do trabalho conjunto entre a 3GPP e a ESTI, e contando também com a colaboração importante de outras organizações como a IETF ou a ITU, surge um novo conceito, designado de NGN, com o objectivo de conseguir um ponto de convergência entre os diferentes tipos de redes existentes, efectuando uma migração dos serviços existentes para uma plataforma baseada no protocolo IP. Desta forma existirá uma maior diferenciação entre as camadas físicas da rede e os serviços que correm no topo dessas camadas, permitindo também uma maior capacidade de criar novos serviços e de estes interagirem entre si.

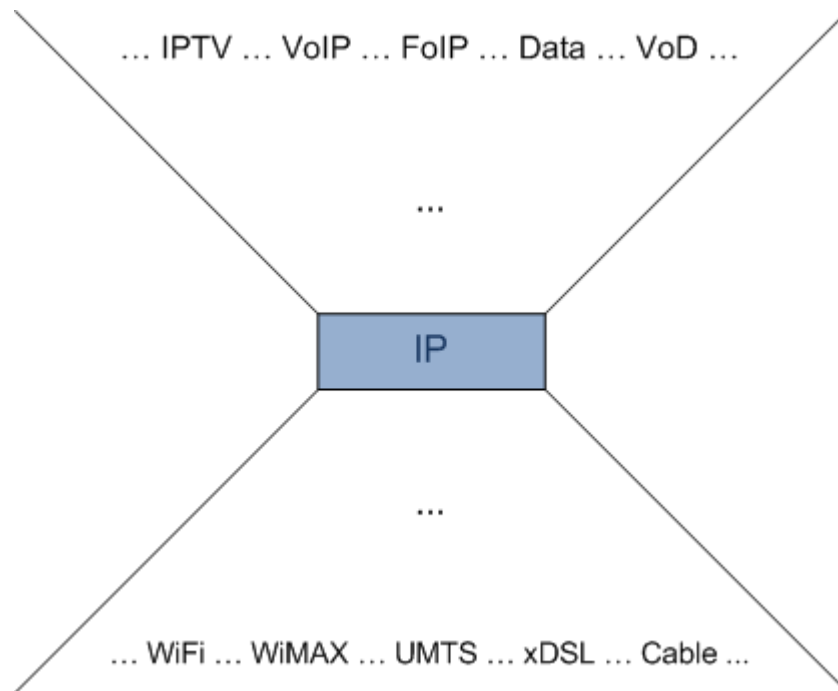


Figura 6.1: Convergência ao nível IP.

Os sistemas Media Gateway têm uma função importante em todo este processo de convergência das diferentes redes e no processo de migração dos serviços para uma nova infra-estrutura. Estes elementos ajudam a que uma transformação desta dimensão seja efectuada de forma gradual e não prejudicial para os clientes, tanto ao nível do sistema de core, com o sistema Media Gateway de Trunking, como ao nível das redes de acesso com os sistemas Media Gateway de Acesso.

O projecto Media Gateway de uma forma geral foi bem sucedido, tendo sido efectuada o estudo e teste dos diferentes tipos de sistemas Gateway de acordo com as normas 3GPP e ETSI, assim como o estudo do sistema de core IMS para que a integração deste com os sistemas Media Gateway pudesse ser efectuada da melhor forma. Foi ainda efectuada o estudo, projecto e início de desenvolvimento de uma Media Gateway de Acesso de acordo com as norma ETSI TISPAN e especificações internas da PT Inovação.

Dos testes efectuados com os sistemas de Trunking e de Acesso foi possível comprovar o seu correcto funcionamento de acordo com as normas. Os sistemas apresentaram um correcto desempenho integrados no Core IMS SHipNET e permitiram os estudos necessários ao pos-

terior projecto e desenvolvimento dos sistemas de acesso desejados. Os testes efectuados são também um bom indicador do nível de preparação dos produtos existentes no mercado para esta nova realidade, apresentando soluções tanto finais como a nível de módulos e elementos para o desenvolvimento destes sistemas.

6.2 Perspectivas de evolução

A evolução deste projecto está directamente ligado à natural evolução das normas relacionadas com as redes NGN e especificamente com as normas relacionadas com os sistemas Media Gateway. Contudo, existem ainda alguns pontos a concluir na versão actual, como é o caso da adaptação do firmware existente para o firmware exigido pela nova carta.

Outro ponto que pode ser explorado é a criação de novos serviços que incluam as novas capacidades dos sistemas de Media Gateway ligados à rede IP e ao sistema de Core IMS.

Finalmente, um factor a melhorar no actual projecto da A-MGW desenvolvida é a troca do módulo de Gateway por um sistema completamente desenvolvido de raiz, fazendo uso de VoPP que tornem esta unidade mais barata uma vez que o módulo TPM-1100 tem um preço relativamente elevado para o número de linhas que neste caso está a implementar. Este factor também pode ser melhorado aumentando o número de linhas da A-MGW para pelo menos o dobro da capacidade actual, fazendo mais uso das capacidades do módulo Gateway baixando o custo por linha.

Apêndice A

Configurações das Gateways

A.1 Mediant 2000 (board.ini)

```
*****
** Ini File **
*****

;Board: Mediant 2000
;Serial Number: 589483
;Slot Number: 1
;Software Version: 5.00.034.003
;DSP Software Version: 624AE3 => 209.16
;Board IP Address: 192.168.121.1
;Board Subnet Mask: 255.255.255.0
;Board Default Gateway: 192.168.121.254
;Ram size: 128M Flash size: 8M
;Num DSPs: 24 Num DSP channels: 144
;Key features::Max SW Ver: 5.0;Board Type: Mediant 2000;SS7 Links: MTP2=8 MTP3=8 M2UA=8 M3UA
=8 ;Security: IPSEC MediaEncryption StrongEncryption EncryptControlProtocol ;Channel
Type: RTP PCI DspCh=240;DSP Voice features: EC128mSec IpmDetector RTCP-XR ;Control
Protocols: MGCP MEGACO H323 SIP ;IP Media: VXML ExtVoicePrompt=10MB ;E1Trunks=8;T1Trunks
=8;Coders: G723 G729 G728 NETCODER GSM-FR GSM-EFR AMR EVRC-QCELP G727 ;PSTN Protocols:
ISDN IUA=8 CAS V5.2;Default features::Coders: G711 G726;
;
```

Capítulo A: Configurações das Gateways

[SYSTEM Params]

DNSPriServerIP = 192.168.122.253

WatchdogStatus = 0

[BSP Params]

PCMLawSelect = 1

TDMBusClockSource = 4

TDMBusEnableFallback = 1

INIFileVersion = 100

BaseUDPPort = 6000

EnableIPAddrTranslation = 0

RoutingTableHopsCountColumn = 0,
0, 0, 0, 0

[ATM Params]

[Analog Params]

[ControlProtocols Params]

CallAgentDomainName = 'mgcf.ptinovacao.pt'

GatewayName = 'm2k-ptinovacao.pt'

EndpointName = ''

EndpointPREFIX = 'S0'

