

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
DEPARTAMENTO DE COMUNICAÇÕES

**Análise de Sinalização e
Meta-Sinalização na RDSI-FL**

Este exemplar corresponde a redação final da tese
defendida por Waldemar Bustamante
Fortes Jr. e aprovada pela Comissão
Julgada em 20 / 10 / 1997.

Orientador

MESTRANDO : Waldemar Bustamante Fortes Junior

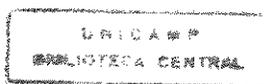
ORIENTADOR : Dr. Rege Romeu Scarabucci

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica
da Unicamp como requisito parcial para obtenção do título
de Mestre em Engenharia Elétrica

Outubro 1997

F776a

32483/BC



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
	Unicamp
	F776a
V	Ex.
LIVRO Nº	32483
PREÇO	281/97
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	16/12/97
N.º OPD	

CM-00104264-3

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

B968a

Fortes Junior, Waldemar Bustamante
Análise de sinalização e meta-sinalização na
RDSI-FL. / Waldemar Bustamante Fortes Junior.--
Campinas, SP: [s.n.], 1997.

Orientador: Rege Romeu Scarabucci
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de
Computação.

1. Telecomunicações - Sinalização. 2. Rede digital
de serviços integrados - Sinalização. I. Scarabucci,
Rege Romeu. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação.
III. Título.

Resumo

A constante evolução das redes de comunicação, da simples rede telefônica, para redes cada vez mais complexas, que servirão de suporte para a prestação de serviços integrados com alta disponibilidade de banda, é o principal fator motivador para este trabalho.

Com a Rede Digital de Serviços Integrados - Faixa Larga (RDSI-FL), vários paradigmas serão quebrados, sendo algumas destas mudanças abordadas:

- o aspecto da sinalização existente nestas redes e como ocorre a evolução da sinalização existente nas primeiras redes telefônicas até a que está sendo proposta para a RDSI-FL; tendo sido, a maior parte das informações acerca da sinalização proposta para a RDSI-FL, estruturada neste trabalho a partir de Draft's do ITU-T.
- a evolução do serviço prestado, o qual ainda hoje é, em sua maioria, suportado pela Rede Telefônica, podendo o usuário, a partir de um simples aparelho telefônico conectado a uma "tomada telefônica" em sua casa ou ambiente de trabalho, selecionar um outro aparelho telefônico qualquer também conectado à rede telefônica através de uma outra "tomada telefônica" e estabelecer conversação com quem quiser; para um serviço de acesso integrado, onde o usuário, a partir de sua casa ou ambiente de trabalho, poderá estabelecer simultaneamente chamadas de voz, dados e vídeo com alta disponibilidade de banda, utilizando-se de uma ou várias "tomadas de serviços", onde poderá conectar qualquer destes terminais, estando todas elas conectadas a uma mesma interface de acesso à RDSI-FL.

Para que este novo paradigma seja suportado, no acesso do usuário à rede, se faz necessário, dentre outras coisas, que se tenha o protocolo de meta-sinalização, cuja gerência é projetada e implementada neste trabalho, sendo seus principais aspectos discutidos.

Dedico este trabalho primeiramente ao Supremo Creador Infinito, como uma grata contribuição para a realização de Seu Propósito-Plano e ao Sr. Jesus, o Cristo, que tem um papel único neste processo hoje por mim compreendido, e aos meus pais por tudo que fizeram, contribuindo para que eu chegasse a estes resultados e me abrindo a possibilidade de atingir resultados cada vez maiores.

Agradecimentos

Gostaria de manifestar os meus mais sinceros agradecimentos às pessoas e às instituições que, de alguma maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho:

- ao Prof. Dr. Rege Romeu Scarabucci pela orientação, dedicação e incentivos dados à realização deste trabalho, pela paciência em constantemente revisá-lo, e pela atenção e cordialidade que sempre me foram dispensadas.
- à Telesp, em especial ao gerente da Divisão Técnica Mitsuo Shibata, e aos meus gerentes imediatos José Napoleão Pereira da Cunha, atualmente, e Antônio Marcos Ferraz de Campos, na época em que o trabalho foi iniciado, que contribuíram decisivamente para a viabilização deste trabalho.
- aos amigos da Telebrás Marcos Baffuto e Herculano e aos amigos Newton e Daniel pelas discussões técnicas e filosóficas sobre ATM, sinalização, linguagem C e pelas sugestões dadas.
- à Thélós Associação Cultural, único lugar onde encontrei uma compreensão clara, alinhada, completa e precisa acerca do Sentido da Vida e do Propósito-Plano do Criador Infinito, o que para mim é um incentivo em tudo que faço, em especial à pessoa do Sr. Castro.

Índice

Capítulo 1	<i>Introdução</i>	1
Capítulo 2	<i>Sinalização Telefônica</i>	4
2.1	Introdução	4
2.2	Conceitos Gerais de Sinalização	5
2.2.1	Sinalização de Acesso	5
2.2.2	Sinalização de Linha	6
2.2.3	Sinalização de Registro	6
2.3	Sinalização por Canal Associado	6
2.4	Sinalização por Canal Comum	10
2.4.1	Rede de Sinalização por Canal Comum	11
2.4.2	Protocolo de Sinalização por Canal Comum	13
2.4.2.1	Nível 1: Físico	14
2.4.2.2	Nível 1: Enlace	14
2.4.2.3	Nível 1: Rede	15
2.4.2.4	Nível 1: Subsistemas de Usuário	16
2.4.3	Subsistema de Transferência de Mensagens - Nível 2	17
2.4.4	Subsistema de Transferência de Mensagens - Nível 3	22
2.4.4.1	Gerência de Rede de Sinalização	25
2.4.5	Subsistema de Controle de Conexão de Sinalização	32
2.4.6	Subsistema de Aplicação de Capacitação de Transação	42
2.4.7	Subsistema de Usuário de Telefonia	47
2.4.8	Subsistema de Usuário de Rede Digital de Serviços Integrados	54
2.5	Protocolo de Sinalização RDSI de Acesso	70
Capítulo 3	<i>ATM - Uma Visão Geral</i>	80
3.1	Introdução	80
3.2	A Tecnologia ATM	81
3.3	O Protocolo ATM	81
3.3.1	A Camada ATM	82

3.3.1.1	Roteamento de Células ATM	85
3.3.2	A Camada AAL	87
3.3.2.1	AAL # 1	88
3.3.2.1.1	Sub-Camada de Segmentação e Remontagem	89
3.3.2.1.2	Sub-Camada de Convergência	90
3.3.2.2	AAL # 5	90
3.3.2.2.1	Sub-Camada de Segmentação e Remontagem	91
3.3.2.2.2	Sub-Camada de Convergência	92

Capítulo 4 *Sinalização na RDSI - Faixa Larga* 93

4.1	Introdução	94
4.2	O Plano de Controle	94
4.3	O Protocolo de Sinalização na RDSI – FL	96
4.3.1	A Camada ATM	97
4.3.2	A Camada SAAL	98
4.3.2.1	A Sub-Camada SSCOP	99
4.3.3	A Camada MTP-3	106
4.3.4	Subsistema de Usuário de RDSI – FL	109
4.4	O Protocolo de Sinalização de Acesso na RDSI-FL	129
4.4.1	Protocolo de Sinalização de Acesso DSS2	130
4.5	Futuras Padronizações do ITU-T	149
4.5.1	Chamada Multiconexão	149
4.5.1.1	Procedimento de Estabelecimento da Primeira Conexão da Chamada	149
4.5.1.2	Procedimento de Estabelecimento da Segunda Conexão da Chamada	150
4.5.1.3	Procedimento de Liberação de uma Única Conexão da Chamada	151
4.5.1.4	Procedimento de Liberação de Chamada Multiconexão	151

Capítulo 5 *Meta-Sinalização* 153

5.1	Introdução	153
5.2	O Protocolo	153
5.3	As Mensagens de Meta-Sinalização	155
5.4	A Célula de Meta-Sinalização	156
5.5	Procedimento de Atribuição de Canais Virtuais de Sinalização	158
5.6	Procedimento de Checagem de Canais Virtuais de Sinalização	159
5.7	Procedimento de Remoção de Canais Virtuais de Sinalização	160
5.8	Detalhando a Meta-Sinalização	160
5.8.1	Estabelecimento de Chamada em UNI Multiponto	161
5.8.2	Blocos Funcionais para Tratamento de Meta-Sinalização	165

Capítulo 6 *Projeto e Simulação* 169

6.1	Introdução	169
6.2	O Projeto	171
6.3	A Simulação	172

Capítulo 7 *Conclusão* 202

Bibliografia	204
Anexo	<i>Simulação da Gerência de Meta-Sinalização</i> A.1

Índice de Figuras

Figura 2.1: Sinalização por Canal Associado	6
Figura 2.2: Seqüência de Sinalização de Controle de Chamada	10
Figura 2.3: Sinalização por Canal Comum	11
Figura 2.4: Rede de Sinalização por Canal Comum	12
Figura 2.5: Elementos Componentes de uma Rede de Sinalização por Canal Comum	13
Figura 2.6: Protocolo de Sinalização por Canal Comum	14
Figura 2.7: Enlace de Dados na Rede de Sinalização	17
Figura 2.8: O Protocolo MTP-2	17
Figura 2.9: Confirmação de Recebimento de Mensagens sem Erros no MTP-2	19
Figura 2.10: Confirmação de Recebimento de Mensagens no MTP-2, com Ocorrência de Erros	20
Figura 2.11: Confirmação de Recebimento de Mensagens sem Erros no MTP-2	20
Figura 2.12: Tipos de Quadro MTP-2	22
Figura 2.13: Formato do Pacote MTP-3	22
Figura 2.14: Codificação dos Campos OPC e DPC	24
Figura 2.15: Exemplo de Procedimento de Gerência de Rede de Sinalização	29
Figura 2.16: Formato das Mensagens COO, COA, TFP, RST	30
Figura 2.17: Formato da Mensagem UPU	31
Figura 2.18: Serviço Classe 1 do SCCP	35
Figura 2.19: O Cabeçalho SCCP	36
Figura 2.20: Rede SSCC#7	38
Figura 2.21: Formato Genérico de uma Mensagem SCCP	40
Figura 2.22: Formato das Mensagens Unitdata e Extended Unitdata	41
Figura 2.23: Formato Genérico de uma Mensagem TCAP	44
Figura 2.24: Seqüência de Sinalização de Controle de Chamada	53
Figura 2.25: Esquema de Acesso à RDSI-FE	55
Figura 2.26: Formato Genérico de uma Mensagem ISUP	56
Figura 2.27: Exemplo de como uma Mensagem IAM é Propagada	69
Figura 2.28: Acesso Básico à RDSI-FE	71
Figura 2.29: Formato Genérico do Protocolo de Enlace de Acesso à RDSI	71

Figura 2.30: Tipos de Quadro do Protocolo de Acesso à RDSI	72
Figura 2.31: Formato do Campo de Endereço do Quadro LAP-D	73
Figura 2.32: Formato Genérico de uma Mensagem DSSI	73
Figura 2.33: Estabelecimento, Controle e Liberação de Chamada na RDSI-FE	77
Figura 3.1: O Protocolo ATM Dividido em Camadas	82
Figura 3.2: Estrutura da Célula ATM	83
Figura 3.3: Estrutura do Cabeçalho da Célula ATM na Interface Usuário-Rede	83
Figura 3.4: Estrutura do Cabeçalho da Célula ATM na Interface de Nó de Rede	83
Figura 3.5: Identificação e Roteamento de Células na Rede ATM	85
Figura 3.6: Classificação de Serviços para a AAL	87
Figura 3.7: Funções de Controle na AAL#1	89
Figura 3.8: Cabeçalho da Sub-Camada SAR da AAL#1	89
Figura 3.9: Segmentação de Informações na AAL#5	91
Figura 3.10: Formato dos dados na Sub-Camada CS da AAL#5	92
Figura 4.1: O Protocolo ATM	95
Figura 4.2: O Protocolo de Sinalização na RDSI-FL	96
Figura 4.3: Camada SAAL Dividida em Sub-Camadas	98
Figura 4.4: Formato da PDU Begin	100
Figura 4.5: Formato da PDU Begin Acknowledgement	100
Figura 4.6: Formato da PDU Begin Reject	101
Figura 4.7: Formato da PDU End	101
Figura 4.8: Formato da PDU End Acknowledgement	101
Figura 4.9: Formato da PDU Resynchronization	102
Figura 4.10: Formato da PDU Resynchronization Acknowledgement	102
Figura 4.11: Formato da PDU Error Recovery	102
Figura 4.12: Formato da PDU Error Recovery Acknowledgement	102
Figura 4.13: Formato da PDU Sequenced Data	103
Figura 4.14: Formato da PDU Status Request	103
Figura 4.15: Formato da PDU Solicited Status Response	103
Figura 4.16: Formato da PDU Unsolicited Status Response	104
Figura 4.17: Formato da PDU Unnumbered Data	104
Figura 4.18: Formato da PDU Management Data	104
Figura 4.19: Roteamento de Mensagens de Sinalização	107
Figura 4.20: Processamento de Mensagem de Sinalização Recebida pelo nó D	108
Figura 4.21: Processamento de Mensagem de Sinalização a ser Enviada pelo nó	108
Figura 4.22: Formato Genérico de uma Mensagem B-ISUP	109
Figura 4.23: Formato do Campo Message Length	110
Figura 4.24: Formato do Message Compatibility Information na B-ISUP	110
Figura 4.25: Formato Genérico de um Parâmetro na B-ISUP	110
Figura 4.26: Formato do Parameter Compatibility Information de um Parâmetro Genérico na B-ISUP	111
Figura 4.27: Formato do AAL Parameters	111
Figura 4.28: Formato do Access Delivery Information	112
Figura 4.29: Formato do Additional Calling Party Number	112

Figura 4.30: Formato do ATM Cell Rate	113
Figura 4.31: Formato do Backward Narrowband Interwork Indicators	113
Figura 4.32: Formato do Broadband Bearer Capability	114
Figura 4.33: Formato do Broadband High Layer Information	114
Figura 4.34: Formato do Broadband Low Layer Information	114
Figura 4.35: Formato do Call Diversion Information	115
Figura 4.36: Formato do Called Party Number	115
Figura 4.37: Formato do Called Party Subaddress	116
Figura 4.38: Formato do Called Party's Indicator	116
Figura 4.39: Formato do Calling Party Number	116
Figura 4.40: Formato do Cause Indicator	117
Figura 4.41: Formato do Closed User Group Information	117
Figura 4.42: Formato do Connected Number	118
Figura 4.43: Formato do Echo Control Information	118
Figura 4.44: Formato do Forward Narrowband Interwork Indicators	119
Figura 4.45: Formato do MLPP Precedence	119
Figura 4.46: Formato do Narrowband Bearer Capability	120
Figura 4.47: Formato do Narrowband High Layer Information	120
Figura 4.48: Formato do OAM Traffic Descriptor	121
Figura 4.49: Formato do Progress Indicator	121
Figura 4.50: Formato do Redirection Information	122
Figura 4.51: Formato do Resource Identifier	122
Figura 4.52: Formato do Subsequent Number	123
Figura 4.53: Formato do Transit Network Selection	123
Figura 4.54: Formato do User-to-User Indicators	124
Figura 4.55: Formato do User-to-User Information	124
Figura 4.56: O Protocolo de Sinalização de Acesso na RDSI-FL	129
Figura 4.57: Formato Genérico de uma Mensagem DSS2	130
Figura 4.58: Formato Genérico do Message Type	131
Figura 4.59: Formato Genérico de um Elemento de Informação DSS2	131
Figura 4.60: Formato Genérico de um Elemento de Informação DSS2 que se utilize de mecanismos de extensão	132
Figura 4.61: Formato do Conteúdo de Broadband-Locking Shift	133
Figura 4.62: Formato do Conteúdo de Broadband-Non-Locking Shift	133
Figura 4.63: Formato do Conteúdo de AAL Parameters	133
Figura 4.64: Formato do Conteúdo de ATM Traffic Descriptor	134
Figura 4.65: Formato do Conteúdo de Broadband Bearer Capability	134
Figura 4.66: Formato do Conteúdo de Broadband High Layer Information	134
Figura 4.67: Formato do Conteúdo de Broadband Low Layer Information	135
Figura 4.68: Formato do Conteúdo de Call State	135
Figura 4.69: Formato do Conteúdo de Called Party Address	135
Figura 4.70: Formato do Conteúdo de Called Party Subaddress	135
Figura 4.71: Formato do Conteúdo de Calling Party Number	136
Figura 4.72: Formato do Conteúdo de Cause	136
Figura 4.73: Formato do Conteúdo de Connection Identifier	136
Figura 4.74: Formato do Conteúdo de End-to-End Transit Delay	137

Figura 4.75: Formato do Conteúdo de Broadband Repeat Indicator	137
Figura 4.76: Formato do Conteúdo de Restart Indicator	137
Figura 4.77: Formato do Conteúdo de Broadband-Sending Complete	137
Figura 4.78: Formato do Conteúdo de Transit Network Selection	138
Figura 4.79: Formato do Conteúdo de OAM Traffic Descriptor	138
Figura 4.80: Formato do Conteúdo de Narrowband Bearer Capability	138
Figura 4.81: Formato do Conteúdo de Narrowband High Layer Compatibility	139
Figura 4.82: Formato do Conteúdo de Progress Indicator	139
Figura 4.83: Formato do Conteúdo de Call Identity	139
Figura 4.84: Formato do Conteúdo de User-User	140
Figura 4.85: Formato do Conteúdo de Endpoint Reference	140
Figura 4.86: Formato do Conteúdo de Endpoint State	140
Figura 4.87: Estabelecimento da Primeira Conexão em Chamada Ponto-Multiponto	145
Figura 4.88: Estabelecimento de Nova Conexão em Chamada Ponto-Multiponto	146
Figura 4.89: Liberação de uma Conexão em uma Chamada Ponto-Multiponto	148
Figura 4.90: Liberação de Chamada Ponto-Multiponto	148
Figura 4.91: Estabelecimento Inicial de Chamada na RDSI-FL	149
Figura 4.92: Estabelecimento de Nova Conexão numa Chamada Multiconexão	150
Figura 4.93: Liberação de Conexão numa Chamada Multiconexão	151
Figura 4.94: Liberação de Chamada Multiconexão	152
Figura 5.1: Modelo da Arquitetura do Protocolo de Meta-Sinalização	154
Figura 5.2: Conexões de Sinalização Controladas pela Meta-Sinalização	155
Figura 5.3: Formato das Mensagens de Meta-Sinalização	156
Figura 5.4: Estabelecimento de Chamada em UNI Multiponto	161
Figura 5.5: Estabelecimento de Chamada em UNI Multiponto – continuação	163
Figura 5.6: Blocos Funcionais para Tratamento de Meta-Sinalização	165
Figura 5.7: Diagrama Lógico de Meta-Sinalização de Vários Terminais Conectados a uma UNI	165
Figuras de Simulação:	173 a 201

Índice de Tabelas

Tabela 2.1: Sinalização Acústica	7
Tabela 2.2: Sinalização de Linha	7
Tabela 2.3: Regra de Formação dos Sinais Multifrequenciais	8
Tabela 2.4: Sinalização de Registro: Sinais para Frente	8
Tabela 2.5: Sinalização de Registro: Sinais para Trás	9
Tabela 2.6: Codificação das Mensagens de Gerência de Rede de Sinalização	25
Tabela 2.7: Codificação das Mensagens TUP	48
Tabela 3.1: Tipos de Células ATM em Função do PTI	84

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O ambiente de competitividade que caracteriza a sociedade de nossos dias têm obrigado as empresas a se reestruturarem.

Muito precisa ser feito para se atender a clientes cada vez mais exigentes, e para sobreviver neste mercado competitivo.

Estamos vivendo uma era onde o acesso à informação e a automatização de processos que geram informações internamente nas empresas é preponderante, especialmente nas grandes corporações internacionais, para que, mesmo sendo muito grandes, e compostas de diversos escritórios e filiais, possam ser mais ágeis, possuindo um eficiente fluxo interno de informações.

Considerando-se este cenário, um novo mercado que se configura como muito promissor é o de comunicação de dados, que pode prover a transferência de informações de maneira bastante eficiente.

O mundo das telecomunicações aliado ao mundo da informática têm permitido o desenvolvimento de soluções para prover a transferência de informações cada vez mais poderosas e eficientes:

- as redes locais que podem ser interligadas por protocolos de roteamento como o TCP/IP, permitindo o funcionamento de uma rede mundial como a Internet, onde se pode encontrar todo tipo de informação;
- as redes públicas de comunicação de dados, que hoje oferecem serviços orientados a diversos protocolos (X.25, Frame-Relay, BSC-3, SDLC);
- as redes públicas para transferência de voz (rede telefônica, RDSI-FE);

- as redes de difusão de sinais de televisão por cabo.

Muito se tem falado a respeito destas redes e de soluções cada vez mais criativas (TCP/IP sobre Frame-Relay, voz sobre Frame-Relay, modem's óticos), porém uma tendência mundial é a utilização da tecnologia ATM.

A tecnologia ATM surge como evolução das redes locais (para ATM-LAN's), como evolução das redes de transferência de voz, como evolução das redes de comunicação de dados, como evolução das redes de difusão de sinais de TV e ainda permite que novos serviços sejam agregados (tudo isso, numa rede única, a RDSI-FL), pois trata-se de uma tecnologia projetada para permitir toda esta integração.

É neste cenário que surge a motivação para a realização deste trabalho, onde se procura explorar os protocolos propostos para a tecnologia ATM, bem como um ponto de vista ainda muito pouco explorado nas bibliografias: a sinalização, que é a responsável pelo controle das chamadas e conexões existentes numa rede ATM, sendo desconhecida para o usuário.

Com isso, este trabalho aborda, no capítulo 2, aspectos relativos à sinalização por canal comum nº 7, os protocolos, o conceito de rede de sinalização e como esta é implementada de modo a controlar as chamadas numa rede telefônica e na RDSI-FE.

No capítulo 3, é abordada de maneira sucinta, a tecnologia ATM, com ênfase na camada ATM e na AAL#5, que servem de suporte para a transferência de mensagens de sinalização.

O capítulo 4 é o que trata da sinalização ATM propriamente dita, existente na RDSI-FL. É mostrado como a B-ISUP sendo um protocolo que evoluiu diretamente da TUP e ISUP, se insere em células ATM, de modo a se criar uma rede de sinalização por canal comum virtual. As informações deste capítulo foram estruturadas a partir de Draft's do ITU-T, como uma contribuição para que se possa compreender a sinalização ATM de uma maneira global, para que, além deste trabalho, outros, nesta área possam ser realizados. As futuras padronizações a serem realizadas pelo ITU-T, conforme apresentado pela NTT em um seminário são também citadas neste capítulo.

No capítulo 5, a meta-sinalização é estudada de maneira mais detalhada do que os tópicos anteriores, onde é mostrado como esta permite o estabelecimento, controle e remoção de diversas conexões de sinalização numa interface usuário-rede multiponto. Esta é no final dividida em blocos funcionais, para um estudo mais detalhado das primitivas envolvidas na geração de mensagens de meta-sinalização. Um exemplo que mostra todos os passos envolvidos no estabelecimento e controle de uma chamada gerada a partir de uma UNI multiponto (meta-sinalização, sinalização e transferência de informação) foi também inserido neste capítulo.

No capítulo 6, é proposto um sistema, que permite configurar o serviço de meta-sinalização numa UNI multiponto e é desenvolvido um ambiente de simulação do protocolo de meta-sinalização, a partir das primitivas entrantes e saídas do bloco funcional de Gerência de Meta-Sinalização, bloco este componente da Gerência de Plano, no sistema ATM.

São apresentadas conclusões gerais acerca do trabalho no capítulo 7.

Além dos 7 capítulos, o trabalho também possui uma listagem da bibliografia consultada, e mais um anexo que contém o software desenvolvido para realizar as configurações e simulações constantes do capítulo 6.

Este trabalho foi motivado pelo cenário de competitividade, que acelerou o processo de desenvolvimento das tecnologias para a realização de transferência de informação e devido à tecnologia ATM, emergente como integradora numa rede única das tecnologias até hoje existentes.

Optou-se por realizar a simulação do bloco funcional de Gerência de Meta-Sinalização, por entender-se que, para uma empresa que venha a prestar serviços ATM, uma boa solução que realize as atribuições deste bloco é estratégica, pois como uma solução integradora, a tecnologia ATM permitirá que grandes corporações conectem todos os equipamentos PABX's, as redes locais, os equipamentos de videoconferência de um de seus escritórios ou filiais, numa única interface usuário-rede para acesso a rede ATM; sendo desta maneira necessário que possa ser realizado a qualquer tempo o estabelecimento de canais virtuais de sinalização distintos entre quaisquer dos equipamentos conectados à UNI multiponto e a UNI multiponto. Esta solução será de maior interesse do que a de simples conexão de um terminal ponto a ponto na interface usuário-rede, pois ela utiliza melhor as facilidades e serviços disponíveis na rede ATM, bem como a banda disponível para o usuário na interface de acesso à rede.

CAPÍTULO 2

SINALIZAÇÃO TELEFÔNICA

2.1 - INTRODUÇÃO

As primeiras centrais telefônicas utilizadas, após a invenção do telefone, eram do tipo manuais.

No ambiente do assinante, era instalado um aparelho telefônico, o “telefone preto”, a partir do qual não era possível estabelecer diretamente uma chamada telefônica com um assinante remoto qualquer, sem a intervenção da telefonista.

O procedimento para um assinante X estabelecer um circuito para conversação com um assinante Y era conforme descrito a seguir:

Inicialmente, o assinante X devia tirar o seu telefone do gancho e girar uma manivela localizada no mesmo com a finalidade de estabelecer conversação com a telefonista. Quando o assinante X procedia desta maneira, um sinal sonoro era emitido na mesa da telefonista, de modo que ela soubesse que o assinante X desejava estabelecer uma conversação. Tão logo fosse possível, a telefonista atendia este chamado, sendo então, estabelecida, uma conversação entre o assinante X e a telefonista.

O assinante X informava então à telefonista o número do telefone da pessoa que desejava contactar (número do assinante Y). A telefonista verificava, então, visualmente, se o assinante Y poderia ser conectado ao assinante X (isto seria possível caso o assinante Y não estivesse conectado a nenhum outro assinante).

Em sendo possível a conexão do assinante X com o assinante Y, esta era estabelecida manualmente pela telefonista, através de cabos, podendo, então,

ocorrer a conversação entre estes assinantes . Quando do término da conversação , o circuito era removido por procedimento análogo ao descrito para o estabelecimento .

É interessante observar que , nestes procedimentos de conexão e remoção de circuitos , a maior parte das atividades era executada pela telefonista , mas já havia uma sinalização rudimentar à base de campainhas entre os terminais de assinantes e a mesa da telefonista .

Com o avanço da tecnologia , o estabelecimento da chamada passou a ser automático , através da discagem do número do terminal remoto (como é feito hoje) . Para que isto fosse possível , as ações que antigamente eram executadas pela telefonista , foram incorporadas aos procedimentos de sinalização entre centrais telefônicas e entre terminal telefônico e central telefônica .

A sinalização que antes era rudimentar tornou-se bem mais complexa , pois passou a ser responsável pelos procedimentos de estabelecimento , controle e remoção da conexão entre os assinantes em suas várias etapas .

A evolução destes equipamentos não parou , e novas funções foram incorporadas à sinalização que se tornou ainda mais complexa . Para que se tenha uma idéia desta evolução , será abordada neste trabalho , de maneira suscinta , a sinalização por canal associado utilizada nas centrais analógicas ARF existentes no Brasil [65], o conceito de sinalização por canal comum , a sinalização por canal comum nº 7 [70] e , de maneira mais detalhada , a sinalização que está sendo padronizada pelo ITU-T para utilização na Rede Digital de Serviços Integrados - Faixa Larga .

2.2 - CONCEITOS GERAIS DE SINALIZAÇÃO

Para que os procedimentos de estabelecimento e remoção de chamada , com todas as suas facilidades , bem como outros procedimentos de controle possam ser suportados pela rede telefônica , torna-se necessária a troca de informações entre as centrais e entre o assinante e a central . Esta troca de informações é denominada de sinalização . Para facilidade de estudo , a sinalização pode ser dividida em três grupos :

- Sinalização de Acesso ;
- Sinalização de Linha ;
- Sinalização de Registro .

2.2.1 - SINALIZAÇÃO DE ACESSO

Corresponde à sinalização existente entre o terminal de assinante (que no caso da rede telefônica é um simples aparelho telefônico) e a interface de acesso do mesmo numa das centrais da rede .

2.2.2 - SINALIZAÇÃO DE LINHA

Corresponde à sinalização trocada entre as centrais nas linhas de junção, para supervisão das mesmas e dos estágios de conexão.

2.2.3 - SINALIZAÇÃO DE REGISTRO

Corresponde à sinalização estabelecida entre os órgãos de controle das centrais para troca de informações de controle tais como número do assinante chamado ou chamador, categoria dos assinantes, etc., informações estas necessárias para o estabelecimento de uma conexão.