TrunkName = 'DS1--'

MGCPDTMFDetectionPoint = 0

MGCPDefaultCoder = 'PCMA'

AdminStateLockControl = 0

MGCPDebugMode = 3

[MGCP Params]

CPPlayAnnouncementToNetworkSide = 1

CallAgentIP = 192.168.121.2

CallAgentPort = 2727

RedundantAgentPort = 0

MGCPVersion = 'MGCP 1.0 TGCP 1.0'

RSIPOnNetworkDisconnection = 0

UseWildCardWithRSIP = 0

[MEGACO Params]

EP_Num_0 = 0
EP_Num_1 = 1
EP_Num_2 = 0
EP_Num_3 = 0
EP_Num_4 = 0

[PSTN Params]

TDMBusPSTNAutoClockEnable = 1
ProtocolType = 5
TerminationSide = 1
FramingMethod = c
LineCode = 2
CASTablesNum = 1
ISDNInCallsBehavior = 32768
CASFileName_0 = 'LoopStartTable_FXS.dat'
CASFileName_1 = ''
CASFileName_2 = ''
CASFileName_3 = ''
CASFileName_4 = ''
CASFileName_5 = ''
CASFileName_6 = ''
CASFileName_7 = ''
PSTNReserved3 = 101

[SS7 Params]

[Voice Engine Params]

IdlePCMPattern = 255
EnableSilenceCompression = 1
VoiceVolume = 6
CallerIDTransportType = 1
V22ModemTransportType = 0
V23ModemTransportType = 0
V32ModemTransportType = 0
V34ModemTransportType = 0
FaxRelayEnhancedRedundancyDepth = 0
DJBufMinDelay = 30
DisableNAT = 0
CallProgressTonesFilename = 'call_progress_portugal.dat'

[WEB Params]

LogoWidth = '339'

[SIP Params]

[SCTP Params]

[VXML Params]

[IPsec Params]

[Audio Staging Params]

```
;  
;  
; *** TABLE SS7_SN_TIMERS_TABLE ***  
;  
;
```