2.3 - SINALIZAÇÃO POR CANAL ASSOCIADO

Neste tipo de sinalização, as informações de sinalização de linha e de registro trocadas entre as centrais são transmitidas pelo mesmo canal por onde será transmitido o sinal de voz, conforme mostrado na figura 2.1, a seguir:



Figura 2.1 : Sinalização por Canal Associado

Este modo de sinalização é empregado na maior parte das centrais telefônicas analógicas existentes hoje no Brasil. Ele é codificado conforme descrito a seguir:

A sinalização de acesso é, neste caso, denominada de sinalização acústica, pois não passa de um conjunto de sinais audíveis, referentes a estados da conexão, emitidos da central para o terminal telefônico (como os sinais são audíveis, eles

podem ser identificados pelo assinante), conforme mostrado na tabela 2.1 (conforme [65]), a seguir:

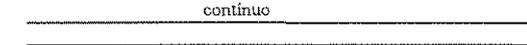
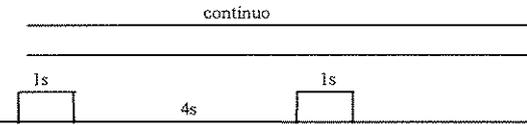
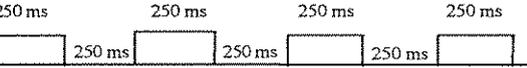
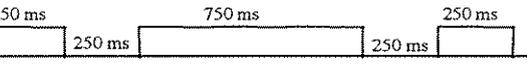
SINAIS	CONSTITUIÇÃO	CARACTERÍSTICAS
TOM DE DISCAR		400 ~ 450 Hz
CORRENTE DE TOQUE DE CHAMADA		20 ~ 25 Hz 75V
TOM DE CONTROLE DE CHAMADA		400 ~ 450 Hz
TOM DE OCUPADO		400 ~ 450 Hz
TOM DE NÚMERO INACESSÍVEL		400 ~ 450 Hz

Tabela 2.1 : Sinalização Acústica

A sinalização de linha, usada para a troca de informações relacionadas com os estágios da conexão entre os juntores, é codificada conforme mostrado na tabela 2.2, a seguir :

SINAL	DURAÇÃO DA EMISSÃO (m s)	SENTIDO T R
OCUPAÇÃO	150 +/- 30	→
ATENDIMENTO	150 +/- 30	←
DESLIGAR PARA TRÁS	600 +/- 120	←
DESLIGAR PARA FRENTE	600 +/- 120	→
CONFIRMAÇÃO DE DESCONEXÃO	600 +/- 120	←
DESCONEXÃO FORÇADA	600 +/- 120	←
BLOQUEIO	PERMANENTE	←
TARIFAÇÃO	150 +/- 30	←
RECHAMADA	150 +/- 30	→

Tabela 2.2 : Sinalização de Linha

A sinalização de registro é do tipo multifrequencial; os sinais são formados por combinações de sinais de duas frequências e são divididos em sinais para frente e sinais para trás. Os sinais para frente são formados por combinação de duas frequências dentre seis, compreendidas entre 1380 Hz e 1980 Hz, já os sinais para trás são formados por combinação de duas frequências dentre seis, compreendidas entre 540 Hz e 1140 Hz. A tabela 2.3 [65] mostra como estes sinais são formados (num total de 15 para frente e 15 para trás), a partir da combinação de duas frequências :

SINAL	FREQÜÊNCIAS [Hz]						
	PARA FRENTE	1380	1500	1620	1740	1860	1980
	PARA TRÁS	1140	1020	900	780	660	540
	CÓDIGO COMBINAÇÃO	0	1	2	4	7	11
1	0+1	●	●				
2	0+2	●		●			
3	1+2		●	●			
4	0+4	●			●		
5	1+4		●		●		
6	2+4			●	●		
7	0+7	●				●	
8	1+7		●			●	
9	2+7			●		●	
10	4+7				●	●	
11	0+11	●					●
12	1+11		●				●
13	2+11			●			●
14	4+11				●		●
15	7+11					●	●

Tabela 2.3 : Regra de Formação dos Sinais Multifrequenciais

Os sinais para frente são divididos em dois grupos denominados Grupo I e Grupo II, sendo codificados conforme a tabela 2.4 [65], a seguir :

	GRUPO I	GRUPO II
1	ALGARISMO 1	ASSINANTE COMUM
2	ALGARISMO 2	ASSINANTE COM TARIFAÇÃO IMEDIATA
3	ALGARISMO 3	EQUIPAMENTO DE MANUTENÇÃO
4	ALGARISMO 4	TELEFONE PÚBLICO
5	ALGARISMO 5	OPERADORA
6	ALGARISMO 6	EQUIPTO. DE TRANSMISSÃO DE DADOS
7	ALGARISMO 7	TPIU
8	ALGARISMO 8	SERVIÇO INTERNACIONAL
9	ALGARISMO 9	SERVIÇO INTERNACIONAL
10	ALGARISMO 0	SERVIÇO INTERNACIONAL
11	ACESSO A POSIÇÃO DE OPERADORA; INSERÇÃO DE SUPRESSOR DE ECO NA ORIGEM	RESERVA
12	PEDIDO RECUSADO; INDICAÇÃO DE TRÂNSITO INTERNACIONAL	RESERVA
13	ACESSO A EQUIPAMENTO DE MANUTENÇÃO	RESERVA
14	INSERÇÃO DE SUPRESSOR DE ECO NO DESTINO	RESERVA
15	FIM DE NÚMERO	RESERVA

Tabela 2.4 : Sinalização de Registro : Sinais para Frente

Os sinais para trás são divididos em grupo A e grupo B e são codificados conforme a tabela 2.5 [65], a seguir:

	GRUPO A	GRUPO B
1	ENVIAR O PRÓXIMO ALGARISMO	ASSINANTE LIVRE COM TARIFAÇÃO
2	ENVIAR O PRIMEIRO ALGARISMO	ASSINANTE OCUPADO
3	PREPARAR RECEPÇÃO SINAL DO GRUPO B	ASSINANTE COM NÚMERO MUDADO
4	CONGESTIONAMENTO	CONGESTIONAMENTO
5	ENVIAR CATEGORIA E IDENTIDADE DO ASSINANTE CHAMADOR	ASSINANTE LIVRE SEM TARIFAÇÃO
6	RESERVA	ASSINANTE LIVRE COM TARIFAÇÃO ; POR RETENÇÃO SOB CONTROLE DE CHAMADO
7	ENVIAR O ALGARISMO n-2	NÍVEL OU NÚMERO VAGO
8	ENVIAR O ALGARISMO n-3	ASSINANTE COM DEFEITO
9	ENVIAR O ALGARISMO n-1	RESERVA
10	RESERVA	RESERVA
11	ENVIAR INDICAÇÃO DE TRÂNSITO INTERNACIONAL	SERVIÇO INTERNACIONAL
12	SERVIÇO INTERNACIONAL	SERVIÇO INTERNACIONAL
13	SERVIÇO INTERNACIONAL	SERVIÇO INTERNACIONAL
14	SERVIÇO INTERNACIONAL	SERVIÇO INTERNACIONAL
15	SERVIÇO INTERNACIONAL	SERVIÇO INTERNACIONAL

Tabela 2.5 : Sinalização de Registro : Sinais para Trás

Como exemplo , vejamos como seria a troca de sinalização **entre duas centrais pelas quais a chamada seja encaminhada** , caso queiramos estabelecer uma conversação com um assinante comum cujo número do terminal telefônico é 52184 (vamos supor que a ligação seja completada).

Quando tirarmos o fone do gancho e discarmos o primeiro dígito (no caso, o 5), um sinal de ocupação (sinalização de linha) será propagado entre os juntores das centrais e, em seguida o dígito 5 (sinalização de registro) será enviado . Depois disso, a central que recebeu o dígito 5, pede que o próximo dígito seja enviado (através do uso do sinal 1 do grupo A da Tabela 2.5, que é um sinal para trás) ; o dígito 2 é então enviado, é pedido o próximo dígito ; é enviado o dígito 1, é pedido o dígito seguinte ; o dígito 8 é então enviado, é pedido o próximo dígito, sendo então enviado o dígito 4 (através do uso do sinal 4 do grupo I da Tabela 2.4, que é um sinal para frente) . Os sinais enviados até este instante pelas centrais são pertencentes ao grupo I, no caso dos sinais para frente, e ao grupo A, no caso dos sinais para trás . A central que recebeu os dígitos envia então uma requisição de que seus sinais (que são os sinais para trás), sejam interpretados como sendo do grupo B (através do envio do sinal 3 do grupo A da Tabela 2.5, que é um sinal para trás) . Deste modo, os sinais enviados a partir deste instante passam a ser, no caso dos sinais para frente, pertencentes ao grupo II, e no caso dos sinais para trás, pertencentes ao grupo B . A central que está enviando os sinais para frente (a que enviou os dígitos), envia então a informação de que a ligação é proveniente de um assinante comum (através do envio do sinal 1 do grupo II da Tabela 2.4, que é um sinal para frente) . A outra central então informa que o assinante destino está livre e também que estará sendo iniciada a tarifação (sinal para trás 1 do grupo B da Tabela 2.5) . A central ao qual o

assinante que recebe a chamada está conectado envia então a corrente de toque de campainha (sinalização de acesso), e supondo que o assinante atenda à ligação; um sinal de atendimento é propagado pela rota estabelecida do assinante receptor para o assinante que originou a chamada. Ocorre, então, a conversação, sendo também enviados pulsos de tarifação. Ao término da conversação, supondo que seja de iniciativa do assinante que originou a chamada, ocorrerá o seguinte: quando este assinante colocar o fone no gancho será propagado um sinal de Desligar para Frente, e a desconexão será confirmada pelo envio no sentido oposto do sinal Confirmação de Desconexão.

Este exemplo explicado anteriormente está esquematizado na figura 2.2, a seguir:

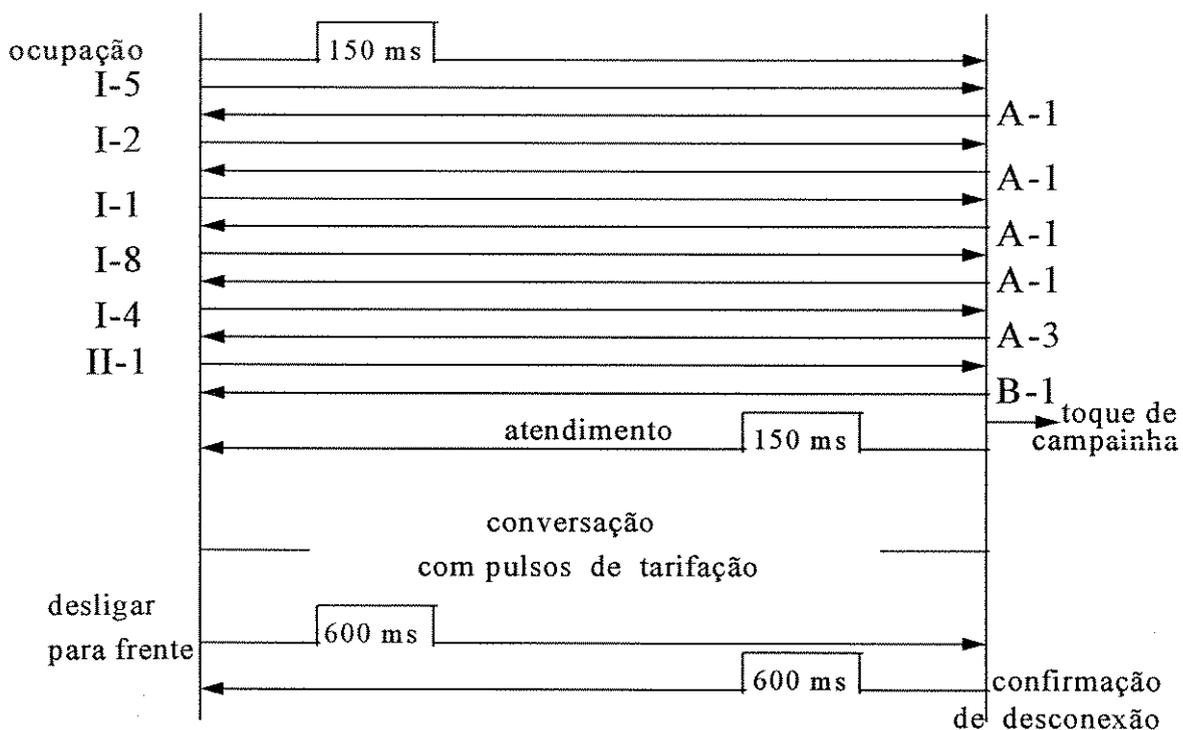


Figura 2.2 : Seqüência de Sinalização de Controle de Chamada

2.4 - SINALIZAÇÃO POR CANAL COMUM

Vimos que, fazendo uso da tecnologia de sinalização por canal associado, pode-se, através da rede telefônica, proceder-se de maneira automática à conexão de dois assinantes em qualquer parte do mundo, conexão esta para transferência de sinais de voz.

Passou-se, então, a falar-se em RDSI, serviços DDG (Discagem Direta Gratuita) 800, serviços de telefonia celular com busca automática de assinantes de uma rede celular qualquer em qualquer outra rede celular. Mas como seria possível que tantas redes (a nível mundial) com uma gama tão grande de serviços viessem a se

comunicar e que mecanismo de controle manteria as conexões e a transferência de informações ?

Para que isto seja possível , torna-se necessário (como mencionado em [70]) que , por “trás dos bastidores” , exista uma rede de comunicação de dados altamente confiável e tolerante a falhas que ligue as redes telefônicas existentes pelo mundo de modo que estas possam compartilhar informações de controle e de sinalização . Esta rede , que é a maior rede de comunicação de dados do mundo , é a chamada Rede de Sinalização por Canal Comum #7 (SSCC #7) .

Na sinalização por canal comum , as informações de sinalização de linha e de registro (ou seja , a sinalização trocada entre centrais) , é transmitida por canais exclusivos , diferentes dos canais usados para transferência dos sinais de voz e de dados , daí o nome sinalização por canal comum . A sinalização de acesso , trocada entre os terminais de usuário e centrais às quais eles estão conectados , porém , continua sendo por canal associado . A figura 2.3 , a seguir , ilustra como é este tipo de sinalização :

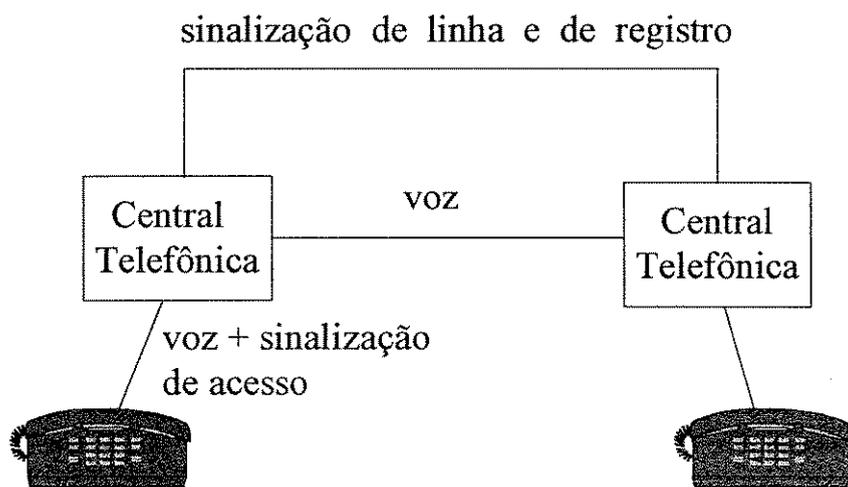


Figura 2.3 : Sinalização por Canal Comum

2.4.1 - REDE DE SINALIZAÇÃO POR CANAL COMUM

À associação de canais utilizados apenas para sinalização em redes telefônicas dá-se o nome de Rede de Sinalização por Canal Comum , a qual se constitui , do ponto de vista funcional , numa rede distinta da rede telefônica , embora ela precise estar fisicamente conectada à esta , para que possa realizar suas funções . Isto está esquematizado na figura 2.4 , a seguir :

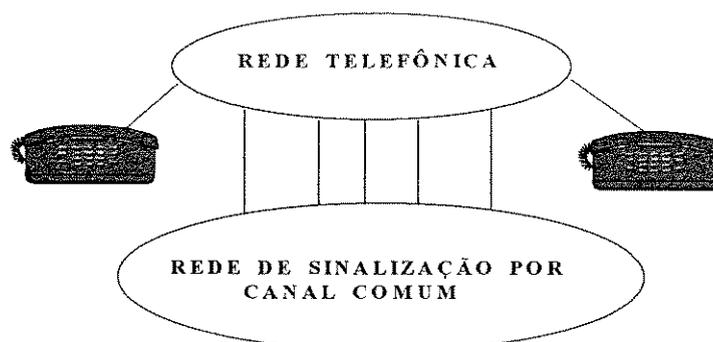


Figura 2.4 : Rede de Sinalização por Canal Comum

A primeira utilização da Sinalização por Canal Comum #7 foi nos Estados Unidos para acesso à base de dados de serviços 800 [70]. Aos poucos, esta passou a ser utilizada também para transferência de informações de sinalização entre centrais telefônicas.

Uma Rede de Sinalização por Canal Comum é, genericamente, composta dos seguintes elementos funcionais:

- Pontos de Sinalização (PS): correspondem a nós da rede de sinalização onde as informações de sinalização são geradas e/ou interpretadas. Os PS's sempre estão ligados a uma central telefônica, sendo, portanto, os elos de ligação entre a rede de sinalização e a rede telefônica;

- Pontos de Transferência de Sinalização (PTS): correspondem a nós da rede de sinalização através dos quais as informações de sinalização são repassadas, até que atinjam o ponto para o qual estão destinadas. Os PTS's, normalmente, não são conectados às centrais telefônicas, sendo portanto elementos externos à rede telefônica, caracterizando uma rede de sinalização distinta da rede telefônica.

- Pontos de Acesso ao Serviço (PAS): são pontos de sinalização para os quais as chamadas cujo número de destino não corresponda a um número de assinante, mas a um número virtual, são destinadas. Os PAS's transferem este número virtual para um PCS, através da rede de sinalização, onde este número é convertido para um número de assinante e devolvido ao PAS para que a chamada seja completada. Os PAS's são conectados às centrais telefônicas tandem ou trânsito e, de maneira geral, se constituem nos nós da rede de sinalização por onde o acesso às bases de dados internas à esta é realizado.

- Pontos de Controle de Serviço (PCS): são pontos conectados diretamente às bases de dados localizados na rede de sinalização que armazenam informações provenientes destas para efetuar transações utilizadas para estabelecimento de chamadas ou para alguns serviços. As informações contidas nos PCS's são acessadas através dos PAS's; os PCS's nunca são diretamente conectados às centrais telefônicas.

A figura 2.5, a seguir, mostra a disposição dos elementos acima, numa Rede de Sinalização por Canal Comum :

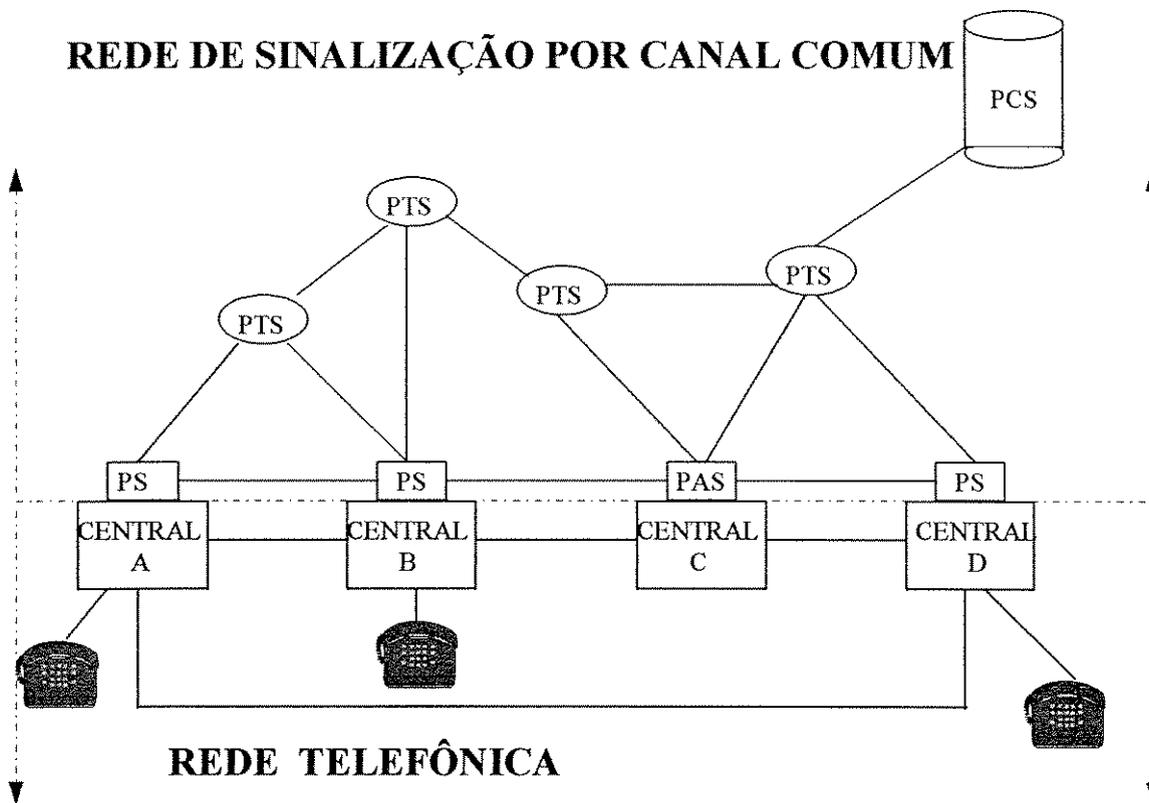


Figura 2.5 : Elementos Componentes de uma Rede de Sinalização por Canal Comum

2.4.2 - PROTOCOLO DE SINALIZAÇÃO POR CANAL COMUM #7

Como ocorre no modelo OSI, que é dividido em 7 camadas, o protocolo¹ SSCC#7 também é dividido em níveis, porém em 4 níveis. As funções executadas por estes 4 níveis correspondem àquelas executadas pelas 7 camadas OSI [70], à exceção de algumas que não têm sentido no protocolo SSCC#7, não sendo, portanto, implementadas. Esta divisão em níveis é mostrada na figura 2.6, a seguir, onde :

- TUP : Telephone User Part
- ISUP: ISDN User Part
- TCAP: Transaction Capabilities Application Part
- ASP: Application Service Part
- SCCP: Signaling Connection Control Part
- MTP: Message Transfer Part

¹ Também denominado Sistema de Sinalização por Canal Comum #7

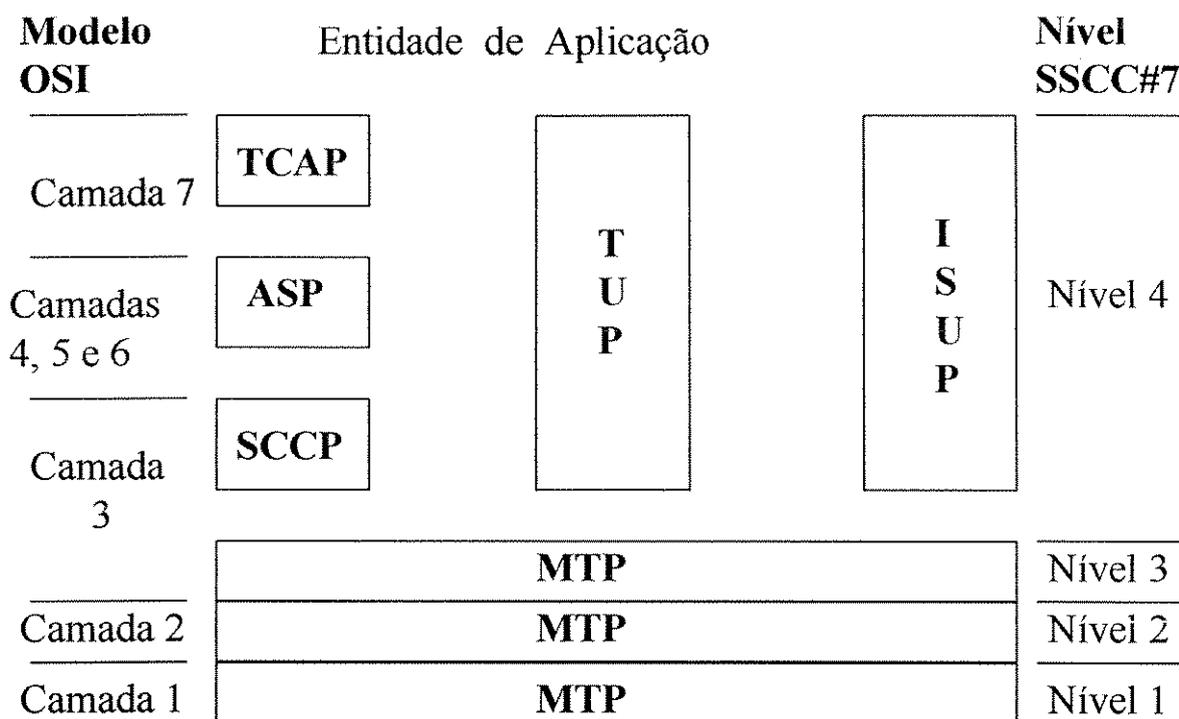


Figura 2.6 : Protocolo de Sinalização por Canal Comum

2.4.2.1 - NÍVEL 1: FÍSICO

O nível físico deve suportar até 64 kb/s em modo full - duplex . Está sendo estudada a possibilidade desta taxa ser aumentada para 2Mb/s , devido ao crescimento da rede de sinalização por canal comum à nível mundial .

2.4.2.2 - NÍVEL 2 : ENLACE

O nível de enlace deve prover os mecanismos necessários para assegurar uma transferência de dados confiável entre um dado nó e o nó seguinte (para onde os dados estão sendo transferidos) ou seja , no enlace de dados e , conseqüentemente, uma transferência de dados confiável através da rede , pois para se transferir dados de um ponto qualquer da rede a outro , os mesmos trafegarão por uma sucessão de enlaces , sendo assim garantida a sua integridade .

São funções do nível de enlace :

- garantir que os dados transmitidos por um dado nó sejam recebidos em seqüência no nó adjacente ;
- prover mecanismos de verificação de erros e pedir retransmissão de quadros recebidos com erro ;

- prover mecanismos de controle de fluxo através dos enlaces de dados ;
- prover mecanismos para que seja feita a delimitação de quadros ;
- prover mecanismos de reconhecimento do tipo de pacote que está sendo recebido, para que o mesmo possa ser corretamente processado (por exemplo , se o pacote possuir informação destinada às camadas superiores , então este nível deverá passá-lo ao nível 3) .

2.4.2.3 - NÍVEL 3 : REDE

O nível de rede , além de prover funções de gerenciamento da rede , é responsável pelas seguintes tarefas : roteamento , discriminação e distribuição de mensagens .

A função discriminação de mensagens determina se a mensagem está endereçada para o nó que a está processando naquele momento (através da verificação do conteúdo do campo “código de ponto de destino”) . Caso esteja , a mesma é entregue à função distribuição de mensagens , que identificará para qual usuário interno² a mensagem deve ser entregue , passando esta para esse usuário .

Caso , porém , a mensagem esteja endereçada à outro nó , ela será entregue pela função discriminação de mensagens à função roteamento , que passará a mesma para algum nó adjacente ao nó atual (sendo nó atual, o nó aonde a mensagem encontra-se agora) , isto baseado nas informações mantidas em suas tabelas de roteamento .

As funções de gerenciamento providas por este nível são : gerenciamento de enlace , gerenciamento de rotas e gerenciamento de tráfego .

O gerenciamento de enlace é responsável por detectar a existência de algum enlace com problema e também por informar aos nós da rede sobre este enlace , para que não sejam enviadas mensagens através do mesmo . Deste modo , ele poderá iniciar o envio de quadros especiais (não são quadros de mensagem) para fazer o diagnóstico do problema e tentar realinhar o enlace , colocando-o novamente em operação .

A função gerenciamento de rotas é responsável por fazer o re-roteamento dos pacotes com mensagens , para que os mesmos não sejam transmitidos através de nós ou enlaces que estejam com falhas .

²Entende-se por usuário interno , uma determinada aplicação residente naquele nó, podendo ser uma aplicação do próprio protocolo de Sinalização por Canal Comum # 7 .

A função gerenciamento de tráfego deve informar aos nós adjacentes a um dado nó, sobre a ocorrência de congestionamento neste, num dado subsistema³ de usuário. Por exemplo, se num dado nó a ISUP (subsistema de usuário RDSI) não estiver disponível devido a congestionamento, quando os nós adjacentes forem informados eles pararão de enviar mensagens ISUP para este nó, porém poderão continuar enviando mensagens de outros subsistemas de usuário (TUP, TCAP, etc.).

Os níveis 1, 2 e 3 do protocolo SSCC#7 correspondem ao subsistema de transferência de mensagens (MTP), que provê transmissão de dados não orientada à conexão (nó a nó). O nível 3 possui algumas características adicionais para transferência de mensagens não implementadas no MTP, por exemplo, para acesso à base de dados na rede de sinalização. Para isso existe o subsistema de controle de conexões de sinalização (SCCP), que provê o serviço de transferência de dados orientado à conexão, através do endereçamento necessário para roteamento da mensagem de/para a base de dados.

2.4.2.4 - NÍVEL 4 : SUBSISTEMAS DE USUÁRIO

Este nível consiste, do ponto de vista funcional, de diversos protocolos chamados de subsistemas de usuário e subsistemas de aplicação (do ponto de vista formal, o protocolo é um só, o SSCC#7). Os principais são:

- TUP (subsistema de usuário de telefonia): utilizada para prover conexões de voz na rede telefônica;
- ISUP (subsistema de usuário de Rede Digital de Serviços Integrados): utilizada para prover conexões de voz e dados na RDSI faixa estreita, além de poder executar também todas as funções executadas pela TUP;
- TCAP (subsistema de aplicação de capacidades da transações): deve prover o serviço de acesso à bases de dados localizadas na rede de sinalização a partir de qualquer nó desta rede. Isto é necessário, por exemplo, para conversão de números virtuais (como números 0800) em números terminais da rede telefônica para estabelecimento de conexões.

Vejamos, então, como as funções acima são implementadas nos diversos protocolos que compõe o SSCC#7:

³ TUP, ISUP e TCAP são exemplos de subsistemas do SSCC#7. Optou-se por utilizar a tradução para subsistema (como em [61]) ao invés de "parte" por serem cada um deles protocolos componentes de um sistema maior, que é o Sistema de Sinalização por Canal Comum #7, logo cada um é um subsistema deste sistema.

**2.4.3 - SUBSISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE MENSAGENS - NÍVEL 2
MTP - 2**

Este subsistema deve implementar as funções de nível 2 do SSCC#7, bem como as de camada 2 do modelo OSI, ou seja, as funções de enlace de dados. Na figura 2.7, a seguir está mostrado, em negrito, um enlace de dados na rede de sinalização, devendo ser entendido que o enlace de dados corresponde às funções lógicas implementadas nas interfaces das portas dos equipamentos adjacentes que estão conectados através destas, e não ao enlace físico, não devendo ser confundido ao se observar a figura 2.7:

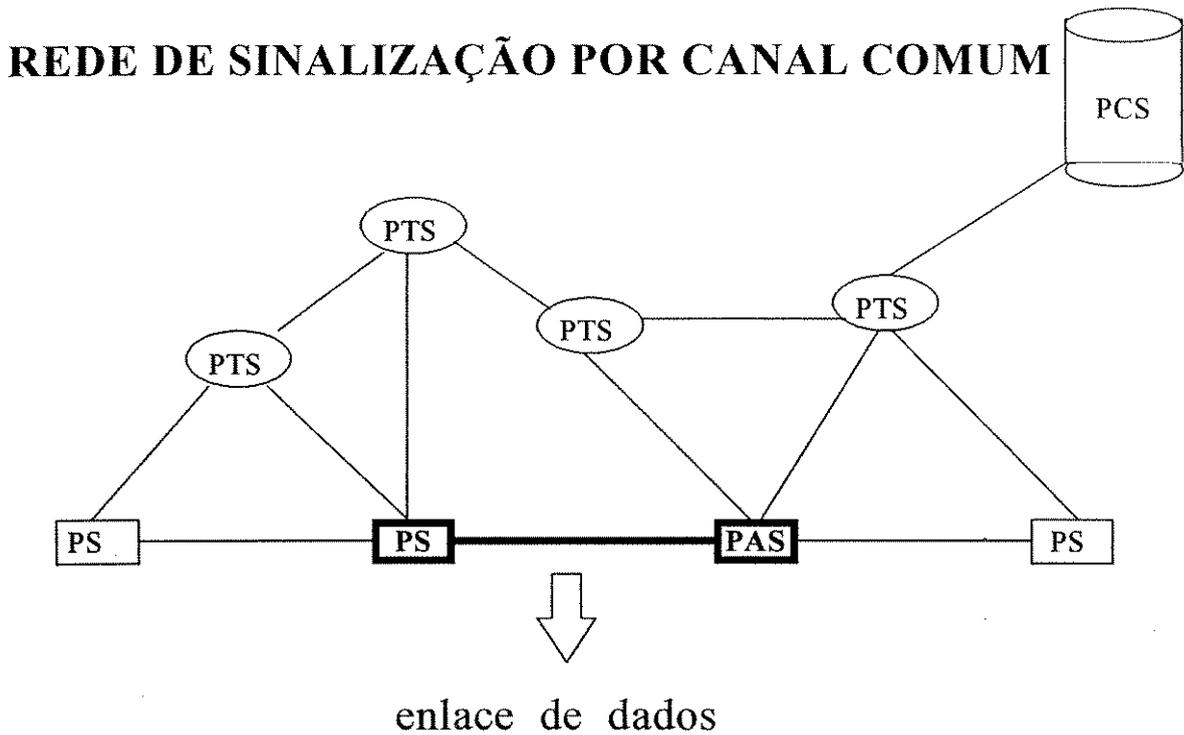


Figura 2.7 : Enlace de Dados na Rede de Sinalização

Para prover as funções necessárias ao bom funcionamento dos diversos enlaces de dados, o protocolo MTP - 2, possui alguns campos de controle, que são adicionados aos dados recebidos do nível 3. A estrutura de um quadro MTP - 2 é mostrada na figura 2.8 (como em [65], [70] e [41]), a seguir :

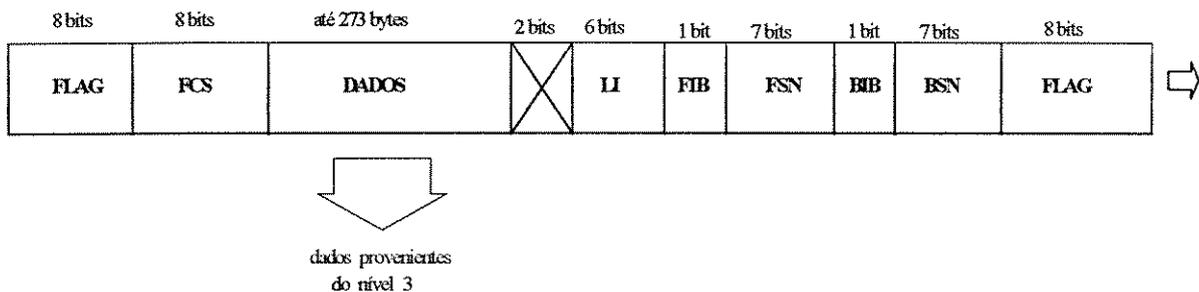


Figura 2.8 : Formato do Quadro MTP - 2

Como podemos ver pela figura anterior, o MTP-2 adiciona aos dados recebidos do nível 3, os campos FLAG, BSN, BIB, FSN, FIB, LI e FCS.

O campo FLAG é que tem a função de prover a delimitação do quadro, por isso ele é colocado como primeiro e último campo do mesmo. O flag é um padrão binário de 8 bits, começando por 0, seguido de seis 1's consecutivos e terminando por 0 (01111110). Para que esta seqüência de 8 bits possa ser delimitadora de quadros, ela deve ocorrer apenas no FLAG, não podendo se repetir em qualquer outra parte do quadro MTP-2. Para que isto seja garantido, sempre que cinco bits tiverem consecutivamente valor 1 (a menos, é claro, no campo FLAG), um zero é inserido, em seguida a estes bits com valor 1, não permitindo deste modo que uma seqüência de seis bits 1 consecutivos venha a ocorrer em outro campo que não seja o FLAG. Todos os 0's que forem inseridos por esse método por um nó que esteja transmitindo quadros, são depois retirados pelo nó que receber os mesmos, permitindo o correto processamento do quadro. O nó receptor, ao receber uma seqüência de cinco bits 1 consecutivos, verifica se o sexto bit desta seqüência é 1 ou 0. Caso seja 1, ele verifica se o bit seguinte a este 1 é de valor 0, desta maneira ele sabe que esta seqüência corresponde ao flag, e que está ocorrendo um início de quadro. Se, no entanto, após cinco 1's consecutivos o bit seguinte (o sexto bit) for de valor 0, o nó receptor sabe que o mesmo foi inserido pelo transmissor, desta maneira ele procede ao descarte deste bit zero. Este mecanismo garante uma correta delimitação dos quadros MTP-2.

A função de detecção de erros é implementada em função do conteúdo do campo FCS (Frame Check Sequence). O nó que irá transmitir um quadro MTP-2, após montar o mesmo, e antes de inserir os bits 0's de enchimento após seqüências de cinco bits 1's consecutivos, faz o cálculo do conteúdo do campo FCS pelo método CRC-16, levando em consideração o conteúdo de todos os campos do quadro, à exceção dos campos FLAG. O nó que receber este quadro, realiza este cálculo nas mesmas condições (após a remoção dos bits 0 de enchimento e sem considerar os campos FLAG), e compara o resultado deste cálculo com o valor recebido no campo FCS. Se estes valores forem iguais, significa que o quadro foi recebido sem erros, mas se os mesmos forem diferentes, o quadro foi recebido com erros, sendo necessário requisitar a retransmissão do mesmo.

O campo FSN (Forward Sequence Number) indica seqüencialmente, o número do quadro que está sendo transmitido por um determinado nó, através de um determinado enlace. O primeiro quadro transmitido tem FSN=0 (0000000), o segundo tem FSN=1 (0000001) e assim sucessivamente até FSN=128 (1111111), após o qual, a seqüência de numeração novamente se inicia a partir de FSN=0. Com isto, garante-se que a seqüência dos quadros na transmissão seja mantida na recepção.

O campo BSN (Backward Sequence Number) indica qual foi o último quadro recebido sem erros, de um determinado nó, através de um determinado enlace.

Por exemplo, seja um nó B cujo último quadro recebido sem erros de um nó A tivesse FSN=3. Este nó B, ao transmitir quadros para o nó A, indicará que este foi o último quadro recebido sem erros, através do conteúdo de seu campo BSN, fazendo BSN=3 (000011). Através deste campo BSN, pode-se também realizar o controle de fluxo de quadros transmitidos, uma vez que, caso o nó B, por exemplo, possua muitos dados aguardando processamento em sua CPU, passa a confirmar os quadros recebidos do nó A a intervalos de tempo maiores do que vinha fazendo, com isso, o nó A passa a transmitir quadros para o nó B com um intervalo de tempo maior entre os mesmos (o fluxo de dados é diminuído), no enlace entre o nó A e o nó B, no sentido de A para B.

Os bits FIB (Forward Indicator Bit) e BIB (Backward Indicator Bit) são os chamados bits indicadores. Eles são utilizados para requisitar a retransmissão de quadros, quando da ocorrência de problemas. Para entendermos como isto ocorre, seja o exemplo a seguir:

Suponhamos que um nó A esteja transmitindo/recebendo quadros para/de um nó B, como pode ser visto pela figura 2.9, a seguir, onde estão mostrados apenas os campos FSN, FIB, BSN, BIB:

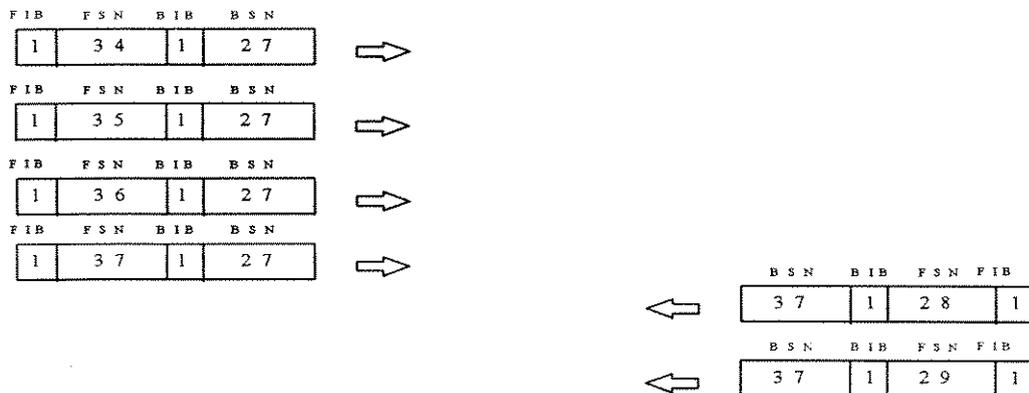


Figura 2.9: Confirmação de recebimento de mensagens sem erros no MTP-2

No instante de início da observação, o nó A está transmitindo seu quadro de número 34, e confirmando que recebeu sem erros todos os quadros transmitidos pelo nó B até o de número 27. Esta confirmação é válida devido ao seguinte mecanismo: o campo BSN do quadro transmitido pelo nó A contém o valor 27, e os bits FIB e BIB contém o mesmo valor (no caso, 1). O nó A transmite em seguida seus quadros de número 35, 36 e 37 e, uma vez que neste intervalo de tempo não recebeu nenhum quadro proveniente do nó B, continua a confirmar o de número 27. O nó B, ao transmitir seu quadro de número 28, confirma que recebeu corretamente todos os quadros transmitidos pelo nó A até então, pois BSN=37 e FIB=BIB, o que indica que a comunicação ocorreu sem erros. Quando o nó B envia para A seu quadro 29, continua a confirmar correta recepção até o quadro 37, uma vez que neste intervalo, o nó A não transmitiu nenhum quadro.

Vejamos agora o que ocorre numa comunicação em que houve a ocorrência de erros . Seja a figura 2.10 , a seguir :

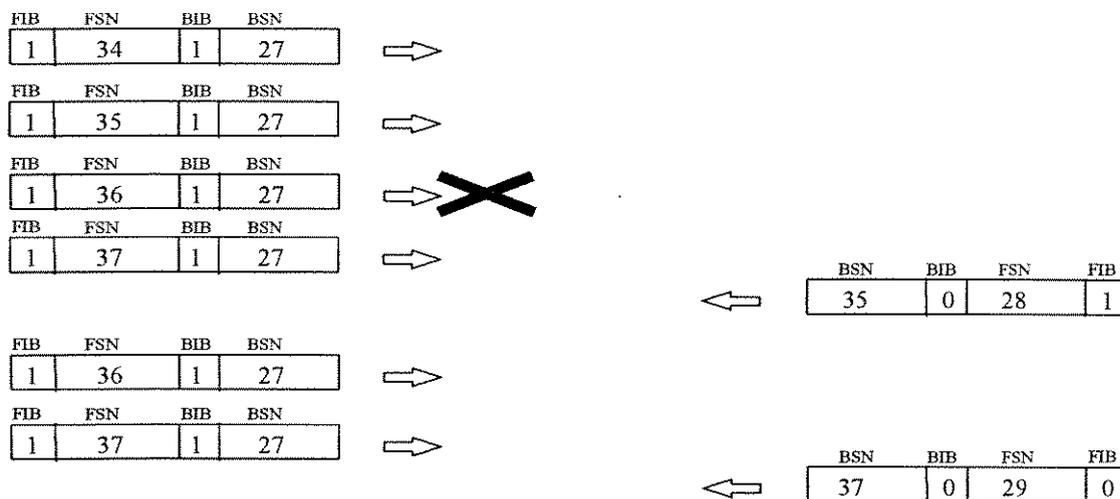


Figura 2.10 : Confirmação de recebimento de mensagens no MTP-2 , com ocorrência de erros

No instante de início da observação , o nó A está transmitindo seu quadro de número 34 , e confirmando que recebeu sem erros todos os quadros transmitidos pelo nó B até o de número 27 , como pode ser visto por BSN=27 e FIB=BIB . Ele transmite , então , os quadros de número 35 , 36 e 37 . O nó B , ao receber o quadro de número 36 (ele os recebe seqüencialmente) , verifica que houve a ocorrência de erros . Ao enviar sua mensagem de número 28 , o nó B indica que um erro ocorreu no quadro de número 36 que ele recebeu do nó A , pois ele envia sua mensagem 28 com BSN=35 e , além disso , ele inverte o bit BIB , fazendo com que BIB<>FIB , o que indica recepção correta até o quadro 35 e ocorrência de erro no quadro 36 . Isto faz com que o nó A retransmita todos os quadros que já havia anteriormente transmitido , a partir do 36 . O nó B , ao enviar seu quadro de número 29 , indica recepção correta de todos os quadros até então transmitidos pelo nó A , pois BSN=37 , e o bit FIB foi invertido , de modo que temos novamente FIB=BIB .

Suponhamos , agora , a seguinte situação , conforme a figura 2.11 , a seguir :

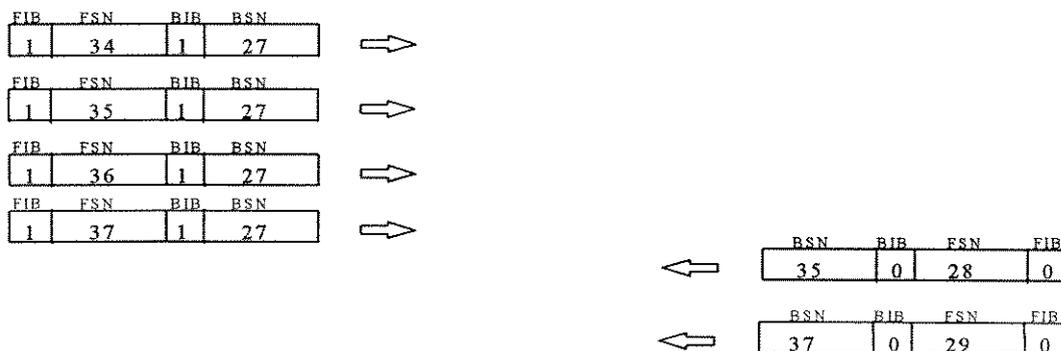


Figura 2.11 : Confirmação de recebimento de mensagens sem erros no MTP-2

Neste caso, o nó A, ao transmitir seus quadros de número 34, 35, 36 e 37, indica que recebeu do nó B, sem erros, até o quadro de número 27, pois BSN=27 e FIB=BIB. O nó B, ao enviar seu quadro de número 28, indica para o nó A, a recepção sem erros de todos os quadros até o número 35 (BSN=35), mas não indica ocorrência de erros na recepção do quadro 36, pois FIB=BIB. O nó A, então entende que não está sendo requisitada retransmissão, e que os quadros 36 e 37 ainda não foram reconhecidos pelo nó B, devido ao mesmo ainda não ter tido tempo de processá-los. Isto se confirma quando o nó B envia seu quadro de número 29, pois então ele sinaliza a correta recepção dos quadros 36 e 37 enviados pelo nó A.

Na figura 2.8, que mostra a estrutura do quadro MTP-2, vemos ainda a existência do campo LI (Length Indicator). Este campo tem por função, indicar o tipo de quadro MTP-2 que está sendo enviado; ele possui 6 bits podendo assumir valores entre 0 (000000) e 63 (111111). Conforme o seu conteúdo, um dado tipo de quadro está sendo enviado, conforme explicado abaixo:

- LI=0: Neste caso está sendo enviado um quadro FISU (Fill-In Signal Unit). Este é um quadro de enchimento; ele não possui campo de dados, sendo enviado somente quando não há outros quadros que possam ser enviados, de modo a manter o sincronismo do enlace. Ele também permite que os nós verifiquem a confiabilidade do enlace, através da checagem do campo FCS do mesmo, conforme já explicado anteriormente. Ao enviar quadros FISU, o nó não incrementa o campo FSN a cada quadro enviado, mantendo o FSN da última mensagem enviada.

- LI=1 ou LI=2: Neste caso está sendo enviado um quadro LSSU (Link Status Signal Unit). Ele possui um ou dois bytes no campo de dados (de acordo com o conteúdo de LI) para enviar informações de status. Estas informações indicam congestionamento, alinhamento do enlace, falha de processamento (nível 2 não consegue acessar os níveis superiores); elas são entendidas apenas pelo nível 2 (nível de enlace). Ao enviar quadros LSSU, o nó também não incrementa o campo FSN a cada quadro enviado, mantendo o FSN da última mensagem enviada.

- LI=3 até LI=63: Neste caso está sendo enviado um quadro MSU (Message Signal Unit). Ele possui de 3 a 273 bytes (de acordo com o conteúdo do campo LI quando ele possuir de 3 a 63 bytes e, caso ele possua mais de 63 bytes, o campo LI terá valor 63), e seu conteúdo são os dados provenientes do nível 3, por isso ele é denominado Unidade de Mensagens de Sinalização. Somente para este tipo de quadro que transporta mensagens provenientes dos níveis superiores é que o nó irá incrementar o conteúdo do campo FSN a cada quadro enviado.

Na figura 2.12 ([1], [4], [70]), a seguir, podemos ver os diversos tipos de quadros MTP-2:

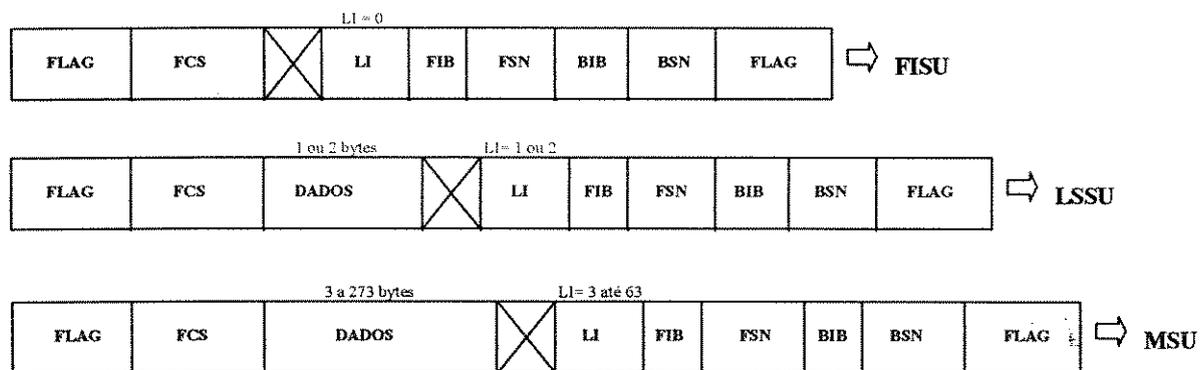


Figura 2.12 : Tipos de Quadro MTP-2

2.4.4 - SUBSISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE MENSAGENS - NÍVEL 3 MTP-3

Este protocolo (subsistema) é responsável pelas funções de nível 3 [42] do SSCC#7 ou por parte das funções de camada 3 do modelo OSI, ou seja, por funções de rede. Através deste protocolo, as mensagens são transmitidas através da rede e entregues no destino correto. Para realizar isto, este protocolo adiciona alguns campos de cabeçalho aos dados provenientes do nível 4, ou das funções de gerência de rede (que é considerado nível 3). Seja, então, a figura 2.13 a seguir, que mostra o formato deste protocolo:

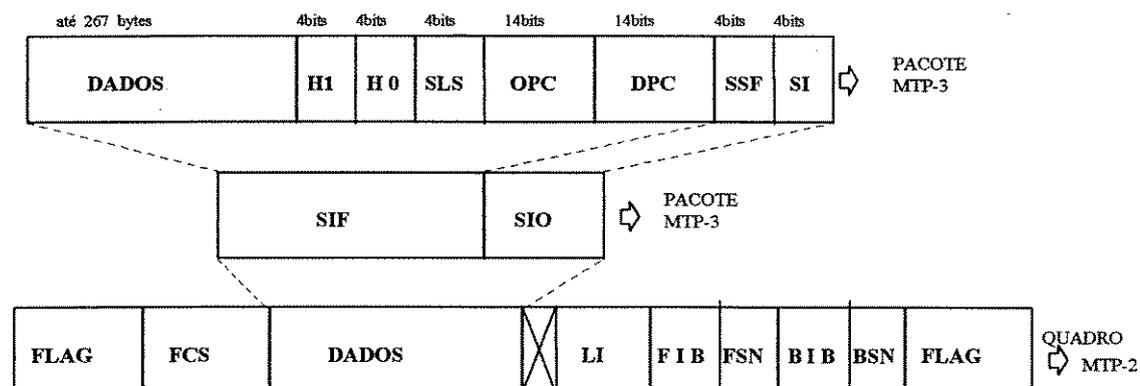


Figura 2.13 : Formato do Pacote MTP-3

Como pode ser visto pela figura, o pacote MTP-3 se divide em dois grandes campos, o campo SIO (Service Indicator Octet), que possui 1 byte, e o campo SIF (Signalling Information Field), que possui até 272 bytes, os quais, por sua vez, se subdividem em outros campos.

O campo SIO se subdivide em dois campos: o campo SI (Service Indicator) com 4 bits e o campo SSF (SubService Field) também com 4 bits.

O campo SI, indica qual é o subsistema que está utilizando o campo de dados de um dado pacote MTP-3, como segue :

BITS	SIGNIFICADO
0000	Mensagens de Gerência de Rede de Sinalização
0001	Mensagens de Manutenção e Teste da Rede de Sinalização
0010	Reservado
0011	Subsistema de Controle de Conexão de Sinalização (SCCP)
0100	Subsistema de Usuário de Telefonia (TUP)
0101	Subsistema de Usuário RDSI (ISUP)
0110	Subsistema de Dados (mensagens relacionadas com chamadas e circuitos)
0111	Subsistema de Dados (mensagens de cancelamento e registro)
1XXX	Reservados

O campo SSF, indica se a mensagem é nacional ou internacional, sendo codificado como segue :

BITS	SIGNIFICADO
XX00	Reservados
0001, 0010, 0011	Rede Internacional
0101, 0110, 0111	Reservado para Uso Internacional
1001, 1010, 1011	Rede Nacional
1101, 1110, 1111	Reservado para Uso Nacional

Através do uso deste campo, pode-se discriminar se a mensagem segue um padrão de numeração nacional ou internacional. Por exemplo, os campos OPC, DPC e SLS (serão explicados adiante) carregam endereços de pontos de sinalização. Para endereçar estes pontos no Brasil ([66], [42]), são suficientes 14 bits⁴ de endereço (OPC, DPC), mas, para endereçar estes pontos internacionalmente são necessários 32 bits (OPC, DPC), o que acarreta num maior processamento de bits de endereço. Para que, dentro de um determinado país, possa se trabalhar com menos bits de endereço, é necessário discriminar-se no SSF que se trata de Rede Nacional. É interessante observar que, dentro de um mesmo país, pode-se ter mais de um padrão de endereçamento de pontos de sinalização, que podem ser identificados, cada um, por uma das combinações de bits usadas para rede nacional (1001, 1010, 1011).

O campo SIF, assim como o campo SIO, se subdivide em outros como já esquematizado na figura 2.13 : OPC, DPC, SLS, H0, H1.

Os campos DPC (Destination Point Code), OPC (Originating Point Code) e SLS (Signalling Link Selection) compõe o rótulo do pacote MTP-3. Através do

⁴ Nos Estados Unidos são necessários 24 bits para OPC e 24 bits para DPC, conforme padrão ANSI [70]. As duas formas (ANSI e ITU-T) são mostradas em [1].

rótulo pode-se identificar todo o caminho realizado pelo pacote na rede de sinalização pois o OPC identifica qual o ponto de sinalização que originou a mensagem, o DPC identifica qual é o ponto de sinalização para qual a mensagem está destinada e o SLS identifica através de qual enlace daqueles que conectam diretamente os pontos de sinalização origem e destino a mensagem deve trafegar (isto para fins de balanceamento de carga). Este mecanismo permite que seja feito o roteamento de mensagens por toda a rede de sinalização.

No Brasil ([66], [42]), os campos OPC e DPC são codificados de acordo com a figura 2.14, a seguir:



Figura 2.14 : Codificação dos Campos OPC e DPC

- CNS (Código Nacional de Sinalização) : este campo possui 4 bits (podendo , portanto assumir valores de 0 a 15) , identificando , de maneira geral , a qual região do país pertence um dado PS .
- CRS (Código Regional de Sinalização) : este campo também possui 4 bits (também assumindo valores de 0 a 15) , e , identifica , de maneira geral , a qual estado do país , dentro de uma dada região , pertence um dado PS .
- No. PS (Número do Ponto de Sinalização) : este campo possui 6 bits (assumindo , portanto valores entre 0 e 63) , os quais servem para identificar o ponto de sinalização .

Como exemplo , o PS identificado pelo número 10 , localizado no estado do Acre , terá CNS=8 (correspondente à região de operação Centro-Norte aonde está o Acre) , CRS=12 (correspondente ao estado do Acre , conforme tabela em [65]) e No. PS = 10 , logo , seu endereço à nível nacional é 8-12-10 .

Os campos H0 e H1 correspondem ao cabeçalho da mensagem (entenda-se , aqui , por mensagem , o conteúdo do campo de dados do pacote MTP-3) . O campo H0 identifica o grupo de mensagens para um dado subsistema de usuário , e o campo H1 identifica a mensagem dentro do grupo e , conseqüentemente , o formato da mesma . Como os valores assumidos por H0 e H1 têm significado dependente do subsistema de usuário que está utilizando os serviços da camada MTP-3 , estes serão explicados quando forem explicados os subsistemas de usuário . Tanto o campo H0 , como o campo H1 possuem 4 bits , podendo assumir valores entre 0 e 15 .

O campo de dados do pacote MTP-3 é aquele que contém as informações provenientes do nível 4 (que utilizam os serviços do MTP-3) , ou informações de gerência de rede de sinalização (que são consideradas nível 3) .

2.4.4.1 - GERÊNCIA DE REDE DE SINALIZAÇÃO

As funções de gerência de rede de sinalização são as responsáveis por manter os serviços de sinalização, e também por restaurar as condições normais de sinalização quando da ocorrência de defeitos na rede de sinalização. Para realizar esta função ela possui mensagens específicas de gerência, que se utilizam do protocolo MTP-3 para se propagarem por qualquer parte da rede, quando necessário. A tabela 2.6 [65], a seguir, mostra os códigos destas mensagens, em função dos valores assumidos por H0 e H1, no pacote MTP-3:

Grupo	H0 \ H1	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
		0000	Reservado para uso Nacional														
CHM	0001		COO	COA				CBD	CBA								
ECM	0010		ECO		ECA												
FCM	0011		RCT		TFC												
TFM	0100		TFP		TFR			TFA									
RSM	0101		RST	RSR													
MIM	0110		LIN	LUN	LIA	LUA	LID	LFU	LLT	LRT							
TRM	0111		TRA														
DLM	1000		DLC	CSS	CNS	CNP											
	1001																
UFC	1010		UPU														
	1011																
	1100																
	1101																
	1110																
	1111																

Tabela 2.6 : Codificação das Mensagens de Gerência de Rede de Sinalização

Como pode ser visto, as mensagens acima são divididas em grupos, o que está descrito a seguir:

- Grupo CHM (Changeover and Changeback Messages):

. COO (Changeover-Order Signal): usado para informar o desvio do tráfego de sinalização de um enlace que se tornou indisponível para um enlace em operação normal.

. COA (Changeover-Acknowledgement Signal): usado para informar ao nó que enviou o COO, o reconhecimento do desvio de tráfego.

. CBD (Changeback-Declaration Signal): usado para informar o retorno do tráfego para um enlace que foi restaurado, cujo tráfego havia sido desviado por COO.

. CBA (Changeback-Acknowledgement Signal) : usado para informar ao nó que enviou o CBD , o reconhecimento do retorno de tráfego .

- Grupo ECM (Emergency-Changeover Message) :

. ECO (Emergency-Changeover-Order Signal) : usado para informar o desvio do tráfego de sinalização de um enlace que se tornou indisponível para um enlace em operação normal , quando não se consegue recuperar o FSN (número de seqüência de envio , de quadro MTP-2) da última mensagem aceita sobre o enlace em falha .

. ECA (Emergency-Changeover-Acknowledgement Signal) : usado para informar ao nó que enviou o ECO , o reconhecimento da mensagem .

- Grupo FCM (Signalling-Traffic-Flow-Control messages) :

. RCT (Signalling-Route-Set-Congestion-Test Signal) : usado por um nó que recebeu a mensagem TFC para verificação periódica junto ao nó que a enviou , se uma dada rota (a que foi informada no TFC) ainda está em procedimento de transferência controlada (procedimento TFC) .

. TFC (Transfer-Controlled Signal) : usado para informar que a transferência de mensagens para uma dada rota está controlada , de modo a diminuir o fluxo de mensagens por tal rota .

- Grupo TFM (Transfer-Prohibited-Transfer-Allowed-Transfer-Restricted Messages) :

. TFP (Transfer-Prohibited Signal) : usado por um determinado nó para informar que ele não mais pode receber mensagens destinadas a um determinado nó adjacente, devido a rota entre estes nós ter-se tornado indisponível .

. TFR (Transfer-Restricted Signal) : usado por um determinado nó para informar que ele não deve receber mensagens destinadas a um determinado nó adjacente , a menos que não exista outra rota para alcançar tal nó adjacente , devido a problemas de processamento de recepção de mensagens no nó adjacente através da interface conectada àquela rota . A implementação desta mensagem é opcional a nível nacional.

. TFA (Transfer-Allowed Signal) : usado por um nó que anteriormente havia enviado TFP , para informar que a rota pela qual não podiam ser transferidas mensagens , tornou-se disponível novamente .

- Grupo RSM (Signalling-Route-Set-Test Message) :

. RST (Signalling-Route-Set-Test Signal for Prohibited Destination) : usado por um nó que recebeu a mensagem TFP para verificação periódica junto ao nó que a enviou , se uma dada rota (a que foi informada no TFP) ainda está em procedimento de transferência proibida (procedimento TFP) , até que seja enviada pelo nó que enviou a mensagem TFP , uma mensagem TFA .

. RSR (Signalling-Route-Set-Test Signal for Restricted Destination) : usado por um nó que recebeu a mensagem TFR para verificação periódica junto ao nó que a enviou , se uma dada rota (a que foi informada no TFR) ainda está em procedimento de transferência restrita (procedimento TFR) , até que seja enviada pelo nó que enviou a mensagem TFR , uma mensagem TFA . A implementação desta mensagem é opcional à nível nacional .

- Grupo MIM (Management Inhibit Messages) :

. LIN (Link Inhibit Signal) : usado para tornar um enlace indisponível , quando da ocorrência de muitos changeover's ou changeback's , ou quando o mesmo estiver apresentando alta taxa de erro , para propósitos de teste ou manutenção do mesmo .

. LUN (Link Uninhibit Signal) : usado para tornar disponível , um enlace que havia se tornado indisponível por LIN .

. LIA (Link Inhibit Acknowledgement Signal) : usado para informar ao nó que enviou LIN , o reconhecimento da mensagem .

. LUA (Link Uninhibit Acknowledgement Signal) : usado para informar ao nó que enviou LUN , o reconhecimento da mensagem .

. LID (Link Inhibit Denied Signal) : usado em resposta à LIN para informar que o enlace requisitado não pode se tornar indisponível , pois acarretará congestionamentos na rede .

. LFU (Link Forced Uninhibit Signal) : usado para tornar disponível de maneira forçada um enlace colocado indisponível através da instrução LIN , para , por exemplo , resolver problemas de congestionamento que passaram a ocorrer , depois do enlace ter-se tornado indisponível .

. LLT (Link Local Inhibit Test Signal) : usado para testar o status do nó local conectado a um enlace que tenha sido inibido por LIN .

. LRT (Link Remote Inhibit Test Signal) : usado para testar o status do nó remoto conectado a um enlace que tenha sido inibido por LIN .

- Grupo TRM (Traffic-Restart-Allowed Message) :

. TRA (Traffic-Restart-Allowed Signal) : usado para reinicializar um nó (e todos os enlaces a ele conectados) que se tornou disponível .

- Grupo DLM (Signalling-Data-Link-Connection-Order Message) :

. DLC (Signalling-Data-Link-Connection-Order Signal) : usado para requisitar a conexão lógica de um enlace entre dois nós, de modo a trafegar informações de sinalização através do mesmo (o enlace podia estar sendo usado para outra finalidade) .

. CSS (Connection-Successful Signal) : usado para confirmar a ocorrência da conexão lógica de um enlace, o que havia sido requisitado através de DLC .

. CNS (Connection-not-Successful Signal) : usado para informar que não foi possível realizar a conexão lógica de um enlace, o que havia sido requisitado através de DLC . Outro enlace é sugerido em um dos campos da instrução CNS.

. CNP (Connection-not-Possible Signal) : usado para informar que não foi possível realizar a conexão lógica de um enlace, o que havia sido requisitado através de DLC . Outro enlace não é sugerido, pois a instrução CNP é enviada quando não existe nenhum outro enlace alternativo .

- Grupo UFC (User Part Flow Control Messages) :

. UPU (User Part Unavailable) : usado por um determinado nó para informar que ele não conseguiu entregar uma certa mensagem destinada a um determinado subsistema de usuário interno, devido à ocorrência de falha no processador daquele subsistema de usuário .

As mensagens mostradas acima, compõem o sistema de gerência da rede de sinalização . É interessante comentar que, quando o protocolo MTP-3 é utilizado para transportar informações de gerência, o campo SLS (vide figura 13), passa a ser denominado SLC (Signalling Link Code) . Este campo difere do SLS, apenas por conter qual é o enlace com problemas (o que deve ser informado a outros nós), e não mais o enlace pelo qual o pacote MTP-3 irá trafegar .