[SS7_SN_TIMERS_TABLE]

```
FORMAT SS7_SNTIMERS_INDEX = SS7_SNTIMERS_NAME, SS7_SNTIMERS_T6, SS7_SNTIMERS_T8,  
    SS7_SNTIMERS_T10, SS7_SNTIMERS_T11, SS7_SNTIMERS_T15, SS7_SNTIMERS_T16,  
    SS7_SNTIMERS_T18_ITU, SS7_SNTIMERS_T19_ITU, SS7_SNTIMERS_T20_ITU, SS7_SNTIMERS_T21_ITU,  
    SS7_SNTIMERS_T24_ITU, SS7_SNTIMERS_T22_ANSI, SS7_SNTIMERS_T23_ANSI,  
    SS7_SNTIMERS_T24_ANSI, SS7_SNTIMERS_T25_ANSI, SS7_SNTIMERS_T26_ANSI,  
    SS7_SNTIMERS_T27_ANSI, SS7_SNTIMERS_T28_ANSI, SS7_SNTIMERS_T29_ANSI,  
    SS7_SNTIMERS_T30_ANSI;  
SS7_SN_TIMERS_TABLE 0 = SN_Timers, 1200, 1200, 60000, 90000, 3000, 2000, 20000, 67000,  
    60000, 65000, 500, 180000, 180000, 5000, 30000, 12000, 3000, 3000, 60000, 30000;  
SS7_SN_TIMERS_TABLE 1 = SN_Timers, 1200, 1200, 60000, 90000, 3000, 2000, 20000, 67000,  
    60000, 65000, 500, 180000, 180000, 5000, 30000, 12000, 3000, 3000, 60000, 30000;  
SS7_SN_TIMERS_TABLE 2 = SN_Timers, 1200, 1200, 60000, 90000, 3000, 2000, 20000, 67000,  
    60000, 65000, 500, 180000, 180000, 5000, 30000, 12000, 3000, 3000, 60000, 30000;  
SS7_SN_TIMERS_TABLE 3 = SN_Timers, 1200, 1200, 60000, 90000, 3000, 2000, 20000, 67000,  
    60000, 65000, 500, 180000, 180000, 5000, 30000, 12000, 3000, 3000, 60000, 30000;  
SS7_SN_TIMERS_TABLE 4 = SN_Timers, 1200, 1200, 60000, 90000, 3000, 2000, 20000, 67000,  
    60000, 65000, 500, 180000, 180000, 5000, 30000, 12000, 3000, 3000, 60000, 30000;
```



```
[ \SS7_SN_TIMERS_TABLE ]

;
;   *** TABLE SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE ***
;
;

[ SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE ]
FORMAT SS7_LKSETTIMERS_INDEX = SS7_LKSETTIMERS_NAME, SS7_LKSETTIMERS_T1SLT,
      SS7_LKSETTIMERS_T2SLT, SS7_LKSETTIMERS_T1, SS7_LKSETTIMERS_T2, SS7_LKSETTIMERS_T3,
      SS7_LKSETTIMERS_T4, SS7_LKSETTIMERS_T5, SS7_LKSETTIMERS_T7, SS7_LKSETTIMERS_T12,
      SS7_LKSETTIMERS_T13, SS7_LKSETTIMERS_T14, SS7_LKSETTIMERS_T17, SS7_LKSETTIMERS_T22_ITU,
      SS7_LKSETTIMERS_T23_ITU, SS7_LKSETTIMERS_T20_ANSI, SS7_LKSETTIMERS_T21_ANSI;
SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE 0 = LINKSET_Timers, 8000, 30000, 1000, 2000, 1200, 1200, 1200,
      2000, 1200, 1300, 3000, 1500, 180000, 180000, 90000, 90000;
SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE 1 = LINKSET_Timers, 8000, 30000, 1000, 2000, 1200, 1200, 1200,
      2000, 1200, 1300, 3000, 1500, 180000, 180000, 90000, 90000;
SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE 2 = LINKSET_Timers, 8000, 30000, 1000, 2000, 1200, 1200, 1200,
      2000, 1200, 1300, 3000, 1500, 180000, 180000, 90000, 90000;
SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE 3 = LINKSET_Timers, 8000, 30000, 1000, 2000, 1200, 1200, 1200,
      2000, 1200, 1300, 3000, 1500, 180000, 180000, 90000, 90000;
SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE 4 = LINKSET_Timers, 8000, 30000, 1000, 2000, 1200, 1200, 1200,
      2000, 1200, 1300, 3000, 1500, 180000, 180000, 90000, 90000;

[ \SS7_LINKSET_TIMERS_TABLE ]

;
;   *** TABLE SS7Mtp2Parms ***
;
;

[ SS7Mtp2Parms ]
FORMAT SS7Mtp2Parms_Index = SS7Mtp2Parms_LinkRate, SS7Mtp2Parms_ErrorCorrectionMethod,
      SS7Mtp2Parms_IacCp, SS7Mtp2Parms_SuermT, SS7Mtp2Parms_AermTin, SS7Mtp2Parms_AermTie,
      SS7Mtp2Parms_SuermSuD, SS7Mtp2Parms_OctetCounting, SS7Mtp2Parms_LssuLength,
      SS7Mtp2Parms_PcrN2, SS7Mtp2Parms_T1, SS7Mtp2Parms_T2, SS7Mtp2Parms_T3, SS7Mtp2Parms_T4n,
      SS7Mtp2Parms_T4e, SS7Mtp2Parms_T5, SS7Mtp2Parms_T6, SS7Mtp2Parms_T7;
SS7Mtp2Parms 0 = A, B, 5, 64, 4, 1, 256, 16, 1, 200, 50000, 150000, 2000, 8200, 500, 120,
      6000, 2000;
SS7Mtp2Parms 1 = A, B, 5, 64, 4, 1, 256, 16, 1, 200, 50000, 150000, 2000, 8200, 500, 120,
      6000, 2000;
SS7Mtp2Parms 2 = A, B, 5, 64, 4, 1, 256, 16, 1, 200, 50000, 150000, 2000, 8200, 500, 120,
      6000, 2000;
SS7Mtp2Parms 3 = A, B, 5, 64, 4, 1, 256, 16, 1, 200, 50000, 150000, 2000, 8200, 500, 120,
```

```
6000, 2000;
```

```
[ \SS7Mtp2Parms ]
```

```
;  
; *** TABLE SS7_LINK_TABLE ***  
;  
;
```

```
[ SS7_LINK_TABLE ]
```

```
FORMAT SS7_LINK_INDEX = SS7_LINK_NAME, SS7_LINK_RDCY_BOARD, SS7_LINK_ADMINISTRATIVE_STATE,  
    SS7_LINK_TRACE_LEVEL, SS7_LINK_L2_TYPE, SS7_LINK_L3_TYPE, SS7_LINK_TRUNK_NUMBER,  
    SS7_LINK_TIMESLOT_NUMBER, SS7_LINK_LAYER2_VARIANT, SS7_LINK_MTP2_ATTRIBUTES,  
    SS7_CONGESTION_LOW_MARK, SS7_CONGESTION_HIGH_MARK, SS7_LINK_M2UA_IF_ID,  
    SS7_LINK_GROUP_ID, SS7_LINK_TNL_MGC_LINK_NUMBER, SS7_LINK_TNL_ALIGNMENT_MODE,  
    SS7_LINK_TNL_CONGESTION_MODE, SS7_LINK_TNL_WAIT_START_COMPLETE_TIMER,  
    SS7_LINK_TNL_OOS_START_DELAY_TIMER, SS7_LINK_TNL_WAIT_OTHER_SIDE_INSV_TIMER,  
    SS7_LINK_MON_SU_FILTER;  
SS7_LINK_TABLE 0 = m2k_ss7_link, 0, 2, 1, 1, 2, 0, 16, 1, 0, 5, 20, 0, 0, 0, 0, 30000,  
    5000, 30000, 3;
```

```
[ \SS7_LINK_TABLE ]
```

```
;  
; *** TABLE SS7_SN_TABLE ***  
;  
;
```

```
[ SS7_SN_TABLE ]
```

```
FORMAT SS7_SN_INDEX = SS7_SN_NAME, SS7_SN_TRACE_LEVEL, SS7_SN_ADMINISTRATIVE_STATE,  
    SS7_SN_VARIANT, SS7_SN_NI, SS7_SN_SP_STP, SS7_SN_TFC, SS7_SN_OPC,  
    SS7_SN_ROUTESET_CONGESTION_WINSIZE, SS7_SN_TIMERS_INDEX, SS7_SN_ISUP_APP,  
    SS7_SN_SCCP_APP, SS7_SN_BISUP_APP, SS7_SN_ALCAP_APP;  
SS7_SN_TABLE 0 = m2k_SP, 1, 2, 1, 2, 0, 0, 3338, 8, 0, 4, 4, 4, 5;
```

```
[ \SS7_SN_TABLE ]
```

```
;  
; *** TABLE SS7_LINKSET_TABLE ***  
;  
;
```

```
[ SS7_LINKSET_TABLE ]
```

```
FORMAT SS7_LINKSET_SN_INDEX, SS7_LINKSET_LINKSET_INDEX = SS7_LINKSET_NAME,
```

```
SS7_LINKSET_ADMINISTRATIVE_STATE, SS7_LINKSET_DPC, SS7_LINKSET_MASK,
SS7_LINKSET_ALTERNATE_MASK, SS7_LINKSET_TIMERS_INDEX;
SS7_LINKSET_TABLE 0, 0 = m2k_linkset, 2, 3328, 15, 240, 0;

[ \SS7_LINKSET_TABLE ]

;
; *** TABLE SS7_LINKSETLINK_TABLE ***
;
;

[ SS7_LINKSETLINK_TABLE ]
FORMAT SS7_LINKSETLINK_SN_INDEX, SS7_LINKSETLINK_LINKSET_INDEX,
SS7_LINKSETLINK_INNER_LINK_INDEX = SS7_LINKSETLINK_LINK_NUMBER, SS7_LINKSETLINK_LINK_SLC
;
SS7_LINKSETLINK_TABLE 0, 0, 0 = 0, 0;

[ \SS7_LINKSETLINK_TABLE ]

;
; *** TABLE SS7_ROUTESET_TABLE ***
;
;

[ SS7_ROUTESET_TABLE ]
FORMAT SS7_ROUTESET_SN_INDEX, SS7_ROUTESET_INDEX = SS7_ROUTESET_NAME,
SS7_ROUTESET_ADMINISTRATIVE_STATE, SS7_ROUTESET_DPC, SS7_ROUTESET_MASK;
SS7_ROUTESET_TABLE 0, 0 = m2k_ROUTE, 2, 3328, 15;

[ \SS7_ROUTESET_TABLE ]

;
; *** TABLE SS7_ROUTESETRROUTE_TABLE ***
;
;

[ SS7_ROUTESETRROUTE_TABLE ]
FORMAT SS7_ROUTESETRROUTE_SN_INDEX, SS7_ROUTESETRROUTE_ROUTESET_INDEX,
SS7_ROUTESETRROUTE_INNER_ROUTE_INDEX = SS7_ROUTESETRROUTE_LINKSET_NUMBER,
SS7_ROUTESETRROUTE_PRIORITY;
SS7_ROUTESETRROUTE_TABLE 0, 0, 0 = 0, 0;

[ \SS7_ROUTESETRROUTE_TABLE ]
```

```
;  
; *** TABLE SS7_SIG_IF_GROUP_TABLE ***  
;  
;  
[ SS7_SIG_IF_GROUP_TABLE ]  
FORMAT SS7_SIG_IF_GR_INDEX = SS7_IF_GR_ID, SS7_SIG_SG_MGC, SS7_SIG_LAYER, SS7_SIG_TRAF_MODE,  
    SS7_SIG_T_REC, SS7_SIG_T_ACK, SS7_SIG_T_HB, SS7_SIG_MIN_ASP, SS7_SIG_BEHAVIOUR,  
    SS7_LOCAL_SCTP_PORT, SS7_SIG_NETWORK, SS7_DEST_SCTP_PORT, SS7_DEST_IP,  
    SS7_MGC_MX_IN_STREAM, SS7_MGC_NUM_OUT_STREAM, RdcyBoardNum ;  
SS7_SIG_IF_GROUP_TABLE 0 = 0, 83, 3, 1, 2000, 2000, 30000, 1, 0, 2905, 1, 65534, 0.0.0.0, 2,  
    2, 0;  
  
[ \SS7_SIG_IF_GROUP_TABLE ]  
  
;  
; *** TABLE SS7_SIG_INT_ID_TABLE ***  
;  
;  
[ SS7_SIG_INT_ID_TABLE ]  
FORMAT SS7_SIG_IF_ID_INDEX = SS7_SIG_IF_ID_VALUE, SS7_SIG_IF_ID_NAME,  
    SS7_SIG_IF_ID_OWNER_GROUP, SS7_SIG_IF_ID_LAYER, SS7_SIG_IF_ID_NAI, SS7_SIG_M3UA_SPC;  
SS7_SIG_INT_ID_TABLE 0 = 100, LEFT_SN, 0, 3, 0, 3338;  
  
[ \SS7_SIG_INT_ID_TABLE ]  
  
;  
; *** TABLE DspTemplates ***  
; This table contains hidden elements and will not be exposed.  
; This table exists on board and will be saved during restarts  
;  
;
```