Vejamos a seguir, exemplos ilustrativos de utilização de algumas mensagens de gerência de rede de sinalização (conforme [70]), para algumas condições de falhas na rede de sinalização :

Como foi visto anteriormente, através do gerenciamento de rotas, pode-se fazer o re-roteamento de pacotes com mensagens, quando da ocorrência de falhas em enlaces, para que os mesmos possam ser integralmente entregues ao seu destino. Seja, então, a figura 2.15, a seguir :

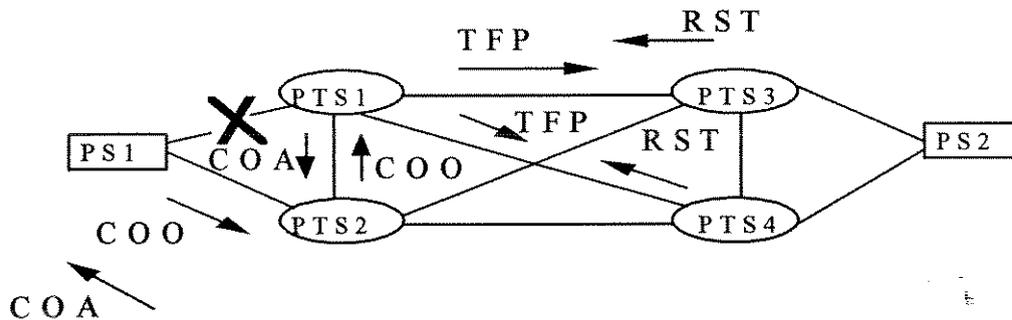


Figura 2.15 : Exemplo de Procedimento de Gerência de Rede de Sinalização

Pode-se notar, pela figura acima, a ocorrência de falha no enlace que interliga os nós PS1 e PTS1. Suponhamos que PS1 precise enviar uma mensagem para PTS1, antes que PTS1 precise enviar uma mensagem a PS1, desta maneira PS1 é o primeiro a detectar a ocorrência da falha. Ele inicia então, o procedimento de changeover, primeiramente executando os procedimentos de atualização e recuperação do buffer que armazena os quadros que estavam sendo transmitidos pelo enlace que falhou. O procedimento de atualização, consiste em se detectar quais foram das mensagens enviadas por PS1, as reconhecidas por PTS1 (através de confirmação - ACK) e o procedimento de recuperação, consiste em transferir todas as mensagens ainda não reconhecidas para o buffer do enlace alternativo a ser utilizado. PS1 envia, então, a mensagem de changeover destinada à PTS1, através do enlace PS1-PTS2 e, em seguida, através do enlace PTS2-PTS1. Esta mensagem contém no campo SLC, a identificação do enlace que ficou indisponível, e ela possui também um campo que indica para, no caso deste exemplo, PTS1, qual foi das mensagens enviadas por PS1 para PTS1, a última reconhecida por PTS1. O enlace alternativo (ou rota alternativa) por onde as mensagens serão enviadas é aquele(a) por onde a mensagem de changeover está sendo enviada.

Ao receber a mensagem COO, PTS1 envia a mensagem COA para PS1, pela nova rota, o que serve para confirmar o procedimento de changeover. A mensagem COA possui os mesmos campos da mensagem COO, desta maneira, PTS1 informa qual foi a última mensagem reconhecida por PS1, daquelas que foram enviadas por PTS1 para PS1, pelo enlace que agora está com falha.

Uma vez estabelecida a rota alternativa, se analisarmos a figura 2.15, veremos que não é interessante que pacotes destinados à PS1, provenientes de PTS3 e PTS4, sejam roteados através de PTS1, pois, com a falha do enlace PS1-PTS1, estes pacotes terão que ser encaminhados à PTS2, para depois serem entregues à PS1; como PTS3 e PTS4 possuem rotas diretas para PTS2, é interessante que eles passem a encaminhar os pacotes destinados à PS1, através de PTS2. Para que isto ocorra, PTS1 envia a mensagem TFP para PTS3 e PTS4, proibindo a transferência

de pacotes destinados à PS1 através dele (PTS1). PTS3 e PTS4 têm, então, que se utilizar de rotas alternativas, no caso, através de PTS2. A mensagem TFP, originada por PTS1, possui um campo onde está identificado o endereço do nó para o qual não mais se pode fazer roteamento através dele, PTS1 (no caso, o PS1 está identificado neste campo).

Para evitar que o procedimento TFP se prolongue indefinidamente, de tempos em tempos, PTS3 e PTS4 enviam o pacote RST para PTS1, o qual serve para perguntar se o procedimento de transferência proibida (TFP) de mensagens destinadas à PS1 através de PTS1 ainda continua. O nó PS1 é identificado num campo da mensagem RST.

Quando o enlace PS1-PTS1 é restabelecido, o tráfego que havia sido desviado para enlaces alternativos pode ser retornado àquele enlace. Para que isto ocorra, PS1 envia a mensagem CBD (Changeback), pela mesma rota por onde havia enviado COO (vide figura 2.15), o que indica que o enlace que havia apresentado defeito está restabelecido e, as mensagens devem voltar a ser enviadas por tal enlace. PTS1 envia então, pela mesma rota por onde havia enviado COA, a mensagem CBA para PS1, reconhecendo o procedimento de Changeback. PTS1 também envia para PTS3 e PTS4 a mensagem TFA, voltando a permitir, deste modo, que mensagens destinadas à PS1, sejam roteadas através dele, PTS1.

Na figura 2.16, a seguir está mostrado o campo SIF (com as subdivisões em outros campos, conforme citados nas explicações acima) dos pacotes MTP-3 aonde estão inseridas mensagens COO, COA, TFP e RST:

	7 bits	4bits	4 bits	32 bits	
0		0001	0001	SLC , OPC , DPC	
0	FSN da última mensagem confirmada	H1	H0	Rótulo	COO
	7 bits	4bits	4 bits	32 bits	
0		0010	0001	SLC , OPC , DPC	
0	FSN da última mensagem confirmada	H1	H0	Rótulo	COA
	14 bits	4bits	4 bits	32 bits	
00		0001	0100	SLC , OPC , DPC	
00	Destino	H1	H0	Rótulo	TFP
	14 bits	4bits	4 bits	32 bits	
00		0001	0101	SLC , OPC , DPC	
00	Destino	H1	H0	Rótulo	RST

Figura 2.16 : Formato das Mensagens COO, COA, TFP, RST

Nas mensagens COO e COA, o campo SLC do rótulo, indica o enlace que se tornou indisponível e existe um campo para indicar o número de seqüência da

última mensagem que foi reconhecida pelo nó remoto, das que lhe foram enviadas pelo enlace com defeito. Nas mensagens TFP e RST, o campo SLC não é usado e o campo destino indica o nó para o qual não se pode enviar mensagens roteadas através do nó que está enviando TFP ou recebendo RST. Os demais campos são usados conforme já explicado no item "Subsistema de Transferência de Mensagens - Nível 3".

Vimos, anteriormente, que o gerenciamento de enlace é responsável por detectar a existência de algum enlace com problema e executar os testes necessários no mesmo. Suponhamos que, em um dado enlace, tenha ocorrido muitos *changeovers*. Um dos dois nós que estão conectados a este enlace enviará para o outro nó a mensagem LIN, que fará com que o enlace não possa ser utilizado pelos níveis superiores para transferência de mensagens, mas possa ser utilizado pelo nível 2, para execução de testes. O nó que recebe LIN, reconhece esta mensagem, enviando LIA. Deste modo, testes podem ser executados, fazendo-se uso das mensagens LLT e LRT. Finalizado, o procedimento de teste, o enlace pode voltar à operação normal, para isto, o nó que havia enviado LIN, agora envia LUN, permitindo, deste modo, que o enlace volte a ser utilizado pelos níveis superiores. O outro nó deve enviar a mensagem LUA, para confirmar o recebimento de LUN. O procedimento descrito neste parágrafo, na verdade é simétrico, ou seja, ambos os nós conectados ao enlace enviam LIN, LIA, LUN, LUA. A explicação foi feita da maneira acima para facilitar o entendimento da seqüência de eventos.

Como vimos, a função gerenciamento de tráfego deve informar sobre a ocorrência de congestionamento num dado nó, num dado subsistema de usuário. Suponhamos que um dado nó receba uma mensagem ISUP a ele destinada, mas o processador de ISUP, por algum motivo passe a apresentar defeito (ou seja, o nó consegue processar o MTP e os demais subsistemas de usuário, exceto a ISUP). Ele informa então ao nó que originou a mensagem ISUP, que este subsistema está indisponível e a mensagem não foi entregue, isto através da mensagem UPU, que significa Subsistema de Usuário Indisponível. Quando o problema for resolvido, a ISUP informa ao MTP-3, através de primitivas, que já está aceitando mensagens, e o MTP-3, passa a aceitar mensagens destinadas a este subsistema de usuário.

Na figura 2.17 [70], a seguir, está mostrado o formato do campo SIF, do pacote MTP-3 que contém a mensagem UPU:

4 bits		14 bits		4bits	4 bits	32 bits	UPU
0000	0101	00		0001	1010	SLC, OPC, DPC	
0000	Subs. Usuário	00	Destino	H1	H0	Rótulo	

Figura 2.17 : Forma da Mensagem UPU

O campo SLC não é utilizado nesta mensagem, o campo destino, indica o endereço do nó no qual o subsistema de usuário ficou indisponível e existe um

campo para indicar qual subsistema de usuário ficou indisponível (como neste exemplo foi a ISUP , este campo deve assumir o valor 0101).

De maneira geral , tudo o que foi falado anteriormente são as atribuições do MTP (Subsistema de Transferência de Mensagens) . Será mostrado , agora , como funcionam os demais subsistemas que compõem o Sistema de Sinalização por Canal Comum # 7 .

2.4.5 - SUBSISTEMA DE CONTROLE DE CONEXÃO DE SINALIZAÇÃO SCCP

Este subsistema executa funções de nível 4 no SSCC#7 , pois se utiliza dos serviços prestados pelo MTP-3 na rede de sinalização (vide figura 2.6) . Com relação ao modelo OSI, ele é considerado camada 3 ([70], [44], [4]), pois suas funções estão relacionadas à transferência de mensagens através da rede . O SCCP provê funções adicionais às executadas pelo MTP-3 para a transferência de mensagens através da rede .

O MTP-3 normalmente encaminha mensagens relacionadas com o estabelecimento, manutenção e liberação de conexões na rede telefônica ou na RDSI . Para tal , estas mensagens devem ser encaminhadas de modo a passar por todos os PS's⁵ das centrais locais , tandem's e trânsito's por onde será estabelecido o circuito na rede telefônica ou na RDSI ; por exemplo , para se estabelecer uma conversação entre um assinante localizado numa central A e outro localizado numa central D , através das centrais A , B , C e D , a mensagem de sinalização gerada no PS ligado à central A deve ser encaminhado ao PS ligado à central B , que por sua vez deve encaminhá-la ao PS ligado à central C e este deve encaminhá-la ao PS da central D , pois todas estas centrais precisam ser informadas da conexão a ser estabelecida .

O MTP-3 foi um protocolo desenvolvido , então , de modo a atender estes requisitos . Ele trabalha de maneira não orientada à conexão e é otimizado para fazer o encaminhamento de mensagens da maneira acima descrita .

Com o surgimento do serviço móvel celular e do serviço de rede inteligente , passou a ser necessária a conexão de bases de dados à rede de sinalização , pois , para o serviço móvel celular , é necessário saber quais assinantes estão numa determinada célula num dado instante , informações estas armazenadas em bases de dados , e para o serviço de rede inteligente , é necessário saber , em função do número virtual chamado (0800-xxxxxx), qual o número de terminal telefônico que se deseja contactar , o que é armazenado em bases de dados , pois o número

⁵ PS será utilizado de maneira genérica para designar PS , PTS e , em alguns casos , PAS.

virtual não corresponde à nenhuma central telefônica, não podendo ser diretamente encaminhado pela TUP ou ISUP, através do MTP.

A partir desta necessidade de se conectar bases de dados à rede de sinalização é que se tornou realmente necessária a utilização de PTS's não diretamente conectados às centrais telefônicas, caracterizando, definitivamente, uma rede de sinalização distinta da rede telefônica (figuras 2.4 e 2.5). Passou também a ser necessário que se pudesse realizar transações com estas bases de dados através da rede de sinalização, bem como, endereçar estas bases de dados e os subsistemas (internamente à elas) com os quais se deseja realizar estas transações, além, é claro, de se necessitar que as mensagens referentes a estas transações pudessem ser encaminhadas de maneira eficiente pela rede de sinalização, uma vez que estas mensagens precisam ser encaminhadas da central que a gerou para as bases de dados, não precisando ser encaminhadas por nós da rede de sinalização ligados à centrais intermediárias (como faz o MTP-3), ou seja, este encaminhamento é de um ponto origem para um ponto destino, não precisando passar por pontos intermediários, o que não é a forma de encaminhamento do MTP-3.

Para que se pudesse, então, realizar estas transações foi criado o TCAP (este subsistema será explicado adiante).

O encaminhamento de mensagens de um ponto origem até um ponto destino através da rede de sinalização de maneira eficiente, bem como o endereçamento de bases de dados e subsistemas passou a ser possível com o desenvolvimento do SCCP.

O SCCP é um subsistema responsável pela transferência de mensagens através da rede de sinalização. Ele pode realizar estas transferências de maneira orientada à conexão ou não orientada à conexão, porém, mesmo no seu modo não orientado à conexão, ele, de certa maneira, emula uma transferência orientada à conexão, através dos parâmetros que possui, pois consegue manter um diálogo com um recurso (nó, base de dados) da rede, como se houvesse uma conexão virtual entre os dois recursos.

Um serviço de transferência de mensagens orientado à conexão é caracterizado por possuir três fases distintas: uma fase de estabelecimento da chamada, uma fase de transferência de dados e uma fase de liberação da chamada, o que é análogo ao que ocorre numa chamada telefônica. É importante observar que, uma vez estabelecida a conexão, os recursos necessários para aquele serviço ficam disponíveis até a liberação da conexão, e todas as mensagens referentes ao serviço são transferidas pela mesma rota (conexão virtual) estabelecida inicialmente.

Um serviço não orientado à conexão possui apenas a fase de transferência de dados, os quais são enviados sem que se estabeleça um circuito virtual entre origem e destino, ou seja, os dados para um determinado destino são simplesmente lançados na rede (logicamente com o endereçamento necessário),

devendo ser entregues ao destino sem que seja necessário que sigam uma rota pré-definida, o que é análogo ao que ocorre quando enviamos uma carta para outra pessoa.

Conforme definido pelo ITU-T, em suas recomendações, hoje, os usuários dos serviços do SCCP são o TCAP (através do ASP) e a ISUP (esta pode utilizar os serviços do SCCP ou diretamente do MTP-3). Não existe hoje, nenhuma implementação prática na qual a ISUP se utilize do SCCP [70], razão pela qual isto sequer foi mostrado na figura 2.6, e não será abordado neste trabalho. Com relação à natureza das transações hoje suportadas pelo TCAP, elas são eficientes caso se utilizem dos serviços não orientados à conexão do SCCP (elas são de curta duração e, em grande número, o que aumentaria muito o tráfego e a alocação de recursos da rede, se fosse necessário o estabelecimento de uma conexão virtual para a realização de cada transação). Para o estabelecimento destas transações não orientadas à conexão, as funções do ASP (vide figura 2.6), que correspondem às camadas 4, 5 e 6 do modelo OSI não são necessárias, desta maneira, o TCAP é que se utiliza dos serviços do SCCP diretamente (o ASP ainda está em fase de estudos no ITU-T). Quando forem desenvolvidas aplicações que necessitem de transferência de dados orientada à conexão através da rede, as funções do ASP serão necessárias.

Com base no que foi falado, será mostrado com mais detalhes, o serviço não orientado à conexão do SCCP, sendo apenas citadas algumas poucas características do serviço orientado à conexão:

O subsistema de controle de conexão de sinalização é dividido em cinco classes de serviços, ou classes de protocolos, que são:

- Classe 0: básico não orientado à conexão
- Classe 1: com seqüenciamento não orientado à conexão
- Classe 2: básico orientado à conexão
- Classe 3: com controle de fluxo orientado à conexão
- Classe 4: com controle de fluxo e recuperação de erros orientado à conexão

O serviço classe 0 é aquele que provê o transporte básico de mensagens TCAP, não possuindo mecanismos de segmentação de mensagens ou de seqüenciamento das mesmas. Ele é normalmente empregado para o envio de dados referente a uma transação, quando esta transação puder ser contida numa única mensagem SCCP e/ou quando ela não necessitar de uma resposta da base de dados que está sendo acessada.

O serviço classe 1 é usado quando uma transação (que se passa a nível do TCAP), gera duas ou mais mensagens SCCP, como na figura 2.18, abaixo:

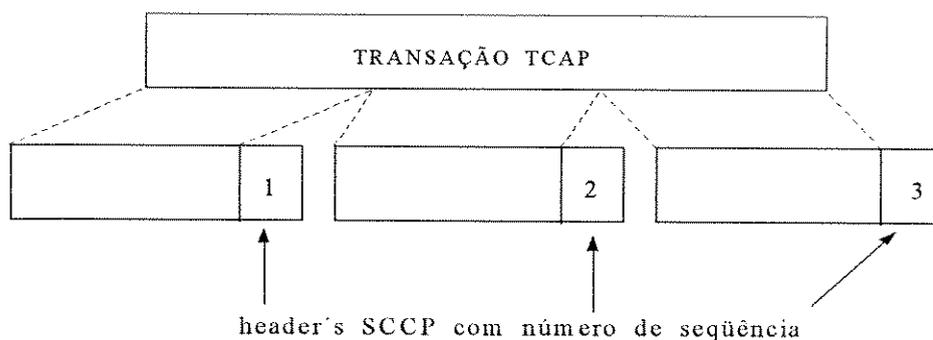


Figura 2.18 : Serviço Classe 1 do SCCP

Pode-se notar, pela figura acima, que a transação TCAP não pode ser toda transportada numa única mensagem SCCP. Ela é então fragmentada e, nos header's SCCP adicionados a cada fragmento, existe um campo onde é feito o seqüenciamento das mesmas, de modo que elas possam ser recebidas em ordem, permitindo, assim, uma correta remontagem da transação TCAP no destino.

O serviço classe 2 é o serviço básico orientado à conexão, o qual realiza o estabelecimento de uma chamada entre duas entidades, quando então, um diálogo full-duplex pode ocorrer através do circuito virtual estabelecido na rede de sinalização. É importante notar que, cada enlace físico na rede de sinalização, pode estar sendo usado para o estabelecimento de muitas conexões lógicas ao mesmo tempo. Para que isto seja possível, um número de referência é estabelecido para cada uma das conexões estabelecidas no enlace, sendo que, todos os pacotes referentes a uma dada conexão estabelecida possuem aquele mesmo número de referência, o que permite a multiplexação de pacotes relativos à diversas conexões nos diversos enlaces da rede (este mecanismo será melhor explicado no capítulo sobre sinalização ATM, quando se mostrará as funções dos VPI's e VCI's).

O serviço classe 3, além de todas as funções executadas pelo classe 2, faz também controle de fluxo e transmissão de dados expedidos. Desta maneira, um dado recurso da rede pode controlar o fluxo de mensagens SCCP que irá receber, em função da sua capacidade de processamento naquele instante. A perda ou o recebimento fora de ordem de mensagens pode ser detetado e relatado para o recurso que a originou, através de uma mensagem de gerenciamento SCCP. Quando isso ocorre, o serviço classe 3 consegue resetar a conexão e iniciar novamente a transmissão de mensagens dos níveis superiores.

O serviço classe 4, além de executar todas as funções do classe 3, também faz a retransmissão de mensagens recebidas com erro.

Como já foi mencionado anteriormente, o SCCP é um protocolo capaz de realizar, de maneira eficiente, a transferência de mensagens através da rede, entre um ponto inicial e um ponto final, sem se preocupar com os pontos intermediários, como faz o MTP-3. O MTP-3, faz o roteamento, baseado no rótulo (vide figura 2.13, onde rótulo = DPC + OPC + SLS), já o SCCP possui um esquema de endereçamento mais complexo, como pode ser visto pela figura 2.19, a seguir:

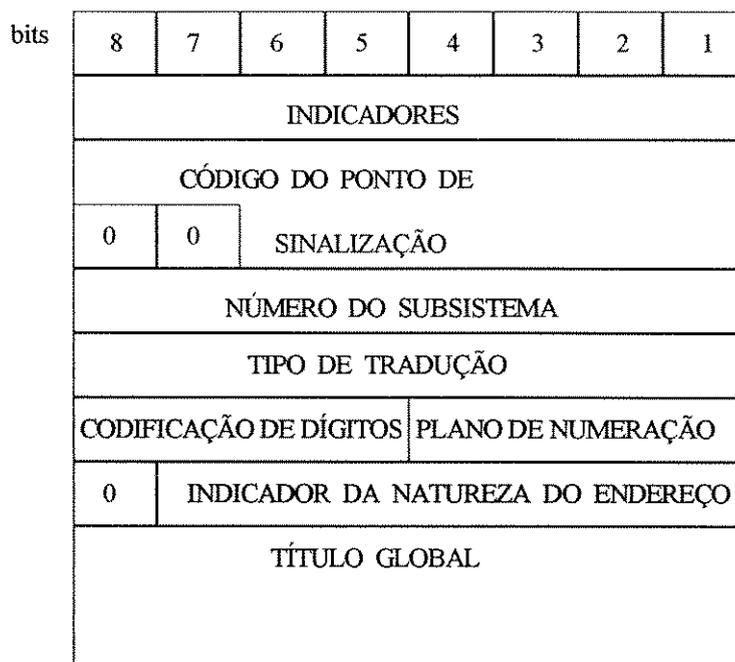


Figura 2.19 : O Cabeçalho SCCP

Pode-se notar que o parâmetro de endereço possui vários campos, codificados conforme descrito a seguir :

O campo indicadores, como o próprio nome diz, serve para indicar diversas características relativas a este parâmetro, como segue :

- seu bit 8 indica se o endereço segue padrão nacional (1) ou internacional (0)
- seu bit 7 indica se o roteamento deve ser feito baseado apenas no título global (0) ou baseado no código de ponto de sinalização e número do subsistema (1)
- os bits 6, 5, 4 e 3 indicam as informações fornecidas no título global :
 - .0000 : título global não incluído
 - .0001 : título global inclui apenas natureza do indicador de endereço
 - .0010 : título global inclui apenas tipo de tradução
 - .0011 : título global inclui tipo de tradução, plano de numeração e codificação de dígitos
 - .0100 : título global inclui tipo de tradução, plano de numeração, codificação de dígitos e indicador da natureza do endereço
 - .os demais valores são reservados
- seu bit 2 indica se o número do subsistema foi provido (1) ou não (0)
- seu bit 1 indica se o código do ponto de sinalização foi provido (1) ou não (0)

É importante notar que o campo Indicadores mostra o que está contido no parâmetro de endereçamento, ou seja, se por exemplo, seu bit 2 tiver valor 0, isto indica que o campo número de subsistema sequer existe neste parâmetro, sendo o mesmo raciocínio válido para todos os outros campos .

O código do ponto de sinalização, como já foi visto para o MTP-3, possui 14 bits (sua composição está mostrada na figura 2.14). Ele contém o endereço do ponto de sinalização para onde a mensagem será roteada. No parâmetro SCCP de endereço, ele tem 14 bits a ele destinados nos bytes 2 e 3. Os bits 8 e 7 do byte 3 são preenchidos com valor 0, e os outros 14 bits possuem o endereço do ponto de sinalização.

O campo número do subsistema é composto de 1 byte, servindo para identificar o usuário do serviço SCCP para o qual a mensagem está endereçada, conforme codificado a seguir:

00000000 - número de subsistema não reconhecido / não usado
00000001 - gerência SCCP
00000010 - reservado para uso do ITU-T
00000011 - ISUP
00000100 - OMAP
00000101 - MAP
00000110 - HLR*
00000111 - VLR*
00001000 - MSC*
00001001 - EIR*
00001010 - centro de autenticação *
00001011 até 11111110 - reservado
11111111 - reservado para expansão

* Implementados em redes celular Bellcore

O campo tipo de tradução, de 1 byte é usado para direcionar a mensagem para a função de título global apropriada, que pode ser, dentre outras: "Cartão de Chamada", "Roaming Automático", etc.

O campo codificação dos dígitos serve para indicar qual a codificação utilizada para os dígitos no campo título global (normalmente BCD), e se a quantidade de dígitos é par ou ímpar.

O campo plano de numeração indica qual o formato usado no título global RDSI/E.164, X.121, etc.

O campo indicador da natureza do endereço indica se o número fornecido no título global é de assinante, de significado nacional, internacional, etc.

Finalmente, o campo título global possui os dígitos relativos ao endereço entrado (no caso, por exemplo, de chamada de rede inteligente), codificados normalmente em BCD, desta maneira tais dígitos podem ser representados codificados em 4 bits, tendo então, cada octeto dois dígitos. Este campo é de tamanho variável, conforme o número de dígitos discados.

O parâmetro de endereçamento mostrado acima é válido tanto para a parte chamada como para a parte chamadora, ou seja, em mensagens SCCP que precisem informar tanto o endereço da parte chamada como da parte chamadora, um parâmetro com o formato descrito anteriormente é provido para cada um dos endereços (da parte chamada e da parte chamadora).

Foi visto que, muitas vezes, para o encaminhamento de mensagens através da rede de sinalização, o SCCP precisa realizar a tradução de título global, função esta que não é implementada em todos os nós da rede, pois, normalmente, apenas poucos PTS's ou apenas um PTS possui esta função. As mensagens geradas em qualquer ponto da rede têm, então, que ser encaminhadas para um PTS que realize esta função, a partir do código do ponto de sinalização deste PTS e do número do subsistema. Este PTS consultará, então, suas tabelas internas e, em função do número do título global, determinará o código de ponto de sinalização e o número de subsistema do PCS que será acessado.

Como foi visto, o SCCP possui diversas formas de encaminhar uma mensagem através da rede de sinalização. Vejamos, através de um exemplo, uma maneira de se encaminhar chamadas de rede inteligente. Seja, então, a figura 2.20, a seguir:

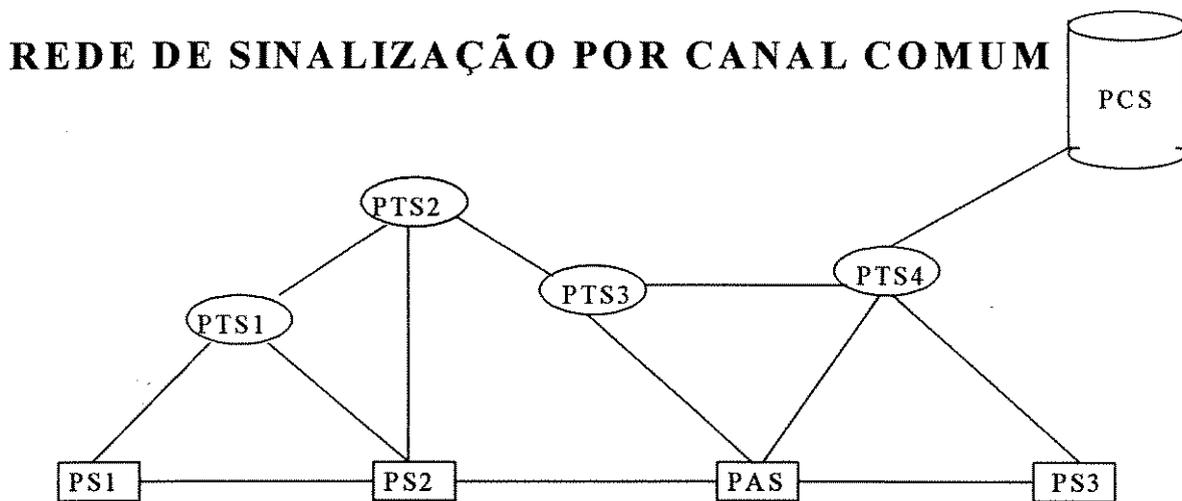


Figura 2.20 : Rede SSCC#7

Suponhamos que PS1, PS2, PS3 estejam diretamente conectados às centrais telefônicas 1, 2 e 3, que PAS esteja conectado à central telefônica 4 e que PTS1, PTS2, PTS3, PTS4 não estejam conectados à nenhuma central telefônica (PTS's externos).

Seja um assinante que possua um terminal telefônico conectado à central telefônica 1 (que está ligada ao PS1). Suponhamos que este assinante deseja estabelecer uma conversação com um outro assinante (normalmente pessoa jurídica) que seja identificado por um número de rede inteligente. Ele disca então este número, suponhamos que seja 0800-123456. O PS1 inicia o encaminhamento da chamada; ao consultar suas tabelas internas, ele percebe que o número 0800 não

é prefixo de nenhuma central telefônica, mas ele sabe que deve encaminhar chamadas iniciadas com este prefixo para uma central telefônica tandem ou trânsito ligada a um PAS (no exemplo, a central telefônica 4). A chamada é, então, encaminhada para esta central telefônica 4 da maneira convencional através da TUP utilizando-se do serviço do MTP-3 (o encaminhamento da TUP será explicado adiante), sendo estabelecido um circuito de voz na rede telefônica entre a central 1 e a central 4.

O PAS, ao receber a mensagem TUP que contém os endereços da parte chamadora (prefixo da central 1 + número do terminal telefônico) e chamada (0800-123456), percebe que esta chamada é baseada num número virtual, necessitando de um encaminhamento especial.

Suponhamos, que o PAS não seja capaz de executar a tradução de título global, e que esta função esteja implementada somente no PTS3. A partir dos parâmetros de chamada recebidos, o PAS gera uma mensagem TCAP, a qual é encaminhada pelo SCCP; o header SCCP contém, dentre outras informações, o código de ponto de sinalização do PTS3, o título global (0800-123456) e o endereço da parte chamadora. O PAS, baseado em suas tabelas internas, destina a mensagem ao PTS-3 (através do código de sinalização do mesmo), para que lá possa ser feita a tradução de título global (a mensagem indica para o PTS3, que ele deverá fazer o roteamento baseado no título global).

O PTS3, ao receber a mensagem, analisa-a e percebe que deve fazer a tradução de título global. Baseado em suas tabelas, ele converte então o valor do título global (0800-123456) no valor do código de ponto de sinalização do PCS, e número do subsistema a ser acessado e, a partir daí, o roteamento da mensagem até o PCS é realizado baseado nestas informações (isto é indicado no header SCCP).

O PCS, ao receber a mensagem, percebe que esta está destinada a ele, deste modo ele efetua a transação a nível de TCAP (isto será explicado adiante). Uma vez efetuada a transação, uma resposta é enviada numa mensagem TCAP, encaminhada pelo SCCP e destinada ao PAS, onde estará contido o número real do terminal telefônico de destino determinado em função de um ou mais dos seguintes parâmetros: número virtual originalmente discado (0800-123456), data e hora da chamada, área onde está inserido o assinante chamador, etc..

O PAS recebe então esta mensagem e, analisando o número do terminal telefônico de destino, prossegue no encaminhamento normal da mensagem através de TUP utilizando o MTP-3, até o PS conectado à central telefônica aonde está ligado o terminal telefônico de destino.

Suponhamos que o PCS tenha determinado o número de um terminal telefônico conectado à central telefônica 3. O PAS ao ser informado, envia uma mensagem TUP para o PS3, estabelecendo um circuito de voz entre a central 4 e a central 3. Lembrando que antes da consulta ao PCS já havia sido estabelecido um circuito

de voz entre a central 1 e a central 4, temos, na totalidade, um circuito de voz estabelecido entre a central 1 e a central 3 (mais precisamente entre o terminal telefônico de origem e o de destino). A conversação pode ser iniciada.

Para realizar o encaminhamento de dados provenientes dos níveis superiores, o SCCP possui algumas mensagens específicas que são inseridas no campo de dados do MTP-3. O formato geral destas mensagens ([45], [70], [4]) é mostrado na figura 2.21, a seguir:

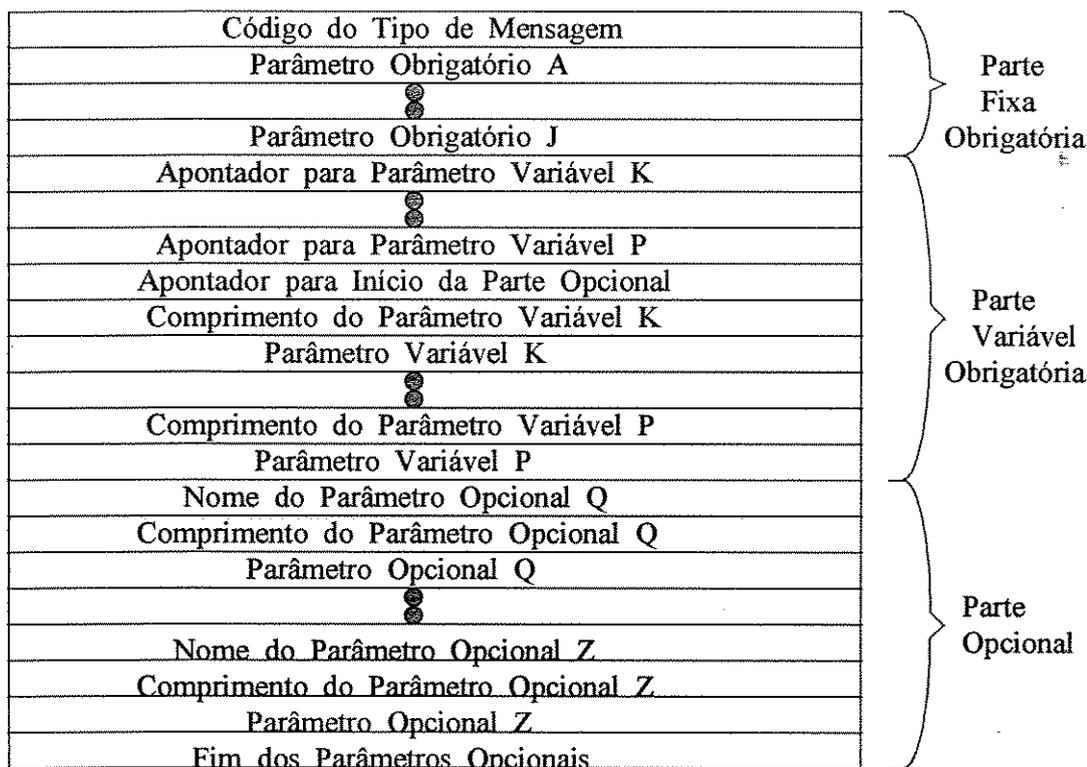


Figura 2.21 : Formato Genérico de uma Mensagem SCCP

O primeiro campo (Código do Tipo de Mensagem) identifica qual a mensagem que está sendo transmitida. Em seguida vem a parte fixa obrigatória da mensagem, onde são inseridos um ou mais parâmetros de comprimento fixo. Depois desta parte, a mensagem possui uma parte variável obrigatória, que possui parâmetros necessários para que a mesma seja corretamente interpretada, porém o comprimento destes parâmetros pode variar conforme a necessidade (vimos na figura 2.19, por exemplo, que o parâmetro de endereçamento é de tamanho variável, pois ele pode ou não conter todos os campos, o que é discriminado no campo Indicadores). A parte variável obrigatória possui nos primeiros bytes, apontadores para o início dos diversos parâmetros, bem como, para o início da parte opcional, e o primeiro byte de cada parâmetro discrimina o comprimento do mesmo, deste modo, o comprimento total desta parte variável obrigatória fica determinado. A última parte é opcional, sendo composta de uma seqüência de parâmetros opcionais. O primeiro byte de cada um destes parâmetros serve para identificar o mesmo e o segundo byte discrimina o comprimento do mesmo. A

partir do terceiro byte é que temos o parâmetro propriamente dito . O último byte da parte opcional é composto de um código que indica o final da mensagem (00000000) .

Vejamos agora dois exemplos de mensagem SCCP, duas mensagens utilizadas, respectivamente, para prestação dos serviços classe 0 e classe 1 (não orientados à conexão) : Unitdata (UDT) e Extended Unitdata (XUDT) . Seja a figura 2.22 ([46], [70]), a seguir :

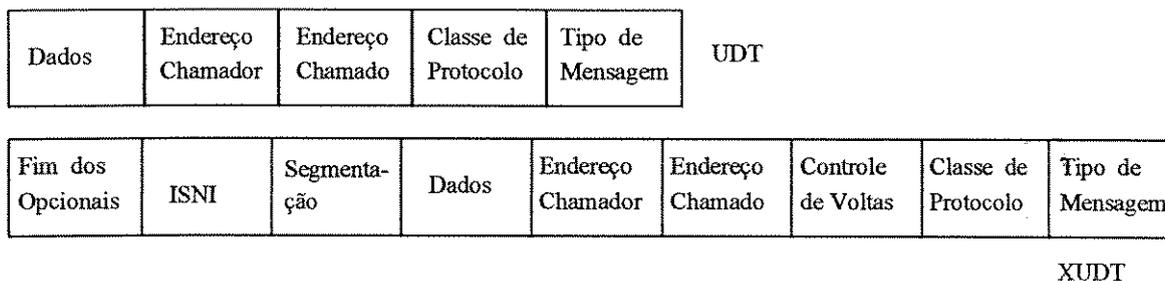


Figura 2.22 : Formato das Mensagens Unitdata e Extended Unitdata

Tanto para a mensagem UDT como para a XUDT, os parâmetros tipo de mensagem e classe de protocolo são de tamanho fixo de 1 byte .

O parâmetro tipo de mensagem assume valor 00001001 para UDT e 00010001 para XUDT .

O parâmetro classe de protocolo indica se a mensagem possui classe de serviço 0, 1, 2, 3 e, no caso das mensagens não orientadas à conexão (classe 0 ou 1) se uma mensagem que seja recebida com erro deve ser descartada ou retornada .

Os parâmetros endereço chamado e endereço chamador possuem a forma mostrada na figura 2.19, sendo de tamanho variável .

O parâmetro dados é onde são inseridas as mensagens provenientes dos níveis superiores, ele possui de 16 a 2032 bits .

Os parâmetros segmentação e ISNI são opcionais e, juntamente com o parâmetro controle de voltas , de 1 byte, que faz parte da parte fixa obrigatória, caracterizam a mensagem XUDT, o primeiro serve para indicar quantos segmentos faltam relativamente a uma dada mensagem de nível superior que seja segmentada em mais de uma mensagem XUDT e se estes segmentos devem ser entregues em ordem; o segundo (ISNI), por quais rede de sinalização intermediárias uma mensagem destinada a uma outra rede de sinalização deve trafegar ; o terceiro (controle de voltas) indica quantos enlaces um pacote que seja gerado na rede de sinalização pode atravessar .

O parâmetro fim dos opcionais é de comprimento de 1 byte e possui o valor 00000000 indicando o final da parte opcional da mensagem .

As mensagens mostradas acima (UDT e XUdT) são as mensagens utilizadas pelo SCCP para realizar a transferência de dados provenientes dos níveis superiores de maneira não orientada à conexão. Ele possui outras mensagens utilizadas para a prestação dos serviços com classe 2, 3 e 4, de modo a realizar transferência de dados orientada à conexão, que não serão abordadas neste trabalho.

Além destas, o SCCP possui também algumas instruções que são utilizadas para fins de gerenciamento. Da mesma forma que o MTP realiza gerenciamento para manter integridade dos enlaces e para desviar o tráfego para rotas alternativas em caso de congestionamento, o SCCP faz o gerenciamento de entidades de aplicação e de subsistemas. Por exemplo, no caso de falha de um PCS, as funções de gerência do SCCP conseguem desviar o tráfego para um PCS reserva (o PCS reserva deve ser previsto, quando do projeto desta parte da rede), se falhar apenas um subsistema, somente o tráfego referente ao subsistema com falha é desviado para outro PCS. Estas funções de gerência também permitem a realização de testes em subsistemas com falha. As instruções para executar gerenciamento neste nível são similares a algumas instruções de gerenciamento existentes no MTP-3, por exemplo, a instrução Transfer-Prohibited no MTP-3, proibia que pacotes destinados a um determinado nó fossem transferidos através do nó que originou tal instrução, já a Transfer-Allowed restaurava a condição inicial, assim também existem as instruções Subsystem-Prohibited e Subsystem-Allowed que, respectivamente, servem para proibir e restaurar a transferência de mensagens SCCP para subsistemas em caso de falha (instrução de proibição) ou recuperação (instrução de permissão) do mesmo. Estas instruções devem ser enviadas, em broadcast, para todos os nós que tenham a capacidade de rotear mensagens para o subsistema afetado baseados apenas em suas tabelas internas, para que eles não mais o façam. Para os demais nós não há problema, pois, normalmente eles já não fazem o roteamento de mensagens para o subsistema afetado, por não possuírem este endereço em suas tabelas internas.

De maneira geral, até agora, foram mostrados todos os subsistemas necessários para a realização de transferência de informações através da rede de sinalização e também para gerência desta rede. A partir de agora serão mostrados os subsistemas que geram as informações a serem transferidas por esta estrutura, bem como a finalidade de cada um deles.

2.4.6 - SUBSISTEMA DE APLICAÇÃO DE CAPACITAÇÃO DE TRANSAÇÕES TCAP

O TCAP (Transaction Capabilities Application Part) foi desenvolvido para agregar à rede de sinalização, a capacidade de acesso à bases de dados. Foi visto anteriormente que, um número virtual de rede inteligente, para poder ser encaminhado pela rede de sinalização, precisa ser convertido em um número real

de terminal telefônico . Foi mostrado , na figura 2.20 , que isto é realizado acessando-se uma base de dados , quando se realiza uma transação onde o número virtual é convertido no número real , para tal existem pontos de sinalização especiais (PAS's e PCS's) . A transação , de acordo com o exemplo da figura 2.20 , tem início quando o PAS precisa acessar o PCS e termina quando o PAS recebe o resultado do PCS , que , por sua vez , o recebe da aplicação . Para que a rede de sinalização possa realizar transações como a exemplificada na figura 2.20 e também outras , mais complexas , é que existe o TCAP .

O TCAP é um subsistema que provê serviços para a aplicação final (ele corresponde à camada 7 do modelo OSI) , podendo ser comparado a uma linguagem de programação , que por si só não tem funcionalidade , porém , quando suportando uma aplicação final passa a ter um objetivo bem definido , para isso , ele possui uma série de mensagens e parâmetros comuns a qualquer tipo de aplicação (Rede Inteligente , Móvel Celular , Operação e Manutenção , etc.) .

O TCAP , na rede de sinalização , provê à mesma a capacidade de realizar transações , sendo um protocolo de nível 4 para o SSCC#7 e , conforme já visto anteriormente , ele se utiliza dos serviços do SCCP .

As formas de utilização mais comum para o TCAP , hoje , são em aplicações de rede inteligente como a demonstrada anteriormente (vide figura 2.20) , em aplicações de serviço móvel celular , por exemplo , para que possam ocorrer transações visando atualizar as bases de dados VLR e HLR e em aplicações que permitam que se efetue transações entre centrais telefônicas .

Uma mensagem TCAP é composta de uma parte de transação , uma parte de componentes [1] e de uma seqüência de parâmetros [70]. Uma transação a ser realizada com uma base de dados pode gerar mais de uma mensagem TCAP para poder ser totalmente efetuada . Para que um dado nó (PAS , PCS) possa saber a qual transação pertence uma dada mensagem , ele faz esta identificação na mensagem , ou seja , duas mensagens que para aquele nó sejam de uma dada transação 1 , por exemplo , são ambas identificadas como pertencentes àquela transação 1 . O mesmo raciocínio é válido para os componentes de uma transação , um componente define uma operação a ser executada pela aplicação ; como uma transação pode conter vários componentes , isto significa que ela pode ter que executar várias operações , gerando portanto várias respostas , devendo , cada resposta ser correlacionada à operação que a originou , através destes identificadores .

O formato geral de uma mensagem TCAP está mostrado na figura 2.23 , a seguir :

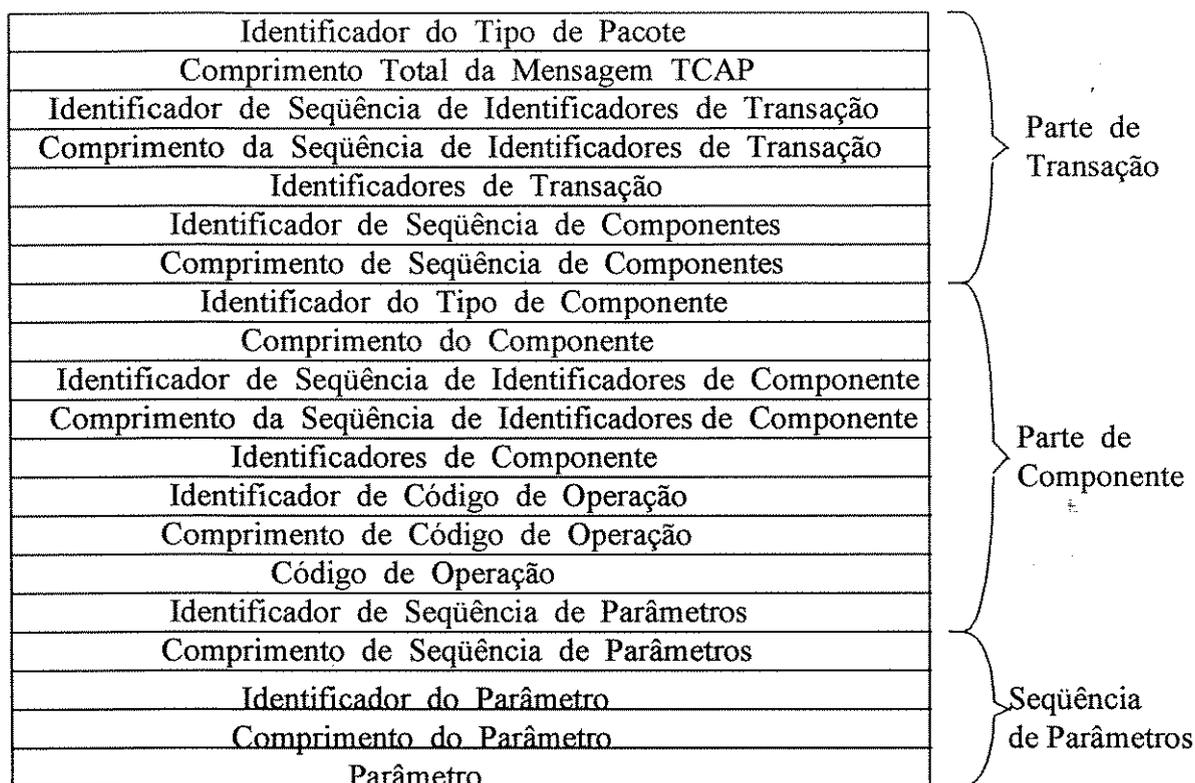


Figura 2.23 : Formato Genérico de uma Mensagem TCAP

O campo identificador do tipo de pacote discrimina qual a mensagem que está sendo enviada, sendo codificado conforme explicado a seguir:

- 11100001 : Unidirecional : é um tipo de mensagem TCAP enviada num único sentido, não requerendo resposta da base de dados acessada. Como a transação é enviada numa única mensagem, neste caso; esta não atribui nenhum identificador de transação.

- 11100010 : Consulta com Permissão : mensagem usada para acessar informação numa base de dados, ela atribui um número para a transação através do identificador de transação. Ela permite que o nó (PCS) que a está recebendo encerre a transação (liberando o identificador de transação atribuído), se este, porém desejar estabelecer um diálogo, enviará em resposta à mensagem "Consulta", uma mensagem "Conversaão".

- 11100011 : Consulta sem Permissão : análoga à mensagem anterior, porém, o nó que a está recebendo não tem permissão para encerrar a transação.

- 11100100 : Resposta : usada pelo TCAP para encerrar uma transação, ela envia os dados requisitados na instrução "Consulta" e, no caso de haver um diálogo estabelecido, ela envia os últimos dados de tal diálogo, encerrando a transação.

- 11100101 : Conversação com Permissão : esta mensagem é enviada por um nó que recebeu uma mensagem "Consulta" para o nó que a enviou, de modo a

estabelecer um diálogo entre os mesmos ; o nó que recebe esta mensagem tem permissão para encerrar a transação .

- 11100110 : Conversação sem Permissão : análoga à mensagem anterior , porém o nó que a recebe não tem permissão para encerrar a transação .

- 11010110 : Abortar : enviada pelo nó que originou a transação , para finalizá-la , ainda que ela não tenha sido totalmente concluída , as razões que levaram a este procedimento são informadas ao nó remoto .

O campo Identificador de Seqüência de Identificadores de Transação serve para indicar que uma seqüência de identificadores de Transação está iniciando . Ele corresponde ao seguinte código : 111000111 .

O campo Identificador de Transação contém os números para identificar que uma dada mensagem é parte de uma dada transação (parte de uma transação 1 , transação 2 , etc .) . Estes números têm significado local , ou seja , para o nó que originou a transação , esta pode ser a de número 3 e para o outro nó esta pode ser a de número 9 .

Para que isto seja melhor compreendido suponhamos um nó A que inicie uma transação com um nó B , enviando uma mensagem “Consulta” . Supondo que este nó A já tivesse duas transações abertas , esta mensagem seria referente então a uma nova transação de número 3 e seria enviada com Identificador de Transação=3. O nó B recebe esta mensagem e , desejando estabelecer um diálogo com o nó A , envia uma mensagem “Conversação” . Supondo que o nó B tenha 8 transações abertas , ele enviará esta mensagem com Identificador de Transação Origem=9 e Identificador de Transação Destino=3 ; o nó A , ao receber esta mensagem enviará uma mensagem “Conversação” com Identificador de Transação Origem=3 e Identificador de Transação Destino=9 e assim por diante , até o encerramento da transação . Através deste mecanismo , as transações entre os vários recursos da rede que a suportam podem ocorrer simultaneamente , sendo identificados de maneira única .

O campo Identificador de Seqüência de Componentes indica o início de uma seqüência de componentes , tendo valor 11101000 .

O campo Identificador do Tipo de Componente discrimina qual é o componente que está sendo enviado , sendo codificado conforme mostrado a seguir :

-11101001 : Invocar (último) : usado para requisitar que a entidade de aplicação remota execute uma determinada operação . A indicação de “último” é para informar que não há mais componentes “Invocar” para esta transação .

-11101101 : Invocar (não último) : análogo ao anterior , porém informa que haverá mais componentes “Invocar” nesta transação .

-11101010 : Retorna Resultado (último) : usado para retornar um resultado obtido a partir de uma operação executada que havia sido pedida por um dado componente “Invocar” de uma dada Transação . A indicação de último mostra que não haverá mais componentes “Retorna Resultado” para aquele componente “Invocar” daquela transação .

-11101110 : Retorna Resultado (não último) : análogo ao anterior , porém com a indicação de que haverá mais componentes “Retorna Resultado” em resposta àquele componente “Invocar” daquela transação .

-11101011 : Retorna Erro : usado para retornar um código de erro para erros que ocorrem no nível da aplicação (não são erros de protocolo) .

-11101100 : Rejeitar : indica erro de protocolo , implicando em rejeição de componente .

O campo Identificador de Sequência de Identificador de Componentes indica o início desta seqüência , tendo valor 11001111 .

O campo Identificador de Componente serve para correlacionar respostas a uma dada operação com a operação que a requisitou , deste modo várias operações requisitadas por vários componentes podem fazer parte de uma mesma transação , sendo executadas simultaneamente .

Os demais campos de uma mensagem TCAP são bastante específicos , servindo , por exemplo , para indicar se uma mensagem TCAP segue o padrão da rede de sinalização nacional ou de uma rede privativa , etc . Eles consistem em informações adicionais para componentes de uma mensagem TCAP e em dados da aplicação , não sendo objetivo deste trabalho abordar esta parte com este nível de detalhe .

Vejamos agora , um exemplo de utilização de mensagens TCAP , para a realização de uma transação de rede inteligente . Quando se explicou anteriormente o encaminhamento SCCP fazendo-se referência à figura 2.20 , comentou-se que a transação que ocorria entre o PAS e o PCS mostrados na figura 2.20 , seria depois explicada . Passemos , então , agora a esta explicação :

Inicialmente , o PAS envia uma mensagem de “Consulta” para o PCS com um componente “Invocar” que leva a operação a ser executada pela aplicação que é de converter o número 0800-123456 em um número de terminal telefônico (suponhamos que o PAS não envie o número do assinante que originou a chamada).

O PCS envia ao PAS uma mensagem “Conversação” com um componente “Invocar” que carrega instruções da aplicação para que seja enviado o número do assinante que originou a chamada , pois o número virtual será convertido em função da área de domicílio do assinante chamador .

O PAS então envia ao PCS uma mensagem “Conversação” com um componente “Retorna Resultado” que entrega à aplicação o número do assinante que originou a chamada. O PCS, finalmente, envia uma “Resposta” ao PAS com um componente “Retorna Resultado” que contém o número do terminal telefônico do assinante destino, para onde a chamada será encaminhada. A transação é finalizada, os identificadores de transação são liberados.

Este foi um exemplo de transação, existem outras que ocorrem e são bem diferentes desta (principalmente em telefonia móvel celular). É importante notar, no entanto, que o TCAP apenas realiza transações, não sendo ele o responsável por manipular os dados da aplicação (isto compete a ela), o que lhe dá grande versatilidade para que possa prestar serviço para diversas aplicações.

2.4.7 - SUBSISTEMA DE USUÁRIO DE TELEFONIA TUP

Este subsistema tem por finalidade, prover as mensagens necessárias para o estabelecimento, controle e liberação de chamadas na rede telefônica [48]. Com referência ao modelo OSI, este sistema implementa funções relativas às camadas 4, 5, 6 e 7 e, relativamente ao SSCC#7, ele é considerado nível 4, pois se utiliza dos serviços do MTP-3 (vide figura 2.6).

Conforme já mostrado na figura 2.6, o pacote MTP-3 pode conter no seu campo de dados, informações relativas a diversos subsistemas de usuário, o que é identificado pelo conteúdo do campo SI, o que já foi anteriormente explicado. Quando o pacote MTP-3 contém uma informação proveniente da TUP, o conteúdo do seu campo SI é 0100.

A TUP é o subsistema componente do Sistema de Sinalização por Canal Comum #7 que pode ser considerada a evolução do antigo Sistema de Sinalização por Canal Associado. Além dela executar todas as funções que eram executadas por aquele sistema, ela executa outras, que passaram a ter sentido devido à ocorrência de digitalização nas centrais telefônicas, como, por exemplo, estabelecimento, controle e liberação de chamadas para transferência de dados a 64kb/s. A rede que seja composta apenas de centrais telefônicas totalmente digitais recebe o nome de RDI (Rede Digital Integrada). É importante notar, portanto, que uma RDI pode estar contida numa rede telefônica, pois a rede telefônica é composta de centrais analógicas e digitais e a RDI pode ser considerada o segmento da rede telefônica composto apenas de centrais totalmente digitais.

Para executar as funções relacionadas com o estabelecimento, controle e liberação de chamadas na rede telefônica ou na RDI, a TUP possui diversas mensagens, as quais compõem determinados grupos de mensagens, sendo elas

identificadas de acordo com o conteúdo dos campos H0 e H1 do pacote MTP-3 , conforme mostrado na tabela 2.7 [65], a seguir :

Grupo	H1 H0	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
	0000	Reservado para uso Nacional															
FAM	0001		IAM	IAI	SAM	SAO											
FSM	0010		GSM		COT	CCF											
BSM	0011		GRQ														
SBM	0100		ACM	CHG													
UBM	0101		SEC	CGC	NNC	ADI	CFL	SSB	UNN	LOS	SST	ACB	DPN	MPR			EUM
CSM	0110	ANU	ANC	ANN	CBK	CLF	RAN	FOT	CCL								
CCM	0111		RLG	BLO	BLA	UBL	UBA	CCR	RSC								
GRM	1000		MGB	MBA	MGU	MUA	HGB	HBA	HGU	HUA	GRS	GRA	SGB	SBA	SGU	SUA	
	1001																
CNM	1010		ACC														
	1011																
	1100																
	1101																
	1110																
	1111																

Tabela 2.7 : Codificação das Mensagens TUP

Não sendo o objetivo deste trabalho , um estudo detalhado da TUP , será mostrado , a seguir , o significado de cada uma das mensagens acima ([49], [50]) , sem que , no entanto , venha a se mostrar quais os campos que constituem cada uma delas e o conteúdo destes campos :

- Grupo FAM (Forward Address Message) :

. IAM (Initial Address Message) : mensagem enviada para frente para o estabelecimento de chamadas na rede telefônica ; contém informações de endereçamento , encaminhamento e tratamento das chamadas .

. IAI (Initial Address Message with Additional Information) : mensagem enviada para frente para o estabelecimento de chamadas na rede telefônica ; além de possuir as informações contidas na IAM , tem também informações adicionais , como , por exemplo , identidade da linha chamadora (a que originou a ligação) .

. SAM (Subsequent Address Message) : mensagem enviada para frente após a IAI ou IAM ; tem a finalidade de enviar o restante do endereçamento do assinante que está sendo chamado para o estabelecimento da chamada .

. SAO (Subsequent Address Message with One Signal) : mensagem enviada para frente após a IAI ou IAM , tem a finalidade de enviar mais um dígito do endereçamento do assinante que está sendo chamado , o que será utilizado para o estabelecimento da chamada .

- Grupo FSM (Forward Set-Up Message) :

. GSM (General Forward Set-Up Information Message) : mensagem enviada para frente ; contém informações utilizadas para o estabelecimento da chamada , como , por exemplo , a categoria do assinante chamador .

. COT (Continuity Signal) : mensagem enviada para frente ; informa que há continuidade no circuito até então estabelecido na rede telefônica para cursar a chamada .

. CCF (Continuity - Failure Signal) : mensagem enviada para frente ; informa que não há continuidade no circuito estabelecido na rede telefônica para cursar a chamada .

- Grupo BSM (Backward Set-Up Message) :

. GRQ (General Request Message) : mensagem enviada para trás ; solicita informações relativas à chamada , como , por exemplo , a categoria do assinante chamador .

- Grupo SBM (Successful Backward Set-Up Information Message) :

. ACM (Address - Complete Message) : mensagem enviada para trás ; informa que todos os dígitos necessários para se identificar o assinante chamado e estabelecer a chamada foram recebidos . Informa também se o assinante chamado está livre e se a chamada será com ou sem tarifação .

. CHG (Charging Message) : mensagem enviada para trás ; contém informações relativas à como a chamada será tarifada .

- Grupo UBM (Unsuccessful Backward Set-Up Information Message) :

. SEC (Switching-Equipment-Congestion Signal) : mensagem enviada para trás ; informa que não foi possível estabelecer a conexão na rede telefônica devido a congestionamento em central telefônica internacional .

. CGC (Circuit-Group-Congestion Signal) : mensagem enviada para trás ; informa que não foi possível estabelecer a conexão na rede telefônica devido a congestionamento em grupo de circuitos internacional .

. NNC (National-Network-Congestion Signal) : mensagem enviada para trás ; informa que não foi possível estabelecer a conexão na rede telefônica devido a

congestionamento encontrado na rede telefônica nacional para a qual a chamada está destinada .

. ADI (Address Incomplete Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que o número de sinais de endereço recebidos não é suficiente para se completar a chamada .

. CFL (Call-Failure Signal) : mensagem enviada para trás ; informa que não foi possível estabelecer a conexão na rede telefônica devido a “time-out” ou devido à alguma falha não indicada por algum sinal específico .

. SSB (Subscriber-Busy Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que o assinante chamado está “ocupado” (atendendo a outra ligação) .

. UNN (Unallocated-Number Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que o número discado não está sendo usado para a identificação de um terminal telefônico de assinante , podendo ser , por exemplo , um código reserva .

. LOS (Line-Out-of-Service Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que a linha de acesso à qual está conectado o terminal telefônico do assinante chamado está com falha .

. SST (Send-Special-Information Tone Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que o tom de informação especial deve ser retornado ao assinante chamador . Este tom indica que o número chamado não pode ser alcançado devido a razões não cobertas por outros sinais específicos .

. ACB (Access Barred Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que a chamada foi rejeitada por motivo de falha em checagem de compatibilidade .

. DPN (Digital Path Not Provided Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que um caminho digital necessário para se estabelecer esta chamada na rede telefônica não foi provido .

. MPR (Misdialed Trunk Prefix) : mensagem enviada para trás , para uso nacional ; indica que um prefixo de tronco foi incluído erroneamente .

. EUM (Extended Unsuccessful Backward Set-Up Information Message) : mensagem enviada para trás ; indica outros motivos pelos quais uma conexão não foi estabelecida na rede telefônica .

- Grupo CSM (Call Supervision Message) :

. ANU (Answer Signal , Unqualified) : mensagem enviada para trás , para uso nacional ; indica que a chamada foi atendida .

. ANC (Answer Signal , Charge) : mensagem enviada para trás ; indica que a chamada foi atendida , devendo ser tarifada .

. ANN (Answer Signal , No Charge) : mensagem enviada para trás ; indica que a chamada foi atendida , não devendo ser tarifada .

. CBK (Clear - Back Signal) : mensagem enviada para trás ; indica que o terminal chamado desligou .

. CLF (Clear - Forward Signal) : mensagem enviada para frente ; indica que o terminal chamador desligou .

. RAN (Reanswer Signal) : mensagem enviada para trás ; informa que o terminal chamado , após ter desligado , voltou a tirar o fone do gancho .

. FOT (Forward - Transfer Signal) : mensagem enviada para frente ; indica que o operador da central telefônica internacional por onde a chamada está saindo , precisa de ajuda do operador da central telefônica internacional onde a chamada está entrando .

. CCL (Calling Party Clear Signal) : mensagem enviada para frente , para uso nacional ; para indicar finalização por parte do assinante chamador , quando a facilidade de manter (“holding”) a conexão é provida .

- Grupo CCM (Circuit Supervision Message) :

. RLG (Release-Guard Signal) : mensagem enviada para trás , após o circuito ter sido liberado , por exemplo , devido a um sinal de desligar para frente .

. BLO (Blocking Signal) : mensagem enviada para a central situada na outra ponta do circuito (enlace) para fins de manutenção , informando-a que o circuito não deve ser ocupado com chamadas de saída .

. BLA (Blocking - Acknowledgement Signal) : mensagem de reconhecimento de sinal de bloqueio (BLO) , enviado da central que o recebeu para a que o enviou , após o circuito ter sido bloqueado .

. UBL (Unblocking Signal) : mensagem enviada para a central situada na outra ponta do circuito (enlace) , para solicitar que seja cancelado o bloqueio determinado por uma mensagem de bloqueio (BLO) , enviada anteriormente .

. UBA (Unblocking - Acknowledgement Signal) : mensagem de reconhecimento de sinal de desbloqueio (UBL) , enviado da central que o recebeu para a que o enviou , após o circuito ter sido desbloqueado .

. CCR (Continuity-Check-Request Signal) : mensagem enviada para solicitar que seja realizado um teste de continuidade no circuito .

. RSC (Reset - Circuit Signal) : mensagem enviada para liberar um circuito quando por algum motivo não for possível determinar qual mensagem é a adequada para liberar o circuito .

- Grupo GRM (Circuit Group Supervision Messages) :

. MGB (Maintenance Oriented Group Blocking Message) : mensagem enviada à central localizada na outra ponta de um grupo de circuitos , por motivo de manutenção , para bloquear a ocupação desse grupo de circuitos ou parte dele por parte de chamadas originadas pela central que recebeu MGB , a qual deve ser capaz de aceitar mensagens originadas em outras centrais pelos circuitos para ela bloqueados para envio de mensagens .