A.2 openCallAgent

```
ADD-SIP-ROUTE:HOST=192.168.20.5, MAX-CALLS=1000, PORT=5060, PROXY=YES, REGISTER=NONE, ROUTE=  
    SIP_IN;  
ADD-SIP-ROUTE:HOST=192.168.20.69, MAX-CALLS=1000, PORT=5063, PROXY=YES, REGISTER=NONE, ROUTE=  
    =SIP_OUT;  
UBL-SIP-ROUTE:ROUTE=SIP_OUT  
UBL-SIP-ROUTE:ROUTE=SIP_IN
```

```
ADD-MGCP-VENDOR: VENDOR=audiocodes , CLEAR-MODE=AUDIOCODES;
ADD-MGCP-MG: MG=m2k_mg, NC=CISCO_E1, VENDOR=audiocodes;

ADD-M3UA-SG: SG=m2k_sg, MTP=ITU;
ADD-M3UA-RK: ROUTING-KEY=ss7_route , LOCAL-PC=3338, NI=2, RPC-SET=3328;
ADD-M3UA-SGP: SGP=m2k_sgp, SG=m2k_sg, LOCAL-ADDRESS=myASP, LOCAL-PORT=2905, REMOTE-ADDRESSES
    =192.168.121.1, REMOTE-PORT=2905;
EBL-M3UA-SGP: SGP=m2k_sgp, SG=m2k_sg;
ADD-M3UA-ROUTE: ROUTING-KEY=ss7_route , SGP=m2k_sgp, SG=m2k_sg, RC=1;
EBL-M3UA-ROUTE: ROUTING-KEY=ss7_route , SGP=m2k_sgp, SG=m2k_sg;

ADD-ISUP-ROUTE: ROUTE=isup_route , VARIANT=ETSI_V2, OPC=3338, DPC= 3328;
ADD-ISUP-CIRCUIT: ROUTE=isup_route , CIC=1, ENDPOINT="S0/DS1-0/1@m2k-mg", END-CIC=15;
ADD-ISUP-CIRCUIT: ROUTE=isup_route , CIC=17, ENDPOINT="S0/DS1-0/17@m2k-mg", END-CIC=31;
EBL-ISUP-CIRCUIT: ROUTE=isup_route , CIC=1, END-CIC=15;
EBL-ISUP-CIRCUIT: ROUTE=isup_route , CIC=17, END-CIC=31;
UBL-ISUP-CIRCUIT: ROUTE=isup_route , CIC=1, END-CIC=15;
UBL-ISUP-CIRCUIT: ROUTE=isup_route , CIC=17, END-CIC=31;

ADD-RTCASE:RO-1="SIP_OUT,1,100", RTCASE=RC_SIP_OUT;
ADD-RTCASE:RO-1="isup_route,1,100", RTCASE=rc_isup_route;

ADD-CIDP:CIDP=first_cidp;
ADD-CIDP-SCEN:CDPN=., CIDP=first_cidp, LENGTH=1, SCEN=cidp_scen;
UPD-CIDP:CIDP=first_cidp;

ADD-AIRP:AIRP=SIP_IN_AIRP;
ADD-AIRP-SCEN:AIRP=SIP_IN_AIRP, SCEN=to_isup, CRITERIA="CDPN=., CDPN-NAI=NATIONAL, CDPN-NPI=
    ISDN, CPC=ORDINARY", OUTCOME="RTCASE=rc_isup_route"
UPD-AIRP:AIRP=SIP_IN_AIRP

ADD-AIRP:AIRP=isup_airp
ADD-AIRP-SCEN:AIRP=isup_airp, SCEN=to_sip, CRITERIA="CDPN=., CDPN-NAI=NATIONAL, CDPN-NPI=
    ISDN, CPC=ORDINARY", OUTCOME="RTCASE=RC_SIP_OUT"
UPD-AIRP:AIRP=isup_airp

ADD-AIRP:AIRP=SIP_OUT_AIRP, DEFAULT-REASON=NO_ROUTE_TO_DESTINATION
UPD-AIRP:AIRP=SIP_OUT_AIRP

MOD-ISUP-ROUTE:ROUTE=isup_route , CIDP=first_cidp , AIRP=isup_airp;
MOD-SIP-ROUTE:ROUTE=SIP_IN , CIDP=first_cidp , AIRP=SIP_IN_AIRP;
MOD-SIP-ROUTE:ROUTE=SIP_OUT , CIDP=first_cidp , AIRP=SIP_OUT_AIRP;
```

A.3 TP-260

A.3.1 tp260.ini

```
*****
** Ini File **
*****

;Board: TrunkPack 260_UN
;Serial Number: 623844
;Slot Number: 1
;Software Version: 5.00A.034.001
;DSP Software Version: 616AE8 => 209.16
;Board IP Address: 192.168.121.6
;Board Subnet Mask: 255.255.255.0
;Board Default Gateway: 192.168.121.254
;Ram size: 128M Flash size: 8M
;Num DSPs: 56 Num DSP channels: 224
;Profile: NONE
;Key features::Max SW Ver: 5.0;Board Type: TrunkPack 260_UN;Channel Type: RTP PCI DspCh=240;
Security: IPSEC MediaEncryption EncryptControlProtocol ;Coders: G723 G729 GSM-FR G727 ;
Control Protocols: SIP ;DSP Voice features: EC128mSec ;E1Trunks=8;T1Trunks=8;PSTN
Protocols: ISDN CAS ;Default features::;Coders: G711 G726;
;_____
```

```
[SYSTEM Params]
```

```
DisableRS232 = 1
```

```
[BSP Params]
```

```
PCMLawSelect = 1
TDMBusType = 2
LocalMediaDefaultGW = 192.168.121.254
LocalMediaIPAddress = 192.168.121.6
LocalMediaSubnetMask = 255.255.255.0
LocalControlIPAddress = 192.168.121.6
LocalControlSubnetMask = 255.255.255.0
LocalControlDefaultGW = 192.168.121.254
LocalOAMIPAddress = 192.168.121.6
LocalOAMSubnetMask = 255.255.255.0
```