. MBA (Maintenance Oriented Group Blocking - Acknowledgement Message) : mensagem de reconhecimento de MGB , indicando que o grupo de circuitos ou parte do mesmo está bloqueado .

. MGU (Maintenance Oriented Group Unblocking Message) : mensagem enviada à central localizada na outra ponta de um grupo de circuitos , por motivo de manutenção , para desbloquear a ocupação desse grupo de circuitos ou parte dele , anteriormente bloqueado por MGB .

. MUA (Maintenance Oriented Group Unblocking - Acknowledgement Message) : mensagem de reconhecimento de MGU , indicando que o grupo de circuitos ou parte do mesmo está desbloqueado .

. HGB (Hardware Failure Oriented Group Blocking Message) : mensagem enviada à central localizada na outra ponta de um grupo de circuitos , por motivo de falha de hardware , para bloquear a ocupação desse grupo de circuitos ou parte dele por parte de chamadas originadas pela central que recebe HGB .

. HBA (Hardware Failure Oriented Group Blocking - Acknowledgement Message) : mensagem de reconhecimento de HGB , indicando que o grupo de circuitos ou parte do mesmo está bloqueado .

. HGU (Hardware Failure Oriented Group Unblocking Message) : mensagem enviada à central localizada na outra ponta de um grupo de circuitos , por motivo de falha de hardware , para desbloquear a ocupação desse grupo de circuitos ou parte dele anteriormente bloqueado por HGB .

. HUA (Hardware Failure Oriented Group Unblocking - Acknowledgement Message): mensagem de reconhecimento de HGU, indicando que o grupo de circuitos ou parte do mesmo está desbloqueado.

. GRS (Circuit Group Reset Message): mensagem enviada para liberar um grupo de circuitos ou parte do mesmo, quando, por algum motivo, não se sabe qual é a mensagem adequada para fazer esta liberação.

. GRA (Circuit Group Reset - Acknowledgement Message): mensagem enviada em reconhecimento à GRS, indicando aceitação da mesma.

. SGB, SBA, SGU, SUA: mensagens análogas respectivamente às mensagens HGB, HBA, HGU, HUA, porém são utilizadas quando a falha é de software (S=software, nestas mensagens) e são para uso nacional.

- Grupo CNM (Circuit Network Management Message Group):

. ACC (Automatic Congestion Control Information Message): mensagem de gerenciamento gerada por uma central telefônica para indicar que um limite máximo de congestionamento foi excedido.

As mensagens acima são as utilizadas pela TUP para executar suas funções com relação às chamadas da rede telefônica. Como exemplo, vejamos, na figura 2.24, a seguir, quais as mensagens que são geradas na rede de sinalização, quando um assinante A deseja estabelecer um circuito para conversação com um assinante B, através da linha telefônica:

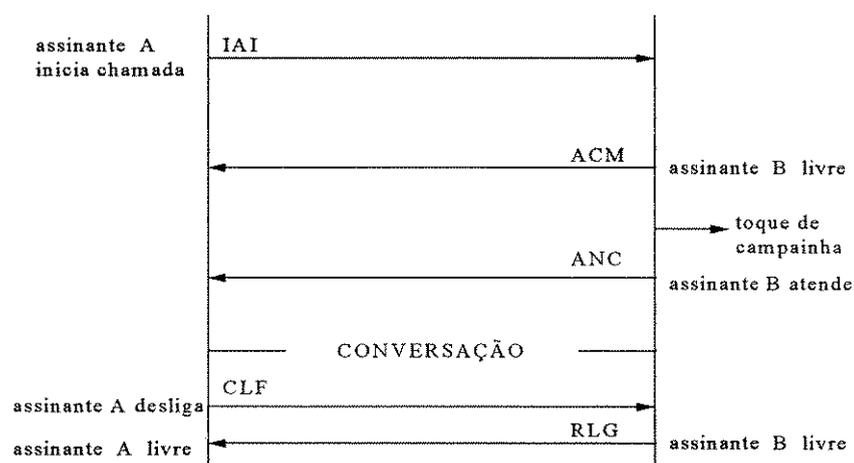


Figura 2.24: Seqüência de Sinalização de Controle de Chamada

O assinante A, inicialmente, disca o número do assinante B. Isto faz com que a central telefônica (mais precisamente, o ponto de sinalização conectado à central telefônica) aonde está o assinante A gere uma mensagem IAI que será propagada pela rede de sinalização até o central aonde está conectado o assinante B, contendo

informações como o número do assinante chamado (do assinante B), o número do assinante chamador (do assinante A) e a categoria do assinante chamador. A central B, ao receber esta mensagem verifica que ela consegue determinar o assinante B, ou seja, ela recebeu o endereço completo do assinante B, o que é indicado pela mensagem ACM, que também informa que o assinante B está livre. O telefone do assinante B toca e, quando ele atende, a mensagem ANC é propagada do PS da central B para o da central A, indicando o atendimento e também que a chamada é com tarifação. Ocorre, então, a conversação. Supondo que, ao término da conversação, o assinante A desligue primeiro a mensagem CLF propagará na rede de sinalização (de A para B), sendo depois confirmada através da mensagem RLG (de B para A), quando, então, o circuito na rede telefônica é liberado, e tanto o assinante A como o assinante B voltam ao estado "livre", podendo receber novas chamadas. É importante lembrar que, como as centrais intermediárias usadas para estabelecer o circuito entre as centrais A e B têm que ter conhecimento disso, todas as mensagens mostradas na figura anterior têm que passar pelos pontos de sinalização das centrais A, B e das centrais intermediárias⁶, de modo a estabelecer o circuito através das mesmas. Desta maneira, as mensagens TUP, que se utilizam dos serviços do MTP-3, são encaminhadas de maneira eficiente, já que o MTP-3 possui esta característica de encaminhamento.

Um exemplo de encaminhamento de mensagens pela rede de sinalização para estabelecimento de circuitos será mostrado quando forem explicadas as mensagens ISUP, já que, por exemplo, as mensagens de estabelecimento de chamadas tanto da TUP como da ISUP, são encaminhadas da mesma maneira. Passemos, então, ao estudo da ISUP:

2.4.8 - SUBSISTEMA DE USUÁRIO DE REDE DIGITAL DE SERVIÇOS INTEGRADOS - ISUP

Com a constante digitalização da rede telefônica, o conceito de prestação de serviços através da mesma evoluiu, primeiramente para a RDI, depois para a RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados). Os serviços prestados através desta rede também evoluíram de simples chamadas telefônicas, para transferência de voz, dados e imagens desde baixas velocidades a até 2Mb/s.

Devido a limitação de banda desta rede, ela é conhecida por RDSI-Faixa Estreita (RDSI-FE); limitação esta devido a esta rede constituir-se de centrais telefônicas totalmente digitais interligadas (que possuem algumas características adicionais de sinalização, de processamento de chamada, interfaces para interfuncionamento com outras redes e de acesso e funções de manutenção específicas da RDSI) e novos equipamentos de acesso, utilizando-se dos meios de

⁶ Na verdade, a mensagem encaminhada é lida pela primeira central (A) que, em função dos parâmetros recebidos, gera uma nova mensagem IAI para a central seguinte e assim por diante, mas para efeitos didáticos, explicou-se como se a mensagem fosse simplesmente propagada pela rede de sinalização.

transmissão que já eram usados pela rede telefônica (fios). A RDSI-FL (RDSI-Faixa Larga), que será discutida posteriormente, utiliza-se de equipamentos ATM e meios de transmissão óticos, podendo prover uma largura de banda muito maior, para uma real integração de voz, dados e imagem a altas velocidades numa rede única.

Por se tratar de centrais telefônicas totalmente digitais interligadas, a RDSI-FE pode conviver com a rede telefônica, e o subsistema do SSCC#7, responsável pelo estabelecimento, controle e liberação de conexões RDSI-FE é a ISUP. Como a RDSI pode ter diversos equipamentos a ela ligados no acesso (não apenas telefones), o acesso passou a ser digital com um canal de sinalização exclusivo, tendo sido desenvolvido um protocolo de sinalização para o acesso, o DSS1 (Digital Subscriber Signalling # 1).

Vejamos, de maneira genérica, as interfaces, equipamentos de acesso e terminações existentes numa RDSI, através da figura 2.25 [61], a seguir:

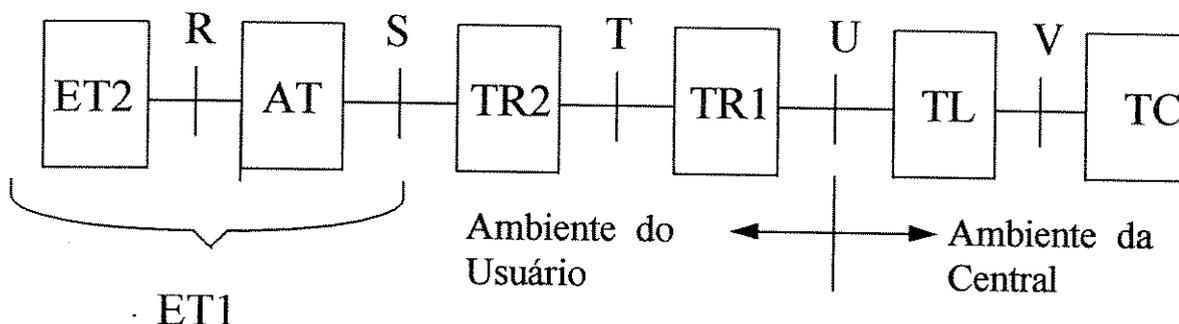


Figura 2.25 : Esquema de Acesso à RDSI-FE

Pela figura anterior, pode-se identificar, no ambiente de usuário:

- ET2 : equipamento terminal não compatível com a RDSI. São, basicamente, os terminais de usuário para voz e dados existentes hoje, com as interfaces hoje utilizadas (V.35, X.21, etc.).
- AT : adaptador de terminal. São equipamentos de usuário que possibilitam a compatibilização de um equipamento ET2, com a interface S.
- ET1 : equipamento terminal compatível com a RDSI. São terminais de usuário compatíveis com a interface S (telefones digitais, terminais multifuncionais, etc.), produzidos para a RDSI.
- TR2 : terminação de rede nas instalações de usuário com funções de comutação e/ou concentração local. São equipamentos que normalmente tratam das camadas 1, 2 e 3 do modelo OSI, como PABX, concentradores, controladores de terminais de dados, multiplexadores e redes locais.

- TR1 : terminação de rede que faz o acoplamento entre as instalações do usuário e a linha de assinante . A função principal deste equipamento é realizar o acoplamento físico e elétrico entre os ambientes envolvidos , portanto suas' funções estão relacionadas apenas com a camada 1 do modelo OSI .

Ainda com relação à figura anterior , pode-se identificar no ambiente da central:

- TL : terminação de linha . Sua função principal é de realizar a terminação física e elétrica da linha de assinante , sendo , portanto relativa à camada 1 do modelo OSI.

- TC : terminação de central . É a responsável , na central , pelo restante das funções de camada 1 não realizadas pela TL , bem como pelas funções de camadas 2 e 3 , permitindo a sinalização do usuário com a rede . A TC não existe como um equipamento isolado , suas funções encontram-se espalhadas pela central .

Dadas as características da RDSI , a ISUP , que é o subsistema de sinalização responsável pelo controle de chamadas na RDSI , possui todas as funções que já eram desempenhadas pela TUP , e funções adicionais existentes apenas na RDSI . Como pode ser visto na figura 2.6 , a ISUP utiliza-se dos serviços do MTP-3 para propagar suas mensagens através da rede de sinalização .

O formato genérico de uma mensagem ISUP é mostrado na figura 2.26 ([54], [70]), a seguir :

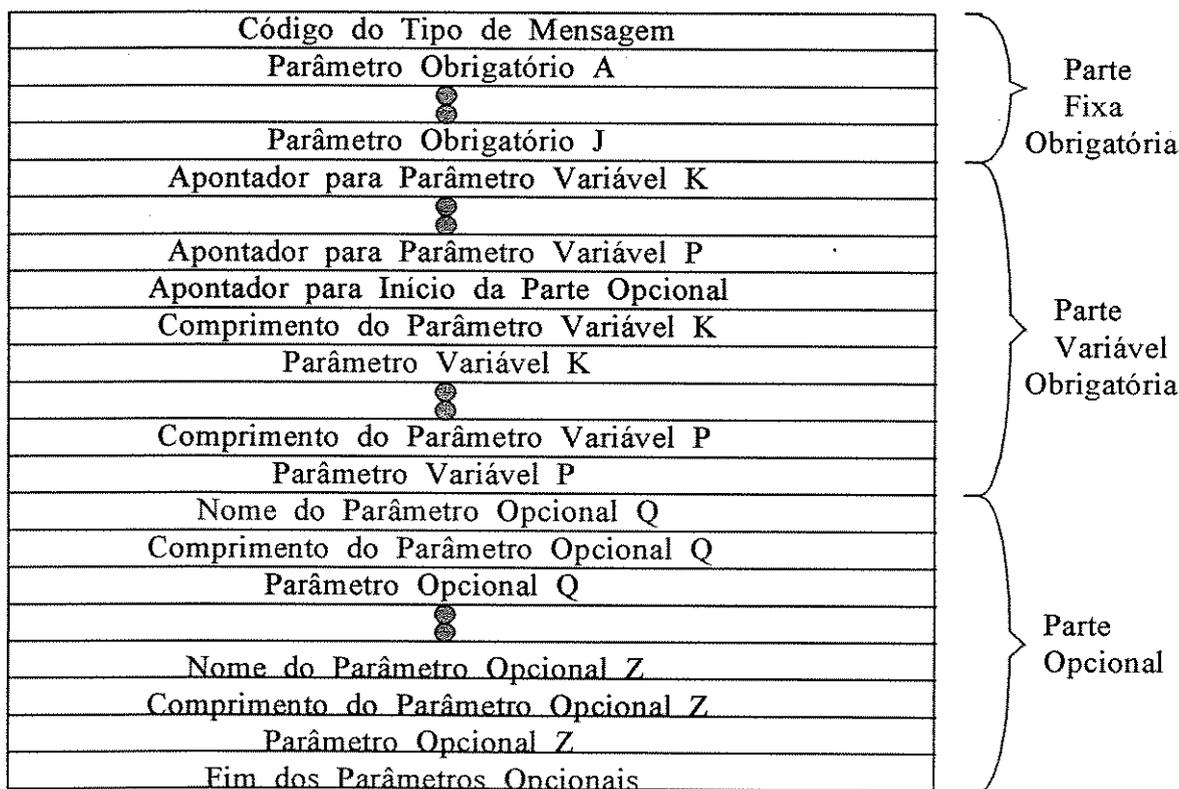


Figura 2.26: Formato Genérico de uma Mensagem ISUP

Como pode ser visto na figura , a mensagem ISUP é composta de uma parte fixa obrigatória , aonde a mensagem é identificada no campo tipo de mensagem e aonde são enviados os parâmetros de comprimento fixo necessários e obrigatórios para o correto processamento daquela mensagem . Na parte variável obrigatória são enviados parâmetros de comprimento variável relativos à mensagem , sendo , no início de cada parâmetro identificado o comprimento do mesmo ; no início da parte variável obrigatória são enviados apontadores para o início de cada parâmetro desta parte e para o início da parte opcional . Na parte opcional são enviados parâmetros opcionais os quais , em sua parte inicial , são identificados e , em seguida , têm seu comprimento identificado .

Veamos , a seguir , as mensagens ISUP (conforme [53] e [54]) , e como são identificadas no campo “tipo de mensagem”:

- IAM (Initial Address Message) : identificada por 00000001 , corresponde à mensagem enviada através da rede de sinalização para que se realize o estabelecimento de uma conexão na RDSI-FE . Ela possui parâmetros suficientes para identificar de maneira única esta conexão .
- SAM (Subsequent Address Message) : identificada por 00000010 , mensagem utilizada para enviar dígitos de endereço que identifiquem o acesso chamado , quando todos os dígitos não tiverem sido enviados através da mensagem IAM , de modo a completar a identificação do acesso chamado .
- INR (Information Request Message) : identificada por 00000011 , é uma mensagem enviada por uma central para requisitar de outra central , informações adicionais relacionadas com uma chamada em andamento .
- INF (Information Message) : identificada por 00000100 , mensagem enviada para prover informações adicionais sobre uma chamada em andamento , em resposta a uma mensagem INR .
- COT (Continuity Message) : identificada por 00000101 , mensagem usada para indicar o sucesso ou a falha de um teste de continuidade realizado em um circuito de voz na RDSI .
- ACM (Address Complete Message) : identificada por 00000110 , mensagem enviada da central destino para a central origem⁶ para indicar o recebimento de todos os dígitos de endereço necessários para identificação do acesso chamado .
- CON (Connect Message) : identificada por 00000111 , mensagem enviada da central destino para a central origem⁶ para indicar o recebimento de todos os dígitos de endereço necessários para identificação do acesso chamado e que a chamada foi atendida .

⁶ Não diretamente , a mensagem é uma mensagem enviada para trás .

- FOT (Forward Transfer Message) : identificada por 00001000 , mensagem enviada a partir da origem , quando , em alguma circunstância for necessária a intervenção de um operador para completar e/ou terminar a chamada .
- ANM (Answer Message) : identificada por 00001001 , mensagem enviada do destino para a origem para indicar que a parte chamada (usuário de destino) atendeu .
- REL (Release Message) : identificada por 00001100 , mensagem enviada em ambas as direções (origem e destino) indicando que o circuito está sendo liberado, e está pronto para ser colocado no estado livre quando receber uma mensagem RLC em resposta .
- SUS (Suspend Message) : identificada por 00001101 , indica que o acesso chamado ou chamador desconectou temporariamente .
- RES (Resume Message) : identificada por 00001110 , indica que o acesso chamado ou chamador reconectou uma chamada que havia sido suspensa através de SUS .
- RLC (Release Complete Message) : identificada por 00010000 , é enviada em reconhecimento à mensagem REL , colocando o circuito no estado livre .
- CCR (Continuity Check Request Message) : identificada por 00010001 , esta mensagem requisita que um equipamento de verificação de continuidade seja conectado ao circuito de voz da RDSI , indicado no campo de código de identificação de circuito desta mensagem para a realização de testes de continuidade em tal circuito .
- RSC (Reset Circuit Message) : identificada por 00010010 , mensagem usada para resetar um circuito quando , devido a falha de memória em alguma central , não se souber em qual estado estava tal circuito .
- BLO (Blocking Message) : identificada por 00010011 , é utilizada por uma central para bloquear um circuito de voz de uma central remota , não permitindo a reserva deste circuito para chamadas de voz .
- UBL (Unblocking Message) : identificada por 00010100 , é utilizada para remover uma condição de bloqueio iniciada pela mensagem BLO .
- BLA (Blocking Acknowledgement Message) : identificada por 00010101 , mensagem enviada em reconhecimento à mensagem BLO , indica que o circuito foi bloqueado .

- UBA (Unblocking Acknowledgement Message) : identificada por 00010110 , mensagem enviada em reconhecimento à mensagem UBL , indica que o circuito foi desbloqueado .
- GRS (Circuit Group Reset Message) : identificada por 00010111 , análoga à mensagem RSC , porém ela é utilizada para um grupo de circuitos .
- CGB (Circuit Group Blocking Message) : identificada por 00011000 , análoga à mensagem BLO , porém ela é utilizada para um grupo de circuitos .
- CGU (Circuit Group Unblocking Message) : identificada por 00011001 , análoga à mensagem UBL , porém ela é utilizada para um grupo de circuitos .
- CGBA (Circuit Group Blocking Acknowledgement Message) : identificada por 00011010 , análoga à mensagem BLA , porém ela é utilizada para um grupo de circuitos .
- CGUA (Circuit Group Unblocking Acknowledgement Message) : identificada por 00011011 , análoga à mensagem UBA , porém ela é utilizada para um grupo de circuitos .
- CMR (Call Modification Request Message) : identificada por 00011100 , mensagem enviada pela mesma rota da mensagem IAM (encaminhamento do MTP), central a central , da origem até o destino , que solicita a modificação da chamada (de dados para voz , por exemplo); ao ser recebida em uma central , esta prepara a modificação da chamada , se possível . Quando a mensagem chegar à central de destino , esta deve responder com CMC ou CMRJ , e assim por diante , até a central de origem .
- CMC (Call Modification Completed Message) : identificada por 00011101 , mensagem enviada em resposta à CMR para confirmar a modificação da chamada que havia sido requisitada .
- CMRJ (Call Modification Reject Message) : identificada por 00011110 , mensagem enviada em resposta à CMR para rejeitar a modificação da chamada que havia sido requisitada .
- FAR (Facility Request Message) : identificada por 00011111 , mensagem enviada para requisitar ativação de uma determinada facilidade .
- FAA (Facility Accepted Message) : identificada por 00100000 , mensagem enviada para confirmar a facilidade requisitada por FAR .
- FRJ (Facility Reject Message) : identificada por 00100001 , mensagem enviada para rejeitar a facilidade requisitada por FAR .

- LBA (Loopback Acknowledgement Message) : identificada por 00100100 , mensagem usada para indicar que um equipamento de “loopback” foi conectado em resposta à uma mensagem CCR , estando sendo feito teste em “loopback” no circuito selecionado .
- DRS (Delayed Release Message) : identificada por 00100111 , mensagem enviada para indicar que o acesso chamador ou chamado desconectou , mas a rede está retendo a conexão .
- PAM (Pass-Along Message) : identificada por 00101000 , esta mensagem é usada para carregar outras mensagens (como se fossem seus parâmetros) , permitindo que a mensagem seja roteada pelos mesmos pontos de sinalização por onde foram roteadas as mensagens de estabelecimento de chamada .
- GRA (Circuit Group Reset Acknowledgement Message) : identificada por 00101001 , mensagem enviada em reconhecimento à mensagem GRS , indica que o reset foi executado para o grupo de circuitos requisitado na mensagem GRS .
- CQM (Circuit Group Query Message) : identificada por 00101010 , mensagem enviada para uma central distante , requisitando que a mesma envie o status de um grupo de circuitos de voz (bloqueado , não bloqueado) . O grupo de circuitos é especificado em um parâmetro da mesma .
- CQR (Circuit Group Query Response Message) : identificada por 00101011 , mensagem enviada em resposta à CQM , provê o status do circuito de voz especificado .
- CPG (Call Progress Message) : identificada por 00101100 , mensagem enviada do destino para a origem para indicar que um evento ocorreu durante o estabelecimento da chamada . O evento em questão não está relacionado necessariamente com algum erro , mas apenas com a chamada .
- USR (User-to-User Information Message) : identificada por 00101101 , mensagem usada para enviar informações de usuário através da rede de sinalização .
- UCIC (Unequipped Circuit Identification Code Message) : identificada por 00101110 , mensagem usada para informar à central que originou uma mensagem IAM que o circuito por ela requisitado para a conexão não está equipado , devendo ela selecionar outro circuito .
- CFN (Confusion Message) : identificada por 00101111 , mensagem enviada em resposta à qualquer outra mensagem , para indicar que a central que enviou CFN não soube manipular a mensagem em questão . Ela só pode ser enviada em resposta à mensagens ISUP .

- OLM (Overload Message) : identificada por 00110000 , mensagem enviada do destino para a origem em resposta à IAM , para chamadas de baixa prioridade , requisitando bloqueamento temporário do circuito em questão quando a central origem estiver sujeita à controle de carga .

- CRG (Charge Information Message) : identificada por 00110001 , mensagem enviada em ambas as direções para bilhetagem e/ou tarifação da chamada .

Vistas as mensagens , vejamos agora de maneira sucinta as informações de sinalização que compõem os parâmetros que compõem estas mensagens , bem como suas funções :

- Access Transport : transfere , através da rede de sinalização , informações utilizadas pelos usuários e centrais locais às quais estes estão conectados , as quais são geradas por ambos os usuários .

- Address Presentation Restricted Indicator : informação enviada em ambas as direções , indicando que as informações de endereço não devem ser apresentadas a um usuário da rede pública , mas podem ser passadas a uma outra rede pública .

- Address Signal : é um elemento de informação em um número de rede , podendo indicar os dígitos de 0 a 9 , código 11 ou código 12 ou ainda , através de um valor reservado , o final do endereço de assinante chamado .

- Automatic Congestion Level : informação enviada à central remota , indicando que a central que a enviou atingiu um determinado nível de congestionamento .

- Call Forwarding May Occur Indicator : informação enviada para trás , indicando que a aceitação da chamada pode ocorrer , dependendo da resposta recebida do acesso chamado .

- Call Identity : informação enviada no parâmetro de referência de chamada , indicando qual é esta chamada (sua identidade) em um ponto de sinalização .

- Call Reference : informação que identifica uma chamada , independentemente do circuito .

- Called Party Number : endereço do acesso chamado .

- Called Party's Category Indicator : informação enviada para trás , a qual indica a categoria do acesso chamado , por exemplo , assinante comum ou "fone-pago" .

- Called Party's Status Indicator : informação enviada para trás , a qual indica o status do acesso chamado , por exemplo , assinante livre .

- Calling Party Number : endereço do acesso chamador .
- Calling Party Address Request Indicator : informação enviada para trás , indicando a requisição do endereço do acesso chamador .
- Calling Party Address Response Indicator : informação enviada em resposta a uma requisição de endereço de acesso chamador , indicando se o endereço requisitado está incluído , não incluído , indisponível ou incompleto .
- Calling Party Number Incomplete Indicator : informação enviada para frente , indicando que o número do assinante chamador não foi enviado completo .
- Calling Party's Category : indica a categoria do acesso chamador .
- Calling Party's Category Request Indicator : informação enviada para trás , para requisitar que seja enviada a categoria do acesso chamador .
- Calling Party's Category Response Indicator : informação enviada em resposta a uma requisição de categoria de acesso chamador , indicando se a informação requisitada está incluída ou não .
- Cause Value : informação enviada em ambas as direções , indicando a razão de envio da mensagem na qual ela está contida (por exemplo mensagem "Release").
- Charge Indicator : informação enviada para trás , indica se a chamada é ou não tarifável .
- Charge Information Request Indicator : informação enviada em ambas as direções , requisitando que dados de tarifação sejam enviados .
- Charge Information Response Indicator : informação enviada em resposta a uma requisição de dados de tarifação , indicando se tais dados estão incluídos ou não .
- Circuit Group Supervision Message Type Indicator : informação enviada para indicar se um bloqueio/desbloqueio de um grupo de circuitos é orientado a manutenção ou orientado a hardware .
- Circuit Identification Code : informação que identifica o caminho físico entre duas centrais .
- Circuit State Indicator : informação que indica o estado de um circuito .
- Closed User Group Call Indicator : informação indicando se a chamada é uma chamada de grupo fechado de usuários ; caso seja , indica também se acesso de saída é permitido ou não .

- Closed User Group Interlock Code : informação que identifica de maneira única um grupo fechado de usuários na rede .
- Coding Standard : informação enviada em associação a um parâmetro , identificando qual é o padrão de formato do parâmetro .
- Connected Number : informação enviada para trás , identificando o acesso conectado .
- Connection Request : informação enviada para frente , requisitando o estabelecimento de uma conexão fim a fim .
- Continuity Check Indicator : informação enviada para frente para indicar se será feito um teste de continuidade no circuito considerado , ou se tal teste foi feito em algum outro circuito durante a conexão .
- Continuity Indicator : informação enviada para frente , indicando se foi obtida ou não continuidade em um circuito de saída onde um teste de continuidade foi realizado .
- Credit : informação enviada numa requisição de conexão ; indica o tamanho de janela requerido para uma conexão fim a fim .
- Diagnostic : informação enviada juntamente com a informação Cause Value (já explicada anteriormente) , provê informações suplementares acerca da razão pela qual a mensagem na qual ela está contida foi enviada .
- Echo Control Device Indicator : informação que indica se um dispositivo de controle de eco está ou não incluído na conexão .
- End-to-end Information Indicator : informação enviada em ambas as direções , indica se a central que a está enviando possui alguma informação de chamada disponível para transmissão fim-a-fim .
- End-to-end Method Indicator : informação enviada em ambas as direções , indicando os métodos disponíveis , se existirem , para a realização de transferência de informações fim-a-fim .
- Event Indicator : informação enviada para trás , indicando o tipo de evento que causou a mensagem "Call Progress".
- Event Presentation Restricted Indicator : informação enviada para trás ; indica que o evento não deve ser apresentado ao assinante chamador .
- Extension Indicator : informação indicando se o octeto a ela associado foi ou não estendido .

- Facility Indicator : informação que identifica as facilidades .
- Holding Indicator : informação enviada em ambas as direções , indicando que foi requisitado que a conexão seja mantida .
- Hold Provided Indicator : informação enviada em ambas as direções ; indica que a conexão será mantida mesmo após a liberação por parte do acesso chamado ou do acesso chamador .
- In-Band Information Indicator : informação enviada para trás indicando que uma informação específica ou um padrão apropriado está agora disponível .
- Internal Network Number Indicator : informação enviada à central de destino , requisitando que a mesma prove que o número de acesso chamado é um número interno à rede .
- Interworking Indicator : informação enviada em ambas as direções para indicar se o SSC#7 é ou não usado para estabelecer conexões em todas as partes da rede .
- ISDN Access Indicator : informação enviada em ambas as direções , indicando se o protocolo de sinalização do acesso é ou não RDSI (DSS1) .
- ISDN User Part Indicator : informação enviada em ambas as direções , indicando que a ISUP é utilizada em todas as partes até então da conexão que está sendo estabelecida .
- ISDN User Preference Indicator : informação enviada para frente para indicar se a ISUP é requisitada em todas as partes da conexão de rede .
- Local Reference : informação enviada na requisição de conexão , identificando através de uma referência , esta conexão fim a fim .
- Location : informação enviada em ambas as direções , indicando onde um evento (por exemplo , liberação) foi gerado .
- Malicious Call Identification Request Indicator : informação enviada para trás , para requisitar o número do acesso chamador para identificar uma chamada maliciosa .
- Modification Indicator : informação que indica se a modificação de chamada é para serviço 1 ou serviço 2 .
- National / International Call Indicator : informação enviada para frente , indicando se , na rede de destino da chamada , a mesma deve ser tratada como chamada nacional ou internacional .

- Nature of Address Indicator : informação enviada para indicar a natureza do endereço .
- Numbering Plan Indicator : informação enviada para indicar o plano de numeração que está sendo utilizado .
- Odd / Even Indicator : informação que indica se o número de sinais (dígitos) contidos no endereço é par ou ímpar .
- Original Called Number : informação enviada para frente quando uma chamada é redirecionada , identificando o acesso originalmente chamado .
- Original Redirection Reason : informação que indica a razão pela qual uma chamada foi redirecionada .
- Point Code : indica o código do ponto de sinalização no qual a identidade de chamada alocada para a referência de chamada é relevante .
- Protocol Class : indica a classe de protocolo requerida para o estabelecimento de uma conexão fim a fim .
- Protocol Control Indicator : informação que descreve as capacidades de sinalização da conexão considerada .
- Range : informação enviada para indicar quais os circuitos afetados numa dada mensagem (de bloqueio de grupo de circuitos , etc .) .
- Recommendation Indicator : informação enviada em associação com uma "Cause Value" , identificando a recomendação à qual aquela informação se aplica .
- Redirecting Indicator : informação que indica se a chamada foi prosseguida ou roteada e se é ou não restringida a apresentação da informação de redirecionamento para o assinante chamador .
- Redirecting Number : informação enviada para frente quando uma chamada é redirecionada mais de uma vez , indicando o número do qual a chamada foi redirecionada pela última vez .
- Redirecting Reason : informação que indica , no caso de chamadas sujeitas à múltiplos redirecionamentos , a razão pela qual a chamada foi redirecionada .
- Redirection Counter : indica o número de redirecionamentos que ocorreram numa chamada .
- Redirection Number : informação enviada para trás , indicando o número para o qual a chamada deve ser re-roteada ou para o qual foi admitida .

- Routing Label : informação passada para o MTP-3 , para que o mesmo possa rotear a mensagem de sinalização .
- Satellite Indicator : informação enviada para frente , indicando através de quantos enlaces de satélite a conexão foi estabelecida .
- SCCP Method Indicator : indica os métodos SCCP disponíveis , se existirem , para a realização de transferência de informações fim a fim .
- Screening Indicator : indica se o endereço foi provido pelo usuário ou pela rede .
- Signalling Point Code : informação enviada numa mensagem de liberação para identificar o ponto de sinalização no qual ocorreu falha da chamada .
- Solicited Information Indicator : informação enviada numa mensagem “Information” para indicar se esta é ou não uma resposta à mensagem “Information Request” .
- Status : informação enviada numa mensagem de supervisão de grupo de circuitos para indicar os circuitos específicos , dentro da faixa de circuitos estabelecida na mensagem , que foram afetados pela ação especificada na mensagem .
- Suspend / Resume Indicator : indica se os procedimentos de “Suspend / Resume” foram iniciados por um assinante ou pela rede .
- Temporary Trunk Blocking After Release : informação enviada à central remota para indicar baixo congestionamento na central local e que o circuito não deve ser re-ocupado pela central remota por um pequeno período de tempo após a liberação .
- Transit Network Selection : indica por quais rede “trânsito” a chamada envolvendo mais de uma rede deve ser estabelecida .
- Transmission Medium Requirement : informação enviada para frente , indicando qual o meio de transmissão necessário para o estabelecimento da conexão .
- User Service Information : informação enviada para frente , indicando a capacidade de conexão requerida pelo assinante chamador .
- User-to-User Indicators : informação enviada em associação com uma requisição (ou resposta) de serviços suplementares de sinalização usuário a usuário .
- User-to-User Information : informação transferida de um usuário a outro pela rede de sinalização .

A título de exemplo , vejamos quais os parâmetros e informações que compõem a mensagem IAM [54] :

Mensagem : Initial Address Message

Parâmetros :

Informações :

Nature of Connection Indicators

Satellite Indicator
Continuity Check Indicator
Echo Control Device Indicator

Forward Call Indicators

National / International Call Indicator
End-to-end Method Indicator
Interworking Indicator
End-to-end Information Indicator
ISDN User Part Indicator
ISDN User Part Preference Indicator
ISDN Access Indicator
SCCP Method Indicator

Calling Party's Category

Calling Party's Category

Transmission Medium Requirement

Transmission Medium Requirement

Called Party Number

Odd / Even Indicator
Nature of Address Indicator
Internal Network Number Indicator
Numbering Plan Indicator
Address Signal
+ 4 bits de enchimento se no. ímpar de dígitos

Transit Network Selection

Transit Network Selection

Call Reference

Call Identity
Point Code

Calling Party Number Indicator

Odd / Even Indicator
Nature of Address Indicator
Calling Party Number Incomplete Indicator
Numbering Plan Indicator
Address Presentation Restricted Indicator
Screening Indicator
Address Signal
+ 4 bits de enchimento se no. ímpar de dígitos

Optional Forward Call Indicators

Closed User Group Call Indicators

Mensagem : Initial Address Message

Parâmetros (continuação) :

Informações (continuação) :

Redirecting Number

Odd / Even Indicator
Nature of Address Indicator
Numbering Plan Indicator
Address Presentation Restricted Indicator
Address Signal
+ 4 bits de enchimento se no. ímpar de dígitos

Redirection Information

Redirecting Indicator
Original Redirection Reasons
Redirection Counter
Redirecting Reason

Closed User Group Interlock Code

Closed User Group Interlock Code

Connection Request

Local Reference
Point Code
Protocol Class
Credit

Original Called Number

Odd / Even Indicator
Nature of Address Indicator
Numbering Plan Indicator
Address Presentation Restricted Indicator
Address Signal
+ 4 bits de enchimento se no. ímpar de dígitos

User-to-User Information

User-to-User Information

Access Transport

Access Transport

User Service Information

User Service Information

User-to-User Indicators

User-to-User Indicators

Os parâmetros e informações mostrados acima são os que compõem a mensagem IAM. As informações têm a função de indicar determinadas condições cujo conhecimento é necessário para o estabelecimento da chamada; o que cada uma das informações indica, já foi anteriormente explicado, pois todas as informações que podem vir a compor uma mensagem ISUP foram listadas em ordem alfabética e suas funções foram explicitadas.

Consideremos, agora, um exemplo bem simples, que serve para mostrar como uma mensagem ISUP é roteada através da rede de sinalização. Consideremos a mensagem IAM e a figura 2.27, a seguir:

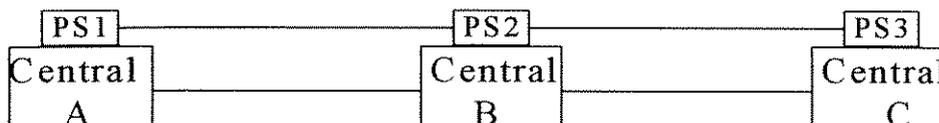


Figura 2.27 : Exemplo de como uma mensagem IAM é propagada

Suponhamos que um assinante A com um acesso telefônico simples conectado à central A deseje conversar com um assinante C que possua um acesso telefônico simples conectado à central C; suponhamos também que o estabelecimento da chamada ocorra com sucesso:

Inicialmente o assinante A digita o número correspondente ao terminal telefônico do assinante C. Este endereço é passado da central A para o PS1, para fins de estabelecimento de conexão. O PS1 gera, então, uma mensagem ISUP de estabelecimento inicial de chamada (IAM) que contém diversas informações, como vimos anteriormente, necessárias para o estabelecimento da chamada dentre as quais, o endereço do assinante chamado e o parâmetro de referência da chamada (todas as mensagens relativas a esta chamada terão o mesmo valor de parâmetro de referência da chamada).

A ISUP gerada no PS1 requisita os serviços do MTP e, este, analisando as informações a ele passadas pela ISUP através de parâmetros, sabe que, para atingir o assinante C, precisa estabelecer uma conexão entre a central A e a central B. É gerado, então, um pacote MTP-3 que contém OPC = endereço do PS1, DPC = endereço do PS2 e o campo dados do mesmo possui a informação ISUP gerada no PS1 que pode então ser transferida para o PS2, utilizando-se dos serviços do MTP.

O PS2, ao receber esta mensagem, verifica pelo rótulo do MTP-3, que ela é a ele destinada (ao seu subsistema ISUP). Ele então passa esta mensagem à ISUP e a mesma é processada; o circuito que foi reservado na central A é também reservado na central B, e uma mensagem ISUP de endereço completo (ACM), é gerada no PS2 (com parâmetro de referência de chamada igual ao da mensagem IAM inicialmente gerada no PS1), confirmando a mensagem IAM recebida. Esta mensagem também é inserida num pacote MTP-3, com OPC = endereço do PS2, DPC = endereço do PS1. O circuito entre a central A e a central B está, então reservado. O PS2 que recebeu a mensagem ISUP do PS1 sabe que tem que passá-la ao PS3 para que um circuito também seja reservado, de maneira análoga, entre a central B e a central C. É, assim, passada uma mensagem IAM do PS2 para o PS3, contida num pacote MTP-3 com OPC = endereço do PS2, DPC = endereço do PS3, a qual é confirmada por uma mensagem ACM do PS3 para o PS2 com o mesmo valor de parâmetro de referência de chamada, contida num pacote MTP-3 com OPC = endereço do PS3,

DPC = endereço do PS2, estando, desta maneira, o circuito entre a central B e a central C reservados.

O PS3, ao receber a mensagem IAM enviada pelo PS2, além de responder com a mensagem ACM, executa os procedimentos necessários para que o tom de chamada seja enviado ao terminal telefônico do assinante C conectado à central C. Desta maneira, quando o assinante C atender, a chamada entre o assinante A e o assinante C pode ser estabelecida através dos circuitos reservados.

De maneira geral, este é o funcionamento do Subsistema de Usuário de Rede Digital de Serviços Integrados do SSCC#7. Com isto, foi finalizada a explicação de todo o SSCC#7. Passemos, agora, ao protocolo de sinalização de acesso, criado para a RDSI-FE.

2.5 - PROTOCOLO DE SINALIZAÇÃO RDSI DE ACESSO DSSI

Conforme foi citado anteriormente, o ambiente de usuário na RDSI-FE, passa de um simples aparelho telefônico, para microcomputador e/ou videoconferência e/ou telefone digital e/ou diversos destes equipamentos simultaneamente; de acordo com a figura 2.25, estes equipamentos são genericamente denominados ET2 (se não compatíveis com a interface S da RDSI), ou ET1 (se compatíveis com a interface S da RDSI).

O acesso RDSI pode ser de dois tipos:

- Acesso Básico: consiste de dois canais de 64kb/s para transferência de informações e de um canal de 16kb/s para sinalização de acesso. Neste caso, não existe no acesso, o equipamento TR2 (vide figura 2.25).
- Acesso Primário: consiste de 30 canais de 64kb/s para transferência de informações e de um canal de 64kb/s para sinalização de acesso. Neste caso, as funções de concentração e/ou comutação local no acesso são necessárias, existindo o equipamento TR2 (vide figura 2.25).

Desta maneira, um único acesso RDSI, possui, ao menos dois equipamentos distintos a ele conectados, dentre os inicialmente citados. Estes equipamentos são conectados a um barramento do tipo Ethernet, o qual está conectado a um acesso RDSI, que possui um endereço único a nível da RDSI, desta maneira, para que se possa identificar um determinado equipamento neste barramento, é necessário o uso de sub-endereçamento.

A figura 2.28 [61], a seguir, ilustra como seria um ambiente de usuário RDSI:

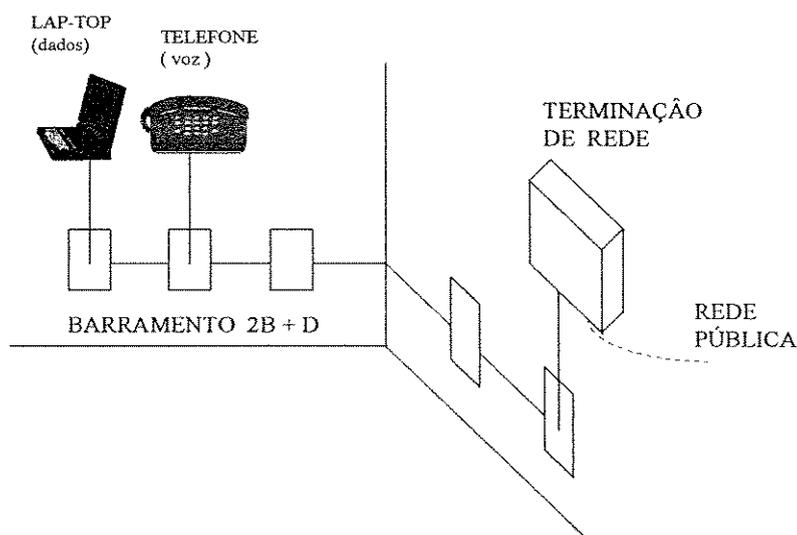


Figura 2.28 : Acesso Básico à RDSI-FE

Pode-se notar, pela figura, que os equipamentos estão conectados através de uma mesma terminação à RDSI (o que significa que são identificados pelo mesmo endereço, de acordo com o plano de numeração da RDSI, pois se constituem num único acesso), desta maneira, para se identificar um determinado equipamento é necessário utilizar-se de sub-endereçamento. Também pode-se observar que estes equipamentos podem desempenhar funções diferentes, mas, a maneira de conectá-los à rede deve ser única. Em função deste e de outros motivos foi criado para a RDSI, um protocolo de sinalização de acesso, o DSS1 (Digital Subscriber Signalling #1).

Do ponto de vista funcional, este protocolo desempenha funções de camada 3 ou de rede e se utiliza dos serviços de um protocolo LAP-D existente no acesso, que desempenha funções de camada 2 ou de enlace, as quais não são utilizadas apenas pelo DSS1, mas também para funções de manutenção e de transferência de dados do usuário. Vejamos, de maneira sucinta, o funcionamento destes protocolos:

A camada de enlace, consiste de quadros LAP-D com funções semelhantes (mas não idênticas) aos quadros MTP-2 [61]. O formato genérico destes quadros é mostrado na figura 2.29, a seguir:

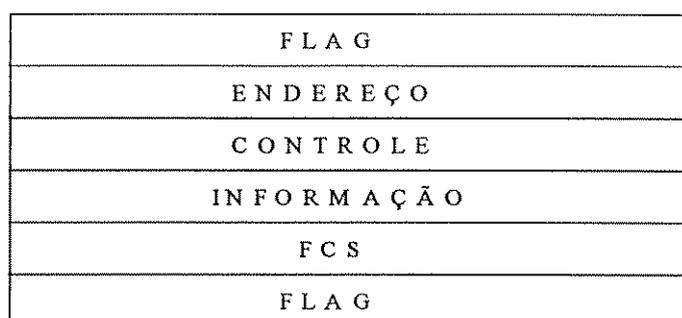


Figura 2.29 : Formato Genérico do Protocolo de Enlace de Acesso à RDSI

Os campos Flag, FCS e Informação funcionam exatamente da mesma maneira que, respectivamente, os campos Flag, FCS e Dados do quadro MTP-2, conforme explicado no início deste capítulo.

O campo Controle funciona de maneira similar, porém com algumas diferenças, em relação ao quadro MTP-2; ele pode possuir três formatos distintos:

- formato I: usado para quadros de transferência de informação numerados e com controle de seqüência (para operação confirmada);

- formato S: usado para quadros de supervisão do enlace (bloqueio e liberação do fluxo de dados, rejeição de quadros com erro);

- formato U: usado para quadros não numerados (operação não confirmada) e para estabelecer ou liberar o enlace de dados.

A figura 2.30 [61], a seguir, ilustra o formato destes quadros:

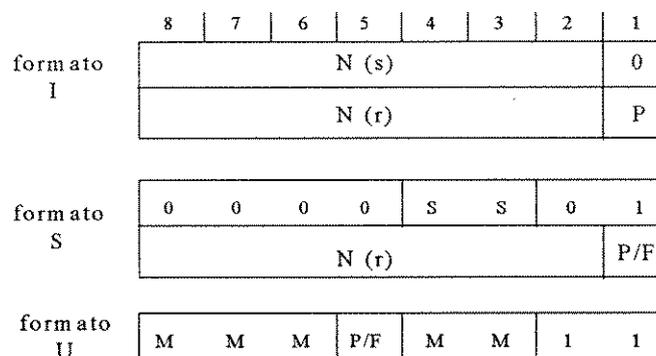


Figura 2.30: Tipos de Quadro do Protocolo de Acesso à RDSI

Na figura anterior, os campos N(s) e N(r) do quadro de informação indicam, respectivamente, o número do quadro de informação que está sendo enviado e o número do último quadro de informação recebido sem erros (analogamente ao BSN e FSN do MTP-2) e o bit P indica se está sendo exigida ou não uma resposta do lado remoto (que é o lado que vai receber o quadro). No quadro de supervisão, o campo N(r) corresponde ao número do último quadro recebido e o campo S indica se este foi recebido com ou sem erros e também se o destino pode ou não receber mais dados (para controle de fluxo). A combinação destes campos, do ponto de vista lógico, realiza as mesmas funções que os campos BSN, BIB e FIB do MTP-2 para pedido de retransmissão de quadros recebidos com erro e realização de controle de fluxo. O quadro U (não-numerado), é utilizado para envio de comandos a nível de enlace, comandos estes para estabelecimento e liberação de enlace, para confirmação de estabelecimento ou de liberação de enlace, para indicação de erro de semântica de quadro (por exemplo, quadro não correspondente a nenhum comando existente ou a nenhum dos formatos existentes, etc.).

Vejamos, agora, pela figura 2.31 [61], o formato do campo de endereço do quadro LAP-D utilizado pelo protocolo DSS1:

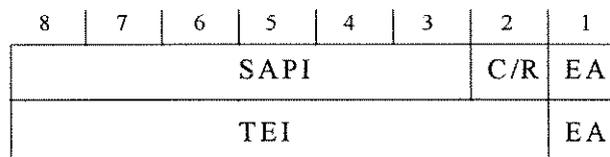


Figura 2.31: Formato do Campo de Endereço do Quadro LAP-D

Os diversos identificadores deste campo possuem o seguinte significado:

- SAPI (Service Access Point Identifier): identifica se o quadro é de sinalização, de manutenção ou de dados de usuário.
- TEI (Terminal Endpoint Identifier): identifica qual o terminal que gerou o quadro LAP-D, pois, como vimos, temos mais de um terminal (equipamento), conectado ao barramento de acesso.
- C/R (Command/Response): identifica se o quadro é de comando ou resposta.
- EA (Extension): indica se o octeto é o último do campo, ou se existem outros que o seguem.

De maneira geral, este é o funcionamento do protocolo LAP-D de acesso (ele tem significado apenas na comunicação entre o equipamento terminal e o ponto de acesso à RDSI ao qual o barramento de acesso está conectado), sendo utilizado por todas as mensagens (de informações de usuário, de manutenção ou de sinalização) que venham a ser geradas pelos diversos equipamentos conectados ao barramento de acesso a uma terminação RDSI.

Vejamos, agora, como funciona o protocolo de sinalização de acesso DSS1:

Consideremos a figura 2.32, a seguir, que mostra o formato genérico de uma mensagem DSS1 [56]:

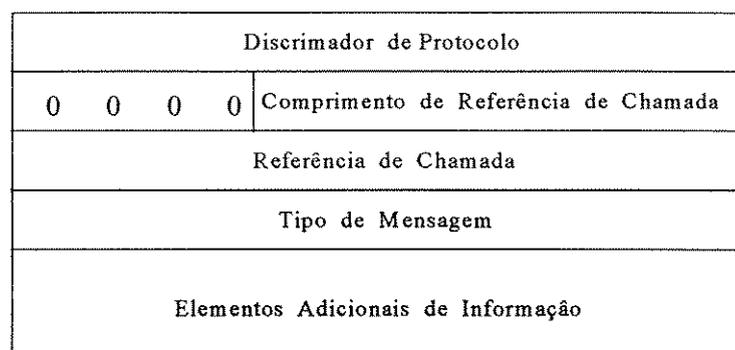


Figura 2.32: Formato Genérico de uma Mensagem DSS1

O campo Discriminador de Protocolo indica se a mensagem segue o protocolo DSS1, de acordo com a recomendação Q.931, sendo seu valor 00001000.

O campo Referência de Chamada indica a qual das chamadas estabelecidas no enlace de acesso a mensagem pertence. Este campo tem tamanho variável, e seu comprimento (em octetos) é indicado no campo Comprimento de Referência de Chamada.

O campo Tipo de Mensagem identifica a mensagem DSS1 propriamente dita. De acordo com o valor que este campo vier a assumir, teremos uma das mensagens a seguir trafegando no enlace:

- Setup (00000101): mensagem de estabelecimento inicial de chamada.
- Setup Acknowledge (00001101): mensagem de confirmação de estabelecimento inicial de chamada.
- Call Proceeding (00000010): mensagem que indica que o procedimento de estabelecimento inicial de chamada foi iniciado.
- Alerting (00000001): mensagem que indica que o assinante com o qual se deseja estabelecer a conexão está sendo alertado acerca da mesma.
- Connect (00000111): indica aceitação da chamada pelo usuário que a está recebendo.
- Connect Acknowledge (00001111): mensagem usada para confirmar a mensagem "Connect".
- Progress (00000011): usada para notificar o andamento de uma chamada, principalmente quando esta atinge trechos não RDSI, implicando restrições de encaminhamento da mesma.
- Suspend (00100101): mensagem que permite que a rede fique preparada para que uma suspensão temporária da chamada seja feita.
- Suspend Acknowledge (00101101): indica aceitação por parte da rede da suspensão temporária da chamada.
- Suspend Reject (00100001): indica não aceitação por parte da rede da suspensão temporária da chamada.
- Resume (00100110): mensagem para retomada da chamada que foi suspensa através de "Suspend".

- Resume Acknowledge (00101110) : indica aceitação por parte da rede da retomada da chamada anteriormente suspensa .
- Resume Reject (00100010) : indica não aceitação por parte da rede da retomada da chamada anteriormente suspensa .
- Notify (01101110) : indica para o usuário remoto , as suspensões temporárias e religações de chamada , realizados através de “Suspend” e “Resume”.
- User Information (00100000) : permite que um usuário de origem se comunique diretamente com o usuário de destino , trocando informações que passam transparentemente pela rede de sinalização .
- Disconnect (01000101) : indica que o usuário que originou esta mensagem “desligou” seu terminal .
- Release (01001101) : indica que a rede desfez a conexão , liberando a chamada existente .
- Release Complete (01011010) : terminal confirma à rede que entendeu a liberação da chamada .
- Restart (01000110) : mensagem de reinicialização para recuperação de erros .
- Restart Acknowledge (01001110) : mensagem de confirmação de reinicialização .
- Congestion Control (01111001) : indica início ou encerramento de procedimento de controle de fluxo quando da transmissão de mensagens “User Information”.
- Information (01111011) : permite que sejam enviadas informações , tais como sub-endereços , pedidos de serviços suplementares , etc .
- Status Enquiry (01110101) : mensagem de solicitação de “Status”.
- Status (01111101) : mensagem enviada em resposta a “Status Enquiry” ou durante uma chamada , para relatar condições de erro .

Conforme foi visto na figura 2.31 , as mensagens DSS1 , possuem elementos adicionais de informação , dentre os quais :

- More Data : avisa o usuário remoto que a mensagem enviada ainda não está completa .
- Shift : indica que o próximo elemento adicional de informação só tem significado em um outro código indicado , diferente do código normal .

- Congestion Level : avisa o lado remoto sobre problemas no escoamento das mensagens , bloqueando-o ou liberando-o .
- Bearer Capability : indica quais atributos do serviço estão sendo solicitados para a comunicação que se inicia .
- Cause : indica a causa da liberação , forçada ou não , de uma chamada , dentre 128 causas possíveis .
- Call Identity : contém o identificador utilizado para suspensão ou religamento de uma dada chamada .
- Call State : identifica o estado da chamada .
- Channel Identification : indica qual canal está sendo solicitado na fase de estabelecimento da chamada , para ser usado .
- Progress Indicator : indica ocorrências de interfuncionamento com outras redes .
- Keypad Facility : contém o código dos caracteres teclados enviados pelo usuário à rede , que podem ser , por exemplo , para pedido de serviço suplementar .
- Display : contém informações que devem ser mostradas no terminal de vídeo do usuário como , por exemplo , o eco de caracteres teclados .
- Signal : contém códigos dos vários sinais sonoros que podem ocorrer nas várias fases da chamada , para que terminais mais simples possam avisar o usuário .
- Calling Party Number : número completo do acesso do usuário de origem .
- Calling Party Subaddress : sub-endereço do usuário de origem , identifica um terminal isolado dentro da instalação .
- Called Party Number : número completo do acesso do usuário de destino .
- Called Party Subaddress : sub-endereço do usuário de destino , identifica um terminal isolado dentro da instalação .
- Transit Network Selection : indica por qual rede de trânsito a chamada deve ser roteada .
- High Layer Compatibility : indica ao usuário remoto que tipo de capacitação associada às camadas 4 a 7 seu terminal deve satisfazer para poder aceitar a chamada .

- Low Layer Compatibility : indica ao usuário remoto que tipo de capacitação associada às camadas 4 a 7 seu terminal deve satisfazer durante a fase de troca de informações de usuário .

Analogamente ao que ocorre na ISUP , as mensagens DSS1 , possuem vários dos elementos adicionais de informação listados acima e outros não listados para que possam realizar por completo as funções de controle das chamadas estabelecidas .

Vejam , a seguir , a título de exemplo , como ocorre um estabelecimento de chamada através da RDSI , com troca de informações de usuário e procedimentos de suspensão e religação da chamada durante a fase ativa da mesma , até a liberação da mesma , observando as mensagens DSS1 e ISUP envolvidas .

Seja a figura 2.33 , a seguir :

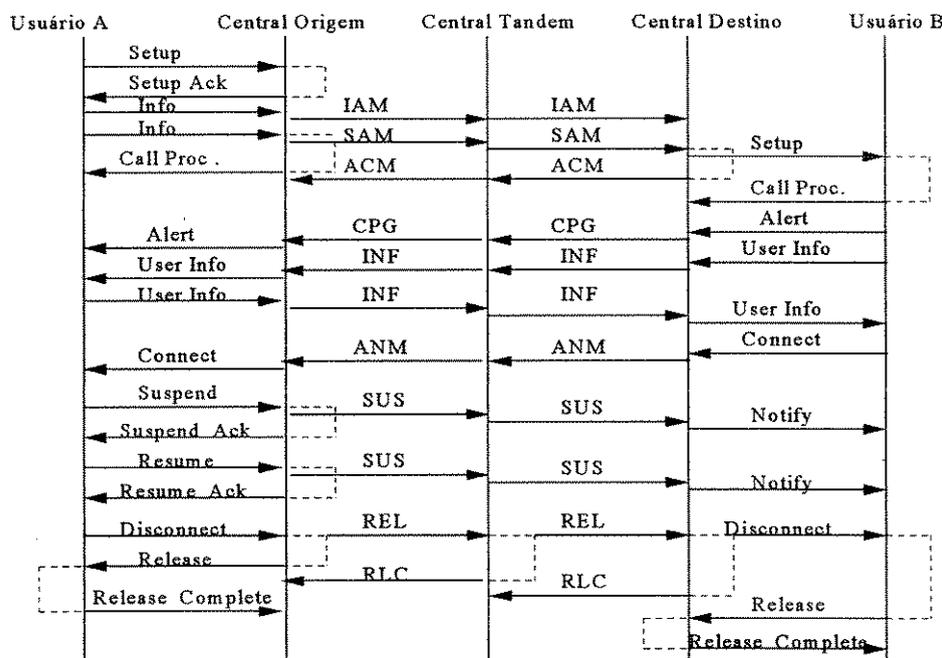


Figura 2.33 : Estabelecimento , controle e liberação de chamada na RDSI-FE

Inicialmente , o usuário A envia uma mensagem de Setup à interface de central ao qual está conectado e recebe desta um Setup Acknowledge . Ele então , envia mais dígitos referentes ao endereço de destino , através de uma mensagem Information . Considerando que os dígitos enviados nestas duas mensagens são suficientes para identificar o usuário chamado (remoto) , o PS da central origem envia uma mensagem IAM ao PS da central destino . O usuário A envia , então uma mensagem Information contendo o sub-endereço de destino , recebendo da central uma mensagem Call Proceeding que indica que o endereçamento recebido até então é suficiente para se identificar o terminal destino ; a central (seu PS) , envia este sub-endereço através da rede de sinalização para o PS da central remota utilizando a mensagem SAM , recebendo uma mensagem ACM (de endereço

completo) da central remota (de seu PS) em confirmação. A central remota gera então, no acesso remoto, uma mensagem de Setup, contendo o endereço e sub-endereço de destino, e recebe, em confirmação do terminal de destino, uma mensagem Call Proceeding. O terminal de destino sinaliza para o usuário remoto a chamada que está chegando e indica isto para o outro terminal (o que originou a chamada) através da mensagem Alert (DSS1) que na rede é mapeada como CPG (ISUP). Ambos os terminais trocam então informações através da rede de sinalização e, quando o usuário destino atende, o terminal de destino gera uma mensagem Connect para a central à qual está ligado, isto faz com que o PS desta central gere uma mensagem ANM para o PS da central origem e esta, por sua vez, gera uma mensagem Connect para o terminal origem. A chamada está, então, estabelecida.

O usuário de origem deseja suspender temporariamente a chamada, para tal, um comando Suspend é gerado em seu barramento de acesso, sendo confirmado pela central local através da mensagem Suspend Acknowledge; esta também envia a mensagem SUS (ISUP) à central remota, que envia uma mensagem Notify ao usuário de destino, informando da suspensão temporária. Depois de algum tempo, é feita a religação da chamada, de maneira análoga ao procedimento de suspensão, porém utilizando-se das mensagens pertinentes para religação (vide figura 2.33).

Decorrido o tempo de “conversação”, é feita a liberação da chamada, a qual é originada pelo usuário de origem, que envia uma mensagem Disconnect para a central origem, a qual confirma com uma mensagem Release (esta é confirmada pelo terminal origem com Release Complete) e envia uma mensagem REL (ISUP) para a próxima central desta conexão (a tandem), que confirma com uma mensagem RLC e envia uma mensagem REL para a próxima central (a de destino), a qual confirma para a tandem com RLC. A central de destino envia, então, uma mensagem Disconnect para o terminal de destino, o qual confirma com uma mensagem Release que é confirmada pela central com Release Complete. A liberação da chamada, neste instante, está totalmente concluída.

Com este exemplo, finaliza-se a explicação do protocolo DSS1.

A título de se facilitar a compreensão dos próximos capítulos, recordemos as funções dos diversos protocolos componentes do SSCC#7, não esquecendo que a rede de sinalização realiza roteamento de mensagens de sinalização e não comutação por circuitos como ocorre nas Redes Telefônica e RDSI-FE:

- o MTP-1 define as características físicas dos enlaces de sinalização;
- o MTP-2 é quem garante que as mensagens de sinalização sejam entregues aos seus destinos na ordem correta e sem a existência de erros;
- o MTP-3 permite que as mensagens de sinalização possam ser roteadas através da rede de sinalização, bem como o endereçamento dos pontos de sinalização;

- o SCCP também permite o roteamento de mensagens de sinalização, porém baseada em endereços de ponto de sinalização ou no título global, de modo a permitir a implementação de serviços que necessitem realizar consulta à bases de dados;
- o TCAP é um subsistema usuário da rede de sinalização que permite que transações possam ser realizadas em bases de dados conectadas à rede de sinalização, permitindo, desta maneira a implementação de serviços como Rede Inteligente e Móvel Celular;
- a TUP é composta de mensagens para estabelecimento, controle e liberação de chamadas na Rede Telefônica;
- a ISUP é composta de mensagens para estabelecimento, controle e liberação de chamadas na Rede Telefônica e na RDSI-FE.

Deve também ser lembrado que, na Rede Telefônica, a sinalização de acesso corresponde a sinais analógicos e, na RDSI-FE esta passa a corresponder a um protocolo composto de mensagens de sinalização denominado DSS1, para o qual é destinado uma parte da banda existente no acesso.

Com isso, podemos passar ao estudo da RDSI-FL:

CAPÍTULO 3

ATM - UMA VISÃO GERAL

3.1 - INTRODUÇÃO

Como foi visto no capítulo anterior, as redes de telecomunicações muito evoluíram ao longo do tempo. Para que novas funções e novos serviços pudessem ser agregados a estas redes, a sinalização entre os equipamentos componentes das mesmas também evoluiu, tendo sido desenvolvidos protocolos de sinalização cada vez mais complexos.

Foi mostrada, no final do capítulo anterior, a arquitetura da Rede Digital de Serviços Integrados - Faixa Estreita, e os protocolos de sinalização criados para que esta pudesse desempenhar as funções para as quais foi concebida.

O cenário de evolução de redes, no entanto, não parou, estando hoje em desenvolvimento a Rede Digital de Serviços integrados - Faixa Larga, que deverá prover serviços de voz, dados e imagem desde baixas velocidades até velocidades de transferência de informação hoje consideradas muito altas (155Mb/s, 622Mb/s e 2,5Gb/s).

Para que isto se torne possível, uma nova tecnologia de comutação (não mais por circuitos como feito até então), está em fase final de desenvolvimento, e para suportar a transferência dos diversos tipos de informação gerados pelos diversos serviços a serem suportados pela rede, um protocolo de transferência de informação, o ATM (Asynchronous Transfer Mode) será utilizado nesta rede, para prover as funções de transferência de informação usuário a usuário ponto-a-ponto e multiponto e o roteamento destas informações através da RDSI - Faixa Larga ([27], [28]).