LocalOAMDefaultGW = 192.168.121.254

RoutingTableHopsCountColumn = 0,
0, 0, 0, 0

[ATM Params]

[Analog Params]

[ControlProtocols Params]

[MGCP Params]

[MEGACO Params]

EP_Num_0 = 0

EP_Num_1 = 1

EP_Num_2 = 0

EP_Num_3 = 0

EP_Num_4 = 0

[PSTN Params]

TraceLevel_0 = 1

TraceLevel_1 = 0

TraceLevel_2 = 0

TraceLevel_3 = 0

TraceLevel_4 = 0

TraceLevel_5 = 0

TraceLevel_6 = 0

TDMBusPSTNAutoClockEnable = 1

ProtocolType = 8

ClockMaster = 1

FramingMethod = c

LineCode = 2

CASTablesNum = 1

CASFileName_0 = 'LoopStartTable_FXS.dat'

CASFileName_1 = ''

CASFileName_2 = ''

CASFileName_3 = ''

CASFileName_4 = ''

```
CASFileName_5 = ''  
CASFileName_6 = ''  
CASFileName_7 = ''
```

```
[SS7 Params]
```

```
[Voice Engine Params]
```

```
IdlePCMPattern = 255  
IdleABCDPattern = 5  
DSPVersionTemplateNumber = 1  
EnableSilenceCompression = 1  
VoiceVolume = 1  
CallerIDTransportType = 1  
CASTransportType = 1  
V22ModemTransportType = 0  
V23ModemTransportType = 0  
V32ModemTransportType = 0  
V34ModemTransportType = 0  
FaxRelayEnhancedRedundancyDepth = 0  
RFC2833PayloadType = 101  
EnableAGC = 1  
FarEndDisconnectSilenceMethod = 2  
FarEndDisconnectSilencePeriod = 10  
CallProgressTonesFilename = 'call_progress_portugal.dat'
```

```
[WEB Params]
```

```
LogoWidth = '339'
```

```
[SIP Params]
```

```
TIMEFORREORDERTONE = 5  
PLAYRBTONE2IP = 1  
REGISTRATIONTIME = 3600  
USERADLOG = 1  
ISPROXYUSED = 1  
AUTHENTICATIONMODE = 0  
SIPDESTINATIONPORT = 4060  
BCHANNELNEGOTIATION = 0  
RADDEBLEVEL = 2  
CHANNELSELECTMODE = 0  
RADLOGOUTPUT = 1
```



```
GWDEBUGLEVEL = 6
ENABLEEARLYMEDIA = 1
PROXYNAME = 'ptinovacao.pt'
SIPGATEWAYNAME = 'ptinovacao.pt'
CNONCE = '0a123bcf'
PASSWORD = ''
ADDTON2RPI = 0
REGISTRARNAME = 'ptinovacao.pt'
ENABLEUUITEL2IP = 1
ENABLEUUIIP2TEL = 1
SENDISDNTRANSFERONCONNECT = 1
USERAGENTDISPLAYINFO = 'amgw_pots'
ENABLEUSERINFOUSAGE = 1
USERINFOFILENAME = 'UserInfoTest.txt'
COMFORTNOISENEGOTIATION = 1
CODERNAME = g711Alaw64k,20,10,$$,1
CODERNAME = g711Ulaw64k,20,0,$$,1
CODERNAME = g726,20,2,2,1
CODERNAME = g729,20,10,18,1
CODERNAME = gsmFullRate,20,10,3,1
CODERNAME_1 = g711Alaw64k,20,0,8,1
CODERNAME_1 = g711Ulaw64k,20,0,0,1
CODERNAME_1 = g726,20,2,2,1
CODERNAME_1 = g729,20,0,18,1
CODERNAME_1 = gsmFullRate,20,0,3,1
PSTNPREFIX = *,1,*,*,1
TRUNKGROUP_1 = 0-0/3-3,tiagocampos,1
PROXYIP = 192.168.21.2
TRUNKGROUPSETTINGS = 1,0,0,$$
TXDTMFOPTION = 4
DNS2IP = pscf.ptinovacao.pt,192.168.21.2,$$
;TelProfile: ProfileName, Preference, CodersGroupID, IsFaxUsed, DJBufMinDelay, JBufOptFactor
, IPDiffServ, SigIPDiffServ, DtmfVolume, InputGain, VoiceVolume, EnableReversePolarity,
EnableCurrentDisconnect, EnableDigitDelivery, ECE, MWIAnalog, MWIDisplay,
FlashHookPeriod, EnableEarlyMedia, ProgressIndicator2IP
TELPROFILE_1 = Default Tel Profile,1,1,0,70,7,0,0,-11,0,1,0,0,0,1,0,0,400,0,0
;IpProfile: ProfileName, Preference, CodersGroupID, IsFaxUsed, DJBufMinDelay, JBufOptFactor,
IPDiffServ, SigIPDiffServ, SCE, RTPRedundancyDepth, RemoteBaseUDPPort, CNGmode,
VxxTransportType, NSEMode, IsDTMFUsed, PlayRBTone2IP, EnableEarlyMedia,
ProgressIndicator2IP
IPPROFILE_1 = Default Ip Profile,1,1,0,70,7,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0

[SCTP Params]
```

[VXML Params]

[IPsec Params]

[Audio Staging Params]

```
;  
; *** TABLE DspTemplates ***  
; This table contains hidden elements and will not be exposed.  
; This table exists on board and will be saved during restarts  
;
```

A.3.2 userinfo.txt

```
234513721,tiago , tiago , tiago@ptinovacao . pt , alice
```

Apêndice B

Script openSER E.164

```
#
# $Id: openser.cfg,v 1.5 2005/10/28 19:45:33 bogdan_iancu Exp $
#
# simple quick-start config script
#

# ----- global configuration parameters -----

debug=9          # debug level (cmd line: -dddddddd)
listen=192.168.121.7
#alias=sip2imsgw.ptinovacao.pt
fork=no
#log_stderr=no   # (cmd line: -E)

# Uncomment these lines to enter debugging mode
#fork=no
log_stderr=yes

sip_warning=no
server_signature=no

check_via=no # (cmd. line: -v)
dns=no       # (cmd. line: -r)
rev_dns=no   # (cmd. line: -R)
port=5060
children=4
fifo="/tmp/openser_fifo"

# ----- module loading -----

# Uncomment this if you want to use SQL database
#loadmodule "/usr/local/openser-1.0.0/lib/openser/modules/mysql.so"
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/postgres.so"

loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/sl.so"
```

```
#loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/tm.so_with_locked_replies"
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/rr.so"
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/maxfwd.so"
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/tm.so"
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/avpops.so"

loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/usrloc.so" # FOR TESTING WITHOUT S-CSCF
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/registrar.so" # FOR TESTING WITHOUT S-CSCF

loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/textops.so"
#loadmodule "/usr/local/openser-1.0.0/lib/openser/modules/avpops.so_with_onreply_route"
#loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/avpops.so_onreply_route_and_scheme_for_db_store_and_db_delete"
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/xlog.so"
loadmodule "/usr/local/lib/openser/modules/uri.so"

#loadmodule "/usr/local/openser-1.0.0/lib/openser/modules/dlgm.so"

# Uncomment this if you want digest authentication
# mysql.so must be loaded !
#loadmodule "/usr/local/openser-1.0.0/lib/openser/modules/auth.so"
#loadmodule "/usr/local/openser-1.0.0/lib/openser/modules/auth_db.so"

# ----- setting module-specific parameters -----

# -- usrloc params --

#modparam("usrloc", "db_mode", 0)

# Uncomment this if you want to use SQL database
# for persistent storage and comment the previous line
#modparam("usrloc", "db_mode", 2)

# -- auth params --
# Uncomment if you are using auth module
#
#modparam("auth_db", "calculate_ha1", yes)
#
# If you set "calculate_ha1" parameter to yes (which true in this config),
# uncomment also the following parameter)
#
#modparam("auth_db", "password_column", "password")

# -- rr params --
# add value to ;lr param to make some broken UAs happy
modparam("rr", "enable_full_lr", 0)

# -- xlog params --
modparam("xlog", "force_color", 1)

# -- avpops params --
#modparam("avpops", "avp_url", "postgres://pcscf:pcscf@127.0.0.1/pcscf")
#modparam("avpops", "avp_url", "mysql://openser:openserrw@localhost/openser")
#modparam("avpops", "avp_table", "usr_preferences")
#modparam("avpops", "use_domain", 1)
#modparam("avpops", "avp_aliases", "prvuid=s:private_uid;user_identity=s:user_identity")
#modparam("avpops", "db_scheme", "regavps:table=regavps")

# ----- request routing logic -----
```

```

# main routing logic

route{

# initial sanity checks -- messages with
# max_forwards==0, or excessively long requests
if (!mf_process_maxfwd_header("10")) {
sl_send_reply("483", "Too Many Hops");
return;
};

if (proto==UDP && msg:len >= 2500 ) {
xlog("L_INFO", "$Crs Message TOO BIG!?\n");
sl_send_reply("513", "Message too big");
return;
};

# -----
# Record Route Section
# -----
# we record-route all messages -- to make sure that
# subsequent messages will go through our proxy; that's
# particularly good if upstream and downstream entities
# use different transport protocol
if (!method=="REGISTER")
record_route();

# -----
# Loose Route Section
# -----
if (loose_route() {

if ((method=="INVITE" || method=="REFER") && !has_totag() {
sl_send_reply("403", "Forbidden");
return;
};

route(1);
return;
};

# -----
# Call Type Processing Section
# -----

if (method=="ACK") {
route(1);
return;
} else if (method=="CANCEL") {
route(1);
return;
} else if (method=="INVITE") {
route(3);
return;
};

route(1);
}

```

```
route[1] {
# -----
# Default Message Handler
# -----
if (!t_relay()) {
sl_reply_error();
};
}

route[3] {
# -----
# INVITE Message Handler
# -----

# lookup("aliases");
# if (uri!=myself) {
# route(1);
# return;
# };

# International PSTN

#if (uri=~"tel:\+351234513722" || uri=~"tel:\+35123451374[3-9]" || uri=~"tel:\+35123451375[0-9]")

route(5);
return;

# else {
# route(6);
# return;

# };
# else {
# sl_send_reply("404", "User Not Found");
# return;
# };
#

#route(1);
}

route[5] {

# -----
# PSTN Handler
# -----

avp_printf("$avp(s:telurl)", "$ru");
avp_subst("$avp(s:telurl)", "/tel:(\+[0-9]+)/sip:\1@192.168.20.5;user=phone/");
avp_pushho("$ruri", "$avp(s:telurl)");

avp_printf("$avp(s:touri)", "$tu");
avp_subst("$avp(s:touri)", "/tel:(\+[0-9]+)/sip:\1@192.168.20.5;user=phone/");
remove_hf("To");
append_hf("To: <$avp(s:touri)>\r\n");
```

```

avp_printf("$avp(s:fromuri)", "$fu");
    avp_printf("$avp(s:userfrom)", "$fU");
    avp_printf("$avp(s:fromtag)", "$ft");
avp_subst("$avp(s:fromuri)", "/tel:(\+[0-9]+)/sip:\1@mgcf.ptinovacao.pt:5060;user=phone/");
remove_hf("From");
    append_hf("From: $avp(s:userfrom) <$avp(s:fromuri)>;tag=$avp(s:fromtag)\r\n");

if (is_present_hf("P-Asserted-Identity"))
{
remove_hf("P-Asserted-Identity");
append_hf("P-Asserted-Identity: <sip:$avp(s:userfrom)@mgcf.ptinovacao.pt>\r\n");
}

t_relay("udp:192.168.20.5:5060");

# route(1);
}

route[6] {

# -----
# PSTN Handler
# -----

#avp_subst("$avp(s:telurl)", "/tel:(\+[0-9]+).*/sip:\1@ptinovacao.pt;user=phone/");
    # avp_pushho("$ruri", "$avp(s:telurl)");

# send ("192.168.20.69:5060");
#rewritehost("192.168.20.69:5060");
#avp_write("i:45", "inv_timeout");
t_relay("udp:192.168.20.69:5060");
#route(1);
}

```


Bibliografia

Livros

- [1] G. Camarillo e I. A. Garcia-Martin. *The 3G Ip Multimedia Subsystem (IMS) Merging the internet and the cellular worlds*. Wiley, 2004.
- [2] Paul Mather e Sebastian Coope Jeffrey Bannister. *Convergence Technologies for 3G Networks: IP, UMTS, EGPRS and ATM*. John Wiley & Sons, Ltd, 2004.
- [3] Leslie Lamport. *TEX: A Document Preparation System*. Addison-Wesley, 1986.
- [4] K.V. Prasad. *Principles of Digital Communication Systems and Computer Networks*. Charles River Media, 2004.
- [5] H. T. Sousa. *Sinalização n^o7 Teoria e Prática*. João Azevedo Editor, 2005.

Normas

- [6] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TS 26.071: 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Mandatory Speech Codec speech processing functions AMR Speech Codec; General Description, August 1999.
- [7] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TS 29.002: Mobile Application Part (MAP) specification, March 1999.

- [8] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TS 22.228: Service requirements for the IP Multimedia Core Network Subsystem (Stage 1), September 2000.
- [9] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TS 29.278: Customized Applications for Mobile network Enhanced Logic (CAMEL); CAMEL Application Part (CAP) specification for IP Multimedia Subsystems (IMS), September 2002.
- [10] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TR 29.998: 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Core Network; Open Service Access (OSA); Application Programming Interface (API) Mapping for OSA; Part 8: Data Session Control Service Mapping to CAP (Release 6), December 2004.
- [11] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TS 23.228: IP multimedia subsystem; Stage 2, December 2004.
- [12] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TS 24.229: Internet Protocol (IP) multimedia call control protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3, June 2005.
- [13] 3th Generation Partnership Project. 3GPP TS 23.002: Network architecture, March 2006.
- [14] H. Alvestrand. A Mission Statement for the IETF. RFC 3935 (Best Current Practice), October 2004.
- [15] F. Andreasen and B. Foster. Media Gateway Control Protocol (MGCP) Version 1.0. RFC 3435 (Informational), January 2003. Updated by RFC 3661.
- [16] Electronics Industries Association. EIA Standard RS-232-C Interface Between Data Terminal Equipment and Data Communication Equipment Employing Serial Data Interchange, August 1969.
- [17] T. Berners-Lee, R. Fielding, and H. Frystyk. Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.0. RFC 1945 (Informational), May 1996.
- [18] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss. An Architecture for Differentiated Service. RFC 2475 (Informational), December 1998. Updated by RFC 3260.

- [19] R. Braden, L. Zhang, S. Berson, S. Herzog, and S. Jamin. Resource ReSerVation Protocol (RSVP) – Version 1 Functional Specification. RFC 2205 (Proposed Standard), September 1997. Updated by RFCs 2750, 3936, 4495.
- [20] S. Bradner. The Internet Standards Process – Revision 3. RFC 2026 (Best Current Practice), October 1996. Updated by RFCs 3667, 3668, 3932, 3979, 3978.
- [21] P. Calhoun, J. Loughney, E. Guttman, G. Zorn, and J. Arkko. Diameter Base Protocol. RFC 3588 (Proposed Standard), September 2003.
- [22] G. Camarillo. The Internet Assigned Number Authority (IANA) Uniform Resource Identifier (URI) Parameter Registry for the Session Initiation Protocol (SIP). RFC 3969 (Best Current Practice), December 2004.
- [23] T. Dierks and E. Rescorla. The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.1. RFC 4346 (Proposed Standard), April 2006. Updated by RFCs 4366, 4680, 4681.
- [24] D. Durham, J. Boyle, R. Cohen, S. Herzog, R. Rajan, and A. Sastry. The COPS (Common Open Policy Service) Protocol. RFC 2748 (Proposed Standard), January 2000. Updated by RFC 4261.
- [25] T. George, B. Bidulock, R. Dantu, H. Schwarzbauer, and K. Morneault. Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 2 (MTP2) - User Peer-to-Peer Adaptation Layer (M2PA). RFC 4165 (Proposed Standard), September 2005.
- [26] C. Groves, M. Pantaleo, T. Anderson, and T. Taylor. Gateway Control Protocol Version 1. RFC 3525 (Proposed Standard), June 2003.
- [27] M. Handley and V. Jacobson. SDP: Session Description Protocol. RFC 2327 (Proposed Standard), April 1998. Obsoleted by RFC 4566, updated by RFC 3266.
- [28] European Telecommunications Standards Institute. ETSI TS 123 002: Digital cellular telecommunications system (Phase2+) (GSM); Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Network architecture, March 2000.
- [29] European Telecommunications Standards Institute. ETSI ES 282 001: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture Release 1, June 2005.

- [30] European Telecommunications Standards Institute. ETSI ES 283 002: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES); NGN Release 1 H.248 Profile for controlling Access and Residential Gateways, August 2005.
- [31] European Telecommunications Standards Institute. ETSI TS 183 043: IMS-based PSTN/ISDN Emulation Stage 3 specification, May 2005.
- [32] European Telecommunications Standards Institute. ETSI ES 282 002: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); PSTN/ISDN Emulation Subsystem (PES); Functional Architecture, March 2006.
- [33] European Telecommunications Standards Institute. ETSI ES 282 003: Resources and Admission Control Sub-system (RACS); Functional Architecture, June 2006.
- [34] European Telecommunications Standards Institute. ETSI ES 282 004: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); NGN Functional Architecture; Network Attachment Sub-System (NASS), June 2006.
- [35] European Telecommunications Standards Institute. ETSI ES 282 007: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IP Multimedia Subsystem (IMS); Functional architecture, June 2006.
- [36] European Telecommunications Standards Institute. ETSI TS 182 012: Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN); IMS-based PSTN/ISDN Emulation Subsystem; Functional architecture, April 2006.
- [37] J. Loughney, G. Sidebottom, L. Coene, G. Verwimp, J. Keller, and B. Bidulock. Signalling Connection Control Part User Adaptation Layer (SUA). RFC 3868 (Proposed Standard), October 2004.
- [38] K. Morneault, R. Dantu, G. Sidebottom, B. Bidulock, and J. Heitz. Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 2 (MTP2) - User Adaptation Layer. RFC 3331 (Proposed Standard), September 2002.

- [39] K. Morneault and J. Pastor-Balbas. Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 3 (MTP3) - User Adaptation Layer (M3UA). RFC 4666 (Proposed Standard), September 2006.
- [40] K. Morneault, S. Rengasami, M. Kalla, and G. Sidebottom. Integrated Services Digital Network (ISDN) Q.921-User Adaptation Layer. RFC 4233 (Proposed Standard), January 2006.
- [41] Institute of Electrical and Inc Electronics Engineers. IEEE Std 1149.1-1990 IEEE Standard Test Access Port and Boundary-Scan Architecture -Description, January 1990.
- [42] L. Ong, I. Rytina, M. Garcia, H. Schwarzbauer, L. Coene, H. Lin, I. Juhasz, M. Holdrege, and C. Sharp. Framework Architecture for Signaling Transport. RFC 2719 (Informational), October 1999.
- [43] C. Perkins, I. Kouvelas, O. Hodson, V. Hardman, M. Handley, J.C. Bolot, A. Vega-Garcia, and S. Fosse-Parisis. RTP Payload for Redundant Audio Data. RFC 2198 (Proposed Standard), September 1997.
- [44] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler. SIP: Session Initiation Protocol. RFC 3261 (Proposed Standard), June 2002. Updated by RFCs 3265, 3853, 4320.
- [45] H. Schulzrinne and S. Casner. RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control. RFC 3551 (Standard), July 2003.
- [46] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. RFC 3550 (Standard), July 2003.
- [47] H. Schulzrinne and S. Petrack. RTP Payload for DTMF Digits, Telephony Tones and Telephony Signals. RFC 2833 (Proposed Standard), May 2000. Obsoleted by RFCs 4733, 4734.
- [48] H. Schulzrinne, A. Rao, and R. Lanphier. Real Time Streaming Protocol (RTSP). RFC 2326 (Proposed Standard), April 1998.

- [49] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation G.711 : Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies, November 1988.

- [50] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Q.700 : Introduction to CCITT Signalling System No. 7, March 1993.

- [51] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Q.1218 : Interface Recommendation for intelligent network CS-1, October 1995.

- [52] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Q.703 : Signalling link, July 1996.

- [53] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Q.761 : Signalling System No. 7 - ISDN User Part functional description, December 1999.

- [54] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Q.762 : Signalling System No. 7 - ISDN User Part general functions of messages and signals, December 1999.

- [55] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Q.763 : Signalling System No. 7 - ISDN User Part formats and codes, December 1999.

- [56] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Q.764 : Signalling System No. 7 - ISDN User Part signalling procedures, December 1999.

- [57] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation H.248 : Gateway control protocol, June 2000.

- [58] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation Y.2011: General principles and general reference model for next generation networks, October 2004.

- [59] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation E.164 : The international public telecommunication numbering plan, 2005.
- [60] International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector. ITU-T Recommendation V.152 : Procedures for supporting voice-band data over IP networks, January 2005.
- [61] R. Stewart, Q. Xie, K. Morneault, C. Sharp, H. Schwarzbauer, T. Taylor, I. Rytina, M. Kalla, L. Zhang, and V. Paxson. Stream Control Transmission Protocol. RFC 2960 (Proposed Standard), October 2000. Updated by RFC 3309.
- [62] E. Weilandt, N. Khanchandani, and S. Rao. V5.2-User Adaptation Layer (V5UA). RFC 3807 (Proposed Standard), June 2004.

Teses e Publicações

- [63] Portugal Telecom Inovação. SHipNET: Service Handling on IP Networks. http://www.ptinovacao.pt/produtos/SHipNet/F_SHipNET.pdf, June 2007.
- [64] Portugal Telecom Inovação. mDSLAM. http://www.ptinovacao.pt/produtos/netband/f_mediadslam.pdf, April 2008.
- [65] PricewaterhouseCoopers Nasser Sattar, Partner. Telecom Leader. Transformação IP: para além do triple play (1000 maiores empresas: Os desafios para 2007). Público - Edição Especial, 2006.
- [66] UTStarcom. IMS-Enabled Access Networks: Enabling network-independent access to personalized services. http://www.utstar.com/Document_Library/0639.pdf, 2006.

Datasheets

- [67] AudioCodes. Mediant 2000, Mediant 1000, TP-1610 and TP-260 SIP User's Manual (Version 4.6), June 2005.

- [68] AudioCodes. TPM-1100 VoP Media Gateway Modules User's Manual 4.6, May 2005.
- [69] Open Telecommunication. openCallAgent 3.1 Install Guide, August 2005.
- [70] Open Telecommunication. openCallAgent 3.1 User Guide, October 2005.
- [71] VocalTec. Essentra CX User Guide Release 6.0, November 2006.

Páginas Web e Aplicações

- [72] Instituto de Telecomunicações - Aveiro. <http://www.av.it.pt>, June 2007.
- [73] Portugal Telecom Inovação. <http://www.ptinovacao.pt/>, June 2007.
- [74] 3rd Generation Partnership Project. 3GPP Home Page. <http://www.3gpp.org/>, June 2007.
- [75] 3rd Generation Partnership Project. 3GPP Specifications. <http://www.3gpp.org/specs/specs.htm>, June 2007.
- [76] Telecommunications Technology Association. TTA Home Page. <http://www.tta.or.kr/English/>, June 2007.
- [77] China Communications Standards Associations. CCSA Home Page. <http://www.ccsa.org.cn/english>, June 2007.
- [78] BusyBox. BusyBox Webpage. <http://www.busybox.net>, June 2007.
- [79] Gerald Combs. Wireshark: Go deep. <http://www.wireshark.org>, June 2007.
- [80] Telecommunication Technology Committee. TTC Home Page. <http://www.ttc.or.jp/e/>, June 2007.
- [81] CounterPath. CounterPath Corporation | Home. <http://www.counterpath.com>, June 2007.
- [82] DENX Software Engineering. U-Boot – the Universal Boot Loader. <http://www.denx.de/wiki/UBoot>, June 2007.

- [83] European Telecommunication Standards Institute. Who is ETSI? http://www.etsi.org/about_etsi/5_minutes/5min_a.htm, June 2007.
- [84] Alliance for Telecommunications Industry Solutions. ATIS Home Page. <http://www.atis.org/>, June 2007.
- [85] Internet Engineering Task Force. Active IETF Working Groups. <http://www.ietf.org/html.charters/wg-dir.html>, June 2007.
- [86] Internet Engineering Task Force. IETF Home Page. <http://www.ietf.org/>, June 2007.
- [87] Internet Engineering Task Force. IETF Request for Comments. <http://www.ietf.org/rfc.html>, June 2007.
- [88] Internet Engineering Task Force. IETF Request for Comments Index. http://www.ietf.org/iesg/1rfc_index.txt, June 2007.
- [89] European Telecommunication Standards Institute. ETSI Home Page. <http://www.etsi.org/>, June 2007.
- [90] European Telecommunication Standards Institute. Signaling Transport (sigtran). <http://www.ietf.org/html.charters/sigtran-charter.html>, June 2007.
- [91] European Telecommunication Standards Institute. Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks. <http://www.etsi.org/tispan/>, June 2007.
- [92] European Telecommunication Standards Institute. TISPAN: Terms of Reference. http://portal.etsi.org/tispan/TISPAN_ToR.asp, June 2007.
- [93] Marvell. Marvell Technology Group Ltd. – The Market leader in Switching, Transceivers, Wireless, PC Connectivity, Gateways, Communications Controllers, and Storage. <http://www.marvell.com>, June 2007.
- [94] Sun Microsystems. Solaris Operating System. <http://www.sun.com/software/solaris>, June 2007.
- [95] Sun Microsystems. Sun Microsystems Webpage. <http://www.sun.com>, June 2007.

- [96] Motorola. Motorola Webpage. <http://www.motorola.com>, June 2007.
- [97] NXP. NXP I2C rev 03 specification. http://www.nxp.com/acrobat_download/usermanuals/UM10204_3.pdf, June 2007.
- [98] Association of Radio Industries and Business. ARIB Home Page. <http://www.arib.or.jp/english/>, June 2007.
- [99] Zarlink Semiconductor. Zarlink Semiconductor. <http://www.legerity.com/>, June 2007.
- [100] Linus Torvalds. The Linux Kernel Archives. <http://www.kernel.org>, June 2007.
- [101] International Telecommunication Union. ITU Home Page. <http://www.itu.int/>, June 2007.
- [102] International Telecommunication Union. ITU Overview. <http://www.itu.int/aboutitu/overview/index.html>, June 2007.
- [103] International Telecommunication Union. Next Generation Network Global Standards Initiative. <http://www.itu.int/ITU-T/ngn/index.phtml>, June 2007.
- [104] International Telecommunication Union. NGN Working definition. http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com13/ngn2004/working_definition.html, June 2007.
- [105] XILINX. FPGA and CPLD Solutions from Xilinx, Inc. <http://www.xilinx.com>, June 2007.