Neste capítulo será então explicado o ATM e, no próximo capítulo, como é a sinalização na RDSI - Faixa Larga.

3.2 - A TECNOLOGIA ATM

Para que a RDSI - Faixa Larga possa suportar a transferência de informações para os diversos serviços para os quais foi concebida, uma nova tecnologia foi desenvolvida para estes equipamentos agregados em rede.

Foram desenvolvidos comutadores de altíssimas velocidades, utilizando-se das novas tecnologias disponíveis nos circuitos integrados (VLSI, etc.).

Também a forma de se realizar a comutação evoluiu. Conforme foi visto no capítulo 2, a forma de comutação existente nas redes apresentadas naquele capítulo é a comutação por circuitos, ou seja, um circuito físico tinha que ser estabelecido entre a origem e o destino para a transferência de informações.

A comutação realizada na RDSI - Faixa Larga é baseada no protocolo ATM, sendo então realizada de maneira lógica, ou seja, um circuito virtual é estabelecido entre a origem e o destino para que seja realizada a transferência de informações; como estas informações trafegam pela rede contidas em células ATM, este tipo de comutação é também denominado comutação por células.¹ A maneira como esta comutação é realizada, será mostrada de maneira mais detalhada adiante, ainda neste capítulo.

3.3 - O PROTOCOLO ATM

Para realizar a transferência de informações através da RDSI - Faixa Larga, conforme já mencionado anteriormente foi desenvolvido o protocolo ATM. Este protocolo é dividido em camadas² conforme mostra a figura 3.1 [30], a seguir:

¹ Células são pacotes de tamanho fixos, portanto, quando se fala em comutação por células, pode-se fazer uma analogia com o princípio de comutação por pacotes. No entanto, a comutação por células, diferentemente da comutação por pacotes que realiza comutação por software, é por hardware, conforme premissas do ATM, podendo maiores informações serem obtidas em [58].

² Na figura está sendo mostrado apenas o plano de usuário do protocolo ATM. Os outros planos serão mostrados no capítulo 4.

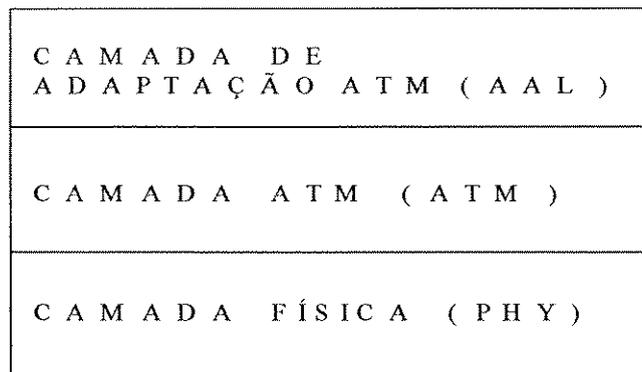


Figura 3.1: O protocolo ATM dividido em camadas.

A camada física, define as características elétricas e funcionais das interfaces dos diversos equipamentos a serem conectados em rede. Ela é definida na recomendação I.432 do ITU-T, para a interface usuário-rede. Não é objetivo deste trabalho estudar-se a camada física, podendo maiores informações serem encontradas na recomendação I.432 do ITU-T [36] e em [35], [73], [58], [67] para WAN e [72] para LAN.

A camada ATM é a responsável por realizar a transferência de informações através da rede, devendo encaminhar estas informações através dos circuitos virtuais estabelecidos, entregando-as aos seus destinos. Ela também é responsável por identificar o tipo de informação que está sendo transferida (de usuário, de operação e manutenção, etc.).

A camada AAL tem por função adaptar as informações de usuário, as quais podem ter sido originadas por serviços de voz, dados ou imagens, para que estas possam ser transferidas em células (camada ATM), através da rede, bem como, se necessário, segmentar estas informações na origem e remontá-las no destino, permitindo desta maneira que elas possam ser transferidas inseridas em células de tamanho físico de 53 bytes.

Vejamos, de maneira detalhada, as camadas ATM e AAL:

3.3.1 - A CAMADA ATM

A transferência de informações através da RDSI - Faixa Larga, é realizada através de células ATM [30] de tamanho fixo de 53 bytes. Destes 53 bytes, 5 bytes correspondem ao cabeçalho adicionado pela camada ATM para rotear corretamente as informações através da rede e 48 bytes correspondem às informações a serem roteadas. Isto pode ser visto na figura 3.2, a seguir:

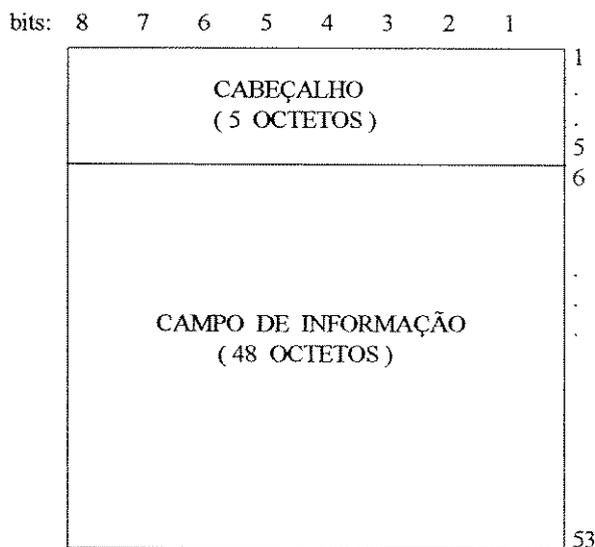


Figura 3.2 : Estrutura da célula ATM

A estrutura do cabeçalho adicionado pela camada ATM é mostrada na figura 3.3 a seguir , para a UNI (interface usuário-rede) e na figura 3.4 para a NNI (interface de nó de rede) :

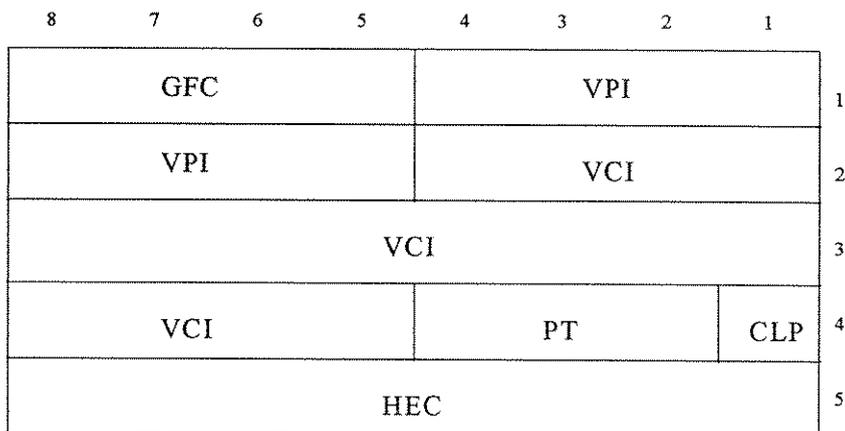


Figura 3.3 : Estrutura do cabeçalho da célula ATM na interface usuário-rede

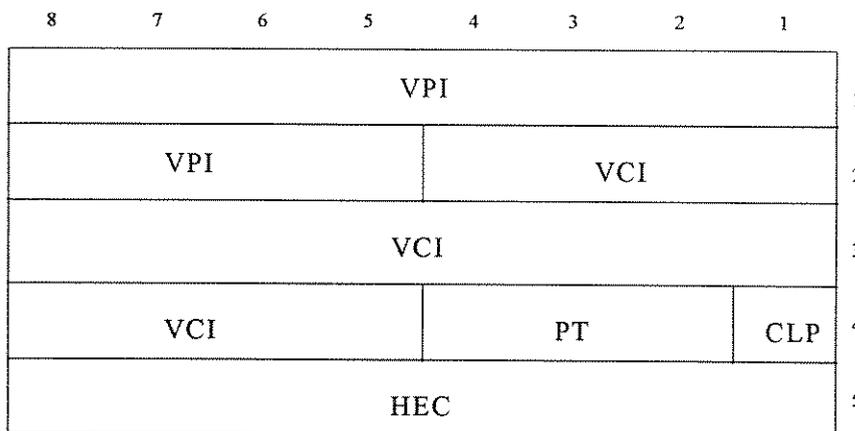


Figura 3.4 : Estrutura do cabeçalho da célula ATM na interface de nó de rede

Pode-se notar, pelas figuras, que a única diferença existente entre os formatos de cabeçalho para a UNI e para a NNI ocorre nos 4 primeiros bits do mesmo, que na UNI corresponde ao campo GFC. Os demais campos são iguais e têm a mesma finalidade para a UNI e para a NNI, conforme descrito a seguir:

- Identificador de Caminho Virtual (VPI: Virtual Path Identifier): este campo é utilizado para fins de roteamento, identificando de maneira única o caminho virtual estabelecido entre as interfaces dos equipamentos ATM.

- Identificador de Canal Virtual (VCI: Virtual Channel Identifier): este campo também é utilizado para fins de roteamento, identificando de maneira única o canal virtual estabelecido entre as interfaces dos equipamentos ATM.

Existem valores de VPI e VCI reservados para identificar algumas células com finalidades específicas:

VPI	VCI	TIPO DE CÉLULA
0	0	Células Vazias
Qualquer	1	Meta-sinalização
Qualquer	2	Sinalização de Broadcast
Qualquer	3	OAM F4 Segmento
Qualquer	4	OAM F4 Fim-a-fim
Qualquer	5	Sinalização Ponto-a-ponto
Qualquer	6	Célula de Gerenciamento de Recurso de Caminho Virtual
Qualquer	7 a 31	Reservado para funções futuras

- Identificador do Tipo de Informação (PTI: Payload Type Identifier): identifica o que está contido nos 48 bytes de informação da célula, conforme descrito na Tabela 3.1, a seguir:

PTI	INTERPRETAÇÃO
000	Informação de Usuário, não experimentou congestionamento Indicação usuário a usuário = 0
001	Informação de Usuário, não experimentou congestionamento Indicação usuário a usuário = 1
010	Informação de Usuário, experimentou congestionamento Indicação usuário a usuário = 0
011	Informação de Usuário, experimentou congestionamento Indicação usuário a usuário = 1
100	Célula associada a OAM F5 segmentado
101	Célula associada a OAM F5 fim-a-fim
110	Célula de Gerenciamento de Recursos de Canal Virtual
111	Reservado para futuras funções de VC

Tabela 3.1: Tipos de células ATM em função do PTI

Pode-se notar que o PTI permite identificar se a célula contém informação de usuário, se é de operação e manutenção (F5) ou se é de gerenciamento de recursos, bem como se a célula experimentou congestionamento, ao transitar pela rede. A indicação de usuário a usuário (valor 0 ou 1), tem seu valor mapeado pela AAL#5, através de primitiva para a camada ATM, e sua utilização será explicada quando for mostrada a AAL#5.

- Prioridade de Perda de Célula (CLP : Cell Loss Priority) : este campo identifica quais células serão descartadas primeiramente, em caso de congestionamento da rede ATM.

- Controle de Erro de Cabeçalho (HEC : Header Error Control) : a finalidade principal deste campo é de identificar erros de bits que possam ocorrer no cabeçalho da célula, já que este é o responsável por prover as informações de roteamento da mesma.

- Controle de Fluxo Genérico (GFC : Generic Flow Control) : campo existente apenas em células das interfaces usuário-rede; permite controlar o fluxo de dados na UNI. É importante lembrar que o fluxo de dados existente nas diversas interfaces usuário-rede, refletirá no fluxo de dados por toda a rede.

3.3.1.1 - ROTEAMENTO DE CÉLULAS ATM

O roteamento das células ATM através da rede pública é realizado com base nos valores de VPI e VCI das células, uma vez que estes valores identificam, de maneira única, a conexão à qual determinada célula pertence; o valor absoluto destes identificadores têm significado apenas no enlace que interliga equipamentos (nós) de rede adjacentes, como pode ser visto na figura 3.5, a seguir:

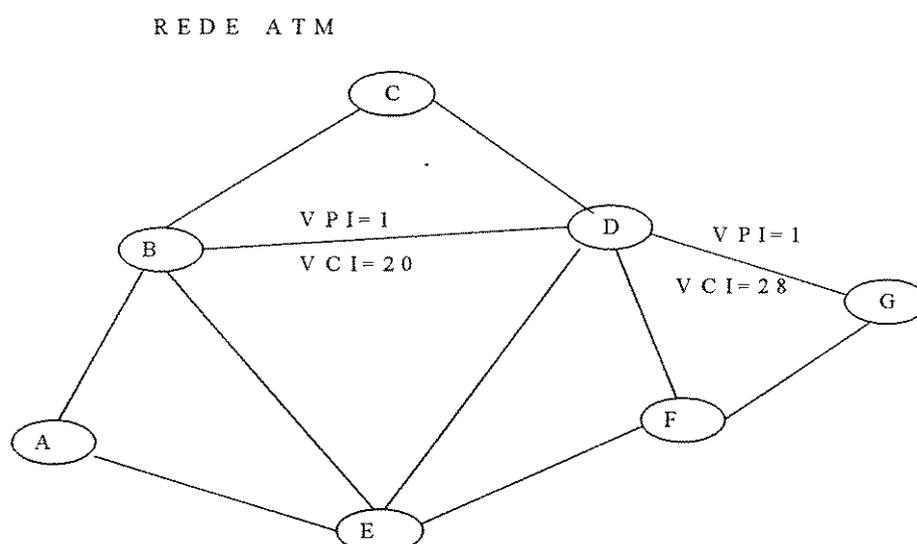


Figura 3.5 : Identificação e roteamento de células na rede ATM

Vê-se , pela figura anterior , que células pertencentes a uma determinada conexão (lógica) entre os equipamentos (nós) B e G , são identificadas por VPI=1 e VCI=20 , quando trafegam pelo enlace entre B e D e por VPI=1 e VCI=28 , quando trafegam entre D e G .

O equipamento D sabe que , sempre que ele receber uma célula proveniente do equipamento B , através do enlace B-D , com VPI=1 e VCI=20 , ele deve mapear a carga útil (os 48 bytes de informação) desta célula recebida , em uma outra célula com VPI=1 e VCI=28 e enviar esta outra célula³ através do enlace D-G , para o equipamento G ; desta maneira , tem-se estabelecida uma conexão virtual entre B e G .

Para que possa realizar este mapeamento corretamente , o nó D possui uma tabela de roteamento e , deverá , obrigatoriamente , conter nesta tabela , a seguinte entrada⁴ :

ENTRADA

Enlace B-D VPI=1 VCI=20

SAÍDA

Enlace D-G VPI=1 VCI=28

Deste modo , toda célula que chegar ao equipamento D , através do enlace B-D , com VPI=1 e VCI=20 , será mapeada para o enlace D-G , com VPI=1 e VCI=28 .

Este processo ocorre da mesma forma para todas as demais conexões virtuais existentes na rede ; desta maneira , pode-se notar que a rede pode suportar as diversas conexões virtuais devido à existência dos VPI's e VCI's e devido às tabelas de roteamento existentes nos equipamentos (nós) .

Através de procedimentos de sinalização , pode-se estabelecer , de maneira dinâmica , os valores de VPI e VCI através dos diversos enlaces que compuserem uma determinada conexão virtual . Este procedimento permite que os diversos enlaces físicos sejam compartilhados por diversas conexões lógicas , sendo cada uma destas identificada por uma combinação de valores de VPI e VCI no enlace físico . As tabelas de roteamento nos nós , relacionam as combinações de VPI e VCI de cada enlace com as combinações dos seus enlaces adjacentes ; desta maneira as conexões virtuais fim-a-fim existentes na rede ficam determinadas de maneira única .

³ Optou-se por chamar de outra célula , mas o que muda é apenas o cabeçalho da mesma , uma vez que os equipamentos de rede somente processam até a camada ATM , deste modo , os 48 bytes de informação são os mesmos nos dois enlaces analisados .

⁴ Esta explicação foi feita desta maneira para fins didáticos, pois não podemos esquecer que, em ATM, a comutação é realizada por hardware.

3.3.2 - A CAMADA AAL

A camada AAL (ATM Adaptation Layer) tem por finalidade adaptar as informações provenientes das camadas superiores para a camada ATM [31], otimizando a transferência das diversas informações , geradas pelos diversos tipos de serviços , através de células ATM , pela rede . Por exemplo , um serviço que originalmente gere uma taxa de bits constante deve ser mapeado para células ATM de maneira diferente de um serviço que originalmente gere uma taxa de bits variável , o que é realizado pela camada AAL ; desta maneira consegue-se a integração de serviços de voz , dados e imagem numa mesma rede , serviços estes que possuem características bastante distintas uns dos outros , mas que podem ter as informações por eles geradas transferidas de maneira eficiente por meio de células ATM , através da rede, desde que adaptados de maneira otimizada , daí a razão da camada AAL .

As características consideradas para se classificar os serviços são : relação de tempo entre origem e destino , taxa de bits , modo de conexão . A classificação destes serviços é conforme a figura 3.6 , a seguir :

	CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D
Relação de tempo or-dest	Requerida		Não Requerida	
Taxa de bits	Constante	Variável		
Modo de conexão	Orientado à conexão			Não orientado à conexão

Figura 3.6 : Classificação de Serviços para a AAL

Para que se consiga adaptar as diversas classes de serviço consideradas na figura acima para que possam ser manipulados pela camada ATM , diversos tipos de AAL foram desenvolvidos [32]:

- AAL # 1 : realiza a transferência de informações com taxa de bits constante , entregando estas informações na mesma taxa de bits ; provê a transferência de informações de sincronismo e de estrutura entre origem e destino .
- AAL # 2 : realiza a transferência de informações com taxa de bits variável ; provê a transferência de informações de sincronismo entre origem e destino .
- AAL # 3 / 4 : realiza a transferência de informações que necessitem ser entregues ao destino com um valor mínimo de taxa de erros, é própria para tráfego em rajadas.

- AAL # 5 : realiza a transferência de informações que necessitem ser entregues ao destino com taxa de erros minimizada, é mais eficiente que a AAL # 3 / 4 .

De maneira geral , a camada AAL é dividida nas seguintes sub-camadas :

- Sub-camada de Convergência (CS : Convergence Sublayer) : provê o serviço de adaptação das informações provenientes das camadas superiores . Esta sub-camada possui uma parte comum a todos os serviços que se utilizem de determinado tipo de AAL (CPCS : Common Part Convergence Sublayer) e uma parte , que pode existir ou não , para prover funções para um serviço específico que se utilize daquele tipo de AAL (SCS : Service Specific Convergence Sublayer) .

- Sub-camada de Segmentação e Remontagem (SAR : Segmentation And Reassembly Sublayer) : segmenta , na origem , as informações recebidas da CS , de modo que estas possam ser inseridas em células ATM , e as remonta no destino , de modo a formar novamente a informação original (a não ser para a AAL~1 , onde esta sub-camada existe para detectar erros , bem como perda e inserção de células) .

Vejamos , agora , de maneira mais detalhada , como é o funcionamento da AAL # 1 e da AAL # 5 :

3.3.2.1 - AAL # 1

A AAL # 1 provê uma adaptação adequada de informações geradas por serviços com taxa de bits constante , para que estas possam ser transferidas de maneira eficiente , inseridas em células ATM , através da rede pública .

Suas funções principais são :

- transferência das informações provenientes de camadas superiores com taxa de bits constante e entrega destas informações remotamente com a mesma taxa de bits ;
- transferência de informação de sincronismo entre origem e destino ;
- transferência de informação de estrutura entre origem e destino ;
- indicação de informação perdida ou errada , a qual não pode ser recuperada ou corrigida pela AAL # 1 .

Para que as informações possam ser transferidas inseridas em células ATM , mantendo-se ao máximo as suas características , a AAL # 1 deve ser capaz de empacotar estas informações na origem e desempacotá-las no destino , também deve ser capaz de compensar de alguma maneira variações de atraso que vierem a

ocorrer entre uma célula e as demais que correspondam à mesma informação, bem como de recuperar no destino, a mesma frequência de relógio da origem.

A AAL # 1 é sub-dividida em duas sub-camadas :

- Sub-camada de segmentação e remontagem (SAR);
- Sub-camada de convergência (CS).

3.3.2.1.1 - Sub-camada de Segmentação e Remontagem

Esta sub-camada é responsável por detectar erros, bem como perda e inserção de células, e também por atribuir números de seqüência às informações que estão sendo enviadas. As células ATM, possuem, como já visto, 48 bytes destinados ao transporte de informação. Destes 48 bytes, 1 byte corresponde a um pequeno cabeçalho adicionado pela AAL # 1, e os demais 47 bytes, correspondem à informação proveniente da sub-camada CS.

Isto pode ser visualizado na figura 3.7, a seguir :

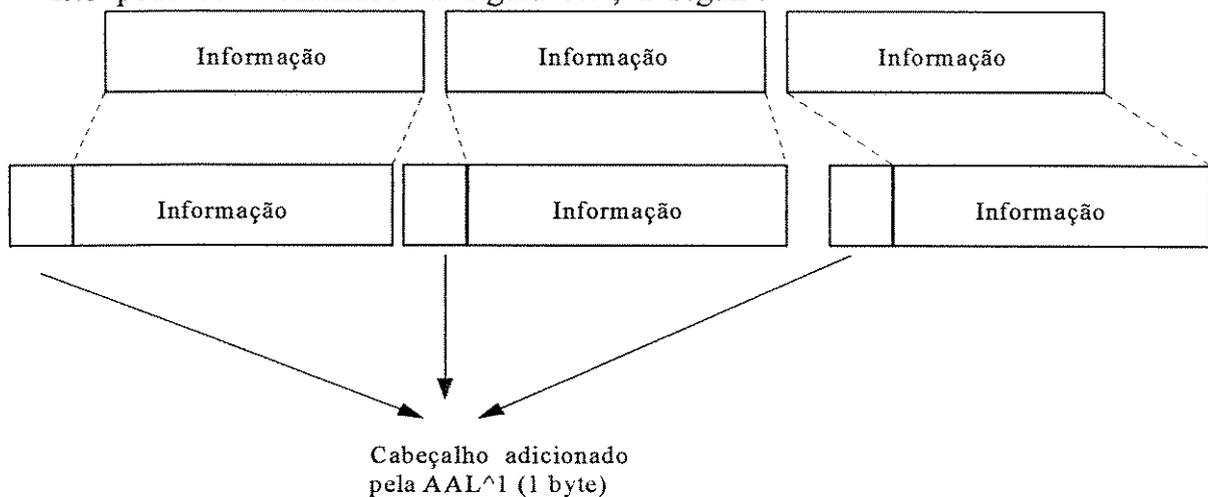


Figura 3.7: Funções de Controle na AAL#1

Na figura acima, é mostrado que à informação proveniente da CS foram adicionados bytes de controle para detecção de erros e de perda e inserção de células.

Para isto, a AAL # 1 adiciona um pequeno cabeçalho, que a permite executar estas atribuições. Este cabeçalho possui um byte, sendo dele componentes os campos mostrados a seguir, na figura 3.8 :

Campo de contagem de seqüência (3 bits)	Bit CSI	Campo CRC (3 bits)	Bit de Paridade
---	---------	----------------------	-----------------

Figura 3.8: Cabeçalho da sub-camada SAR da AAL # 1

O campo de contagem de bits , indica , em seqüência , qual é o segmento da informação que está sendo enviado (1, 2, 3, ...) , para que a mesma possa ser interpretada ordenadamente no destino .

O bit CSI é uma indicação proveniente da sub-camada de convergência , sendo seu valor default = 0 .

O campo CRC , é utilizado para que se faça a verificação , no destino , da existência de bits errados no campo de contagem de seqüência e bit CSI , ele faz a proteção destes 4 bits através de um código CRC de 3 bits , de maneira análoga ao que é feito no MTP-2 (vide capítulo 2) .

O bit de paridade serve para que se faça a verificação de paridade dos outros 7 bits do cabeçalho , utilizando paridade par .

Pode-se notar , que o cabeçalho acima garante que os segmentos de informação possam ter sua seqüência corretamente determinada com segurança , já que ele faz a numeração em seqüência destes segmentos , bem como uma verificação desta numeração , permitindo , desta maneira , que a informação seja interpretada no destino de maneira correta .

3.3.2.1.2 - Sub-camada de Convergência

Esta sub-camada é responsável por transmitir o sincronismo de informações entre origem e destino , para que as informações existentes na origem sejam integralmente entregues ao destino , na mesma taxa de bits da origem . Para realizar isto , esta sub-camada precisa , dentre outras coisas , extrair o relógio na origem e , de alguma forma, recuperá-lo no destino .

A criticidade da precisão do sincronismo entre origem e destino varia conforme o serviço CBR (voz , imagem , imagem de alta definição , etc.) que está se utilizando dos serviços prestados pela AAL # 1 .

Os mecanismos utilizados⁵ por esta sub-camada para realizar estas funções é um tanto complexo e , como não é o objetivo deste trabalho, este mecanismo não será abordado . Maiores informações podem ser encontradas em [7], [32], [67], [69] e [73].

3.3.2.2 - AAL # 5

A AAL # 5 provê uma adaptação adequada e eficiente de informações geradas por serviços de comunicação de dados e de sinalização , de modo que estas possam ser transferidas pela rede pública , inseridas em células ATM .

⁵ SRTS e SDT .

Esta AAL é capaz de detectar erros que venham a ocorrer na transmissão destas informações, porém ela não é capaz de manter um atraso constante entre o segmento da informação inserido numa célula e na seguinte, daí ela ser adequada para serviços de comunicação de dados e para sinalização.

A AAL # 5 é dividida em duas sub-camadas :

- Sub-camada de Segmentação e Remontagem (SAR);
- Sub-camada de Convergência (CS).

3.3.2.2.1 - Sub-camada de Segmentação e Remontagem

A sub-camada de segmentação e remontagem é responsável por segmentar, na origem, as informações provenientes da sub-camada de convergência, de modo que estas possam ser transferidas pela rede inseridas em células ATM, e de remontá-las no destino.

As informações provenientes da sub-camada CS são segmentadas a cada 48 bytes, os quais irão ocupar o campo de informação de uma célula ATM, já que a sub-camada SAR da AAL # 5 não adiciona nenhum bit de cabeçalho a estas informações. A única informação de controle provida por esta sub-camada é mapeada através de primitiva para a camada ATM, refletindo no valor da Indicação de Usuário a Usuário do campo PTI da célula ATM (vide Tabela 3.1). O valor deste bit de indicação será 0 se o segmento de informação referente à informação total que está se utilizando dos serviços da AAL # 5 não for o último e 1 caso ele seja o último. Este processo está mostrado na figura 3.9, a seguir :

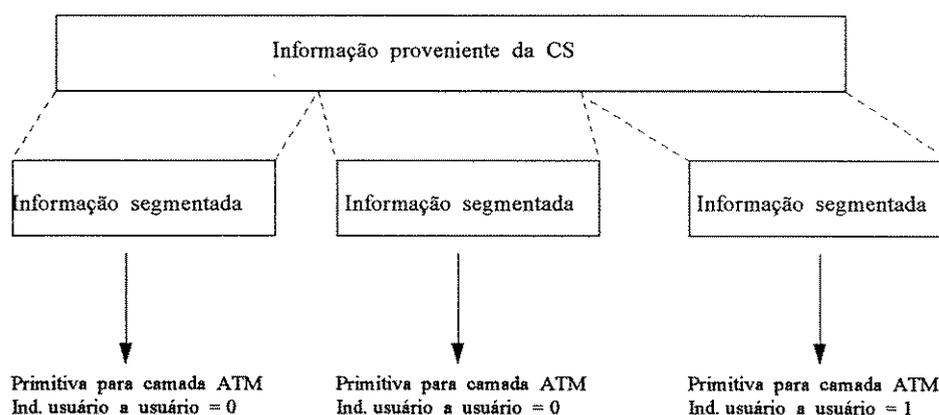


Figura 3.9 : Segmentação de informações na AAL#5

Vemos, pela figura acima, que a informação proveniente da sub-camada de convergência foi dividida em três segmentos, cada um com 48 bytes. Juntamente com o primeiro segmento a ser inserido numa célula ATM, é enviada uma primitiva que indica que existem mais segmentos relativos àquela informação

(proveniente da CS), esta primitiva faz então com que o valor da Indicação de Usuário a Usuário na célula ATM (vide Tabela 3.1) seja igual a 0. O mesmo ocorre para o segundo segmento. Vemos que o terceiro segmento é o último referente àquela informação proveniente da sub-camada de convergência, portanto, a primitiva enviada juntamente com este segmento para a camada ATM indica ser ele o último, o que faz com que o valor da Indicação de Usuário a Usuário seja igual a 1.

Nota-se que o processo acima é capaz de indicar para o destino a existência de mais segmentos relativos àquela informação (não esquecer que a conexão virtual entre origem e destino está estabelecida na camada ATM), de modo que o mesmo possa remontá-la. A Sub-camada de Convergência possui meios para verificar no destino se a informação está correta ou não; caso ela não esteja, isto pode ser devido a algum segmento de informação que tenha se desviado ou que tenha sido inserido indevidamente, ou ainda, devido a erros de bits que possam ter ocorrido.

3.3.2.2.2 - Sub-camada de Convergência

Na AAL # 5, a sub-camada de convergência é dividida em duas outras sub-camadas:

- Sub-camada de Convergência de Parte Comum (CPCS): esta sempre deve existir;
- Sub-camada de Convergência Específica do Serviço (SSCS): esta pode existir ou não.⁶

Vejamos, neste capítulo, a CPCS da AAL # 5:

A Sub-camada de Convergência da AAL # 5 é responsável por adaptar os dados provenientes da camada imediatamente superior, de modo que estes possam ser transferidos através da rede ATM. Para realizar esta função, a CS adiciona um pequeno cabeçalho (trailer) aos dados provenientes da camada imediatamente superior, como pode ser visto na figura 3.10, a seguir:

User Data	PAD	UU	CPI	Length	CRC-32
-----------	-----	----	-----	--------	--------

Figura 3.10: Formato dos dados na sub-camada CS da AAL#5

⁶ Para informações de sinalização existe uma sub-camada SSCS que será mostrada no capítulo 4 deste trabalho.

Vê-se que os dados existentes na CS da AAL # 5 são divididos em campos , com as seguintes funções :

- User Data : corresponde aos dados de usuário provenientes da camada imediatamente superior , este campo possui no máximo 65535 bytes ;
- Padding (PAD) : este campo contém bytes de enchimento , de modo a fazer com que as informações existentes na CS da AAL # 5 (informações de usuário provenientes da camada superior + cabeçalho) tenham um número de bytes múltiplo de 48 bytes , para que estas informações possam ser segmentadas em múltiplos de 48 bytes pela SAR . Para tal este campo possui tamanho variável entre 0 e 47 bytes ;
- User to User (UU) : campo de um byte , usado para a transferência transparente de dados de usuário ;
- Common Part Indicator (CPI) : campo de 1 byte , hoje , sua única função é de enchimento (codificado com 00000000) , para que o cabeçalho da CS tenha 64 bits ou 8 bytes , sendo desta maneira múltiplo de 4 bytes ;
- Length : este campo de 2 bytes indica o comprimento do campo User Data , para que possa ser determinada a fronteira entre este campo e o campo PAD ;
- CRC-32 : este campo de 4 bytes faz a verificação de erros de bits em todos os outros campos existentes na CS da AAL # 5 (vide figura 3.10) , mencionados anteriormente . O mecanismo de verificação de erros é análogo ao explicado no capítulo 2 para o MTP-2 .

Com isso , abordou-se acima , os aspectos necessários do plano de usuário ATM para que se possa compreender a sinalização ATM , tal qual será abordada no próximo capítulo .

CAPÍTULO 4

SINALIZAÇÃO NA RDSI - FAIXA LARGA

4.1 - INTRODUÇÃO

No início deste trabalho, foi mostrada a evolução que ocorreu nos meios de comunicação - mais especificamente nas redes de telecomunicações - e a conseqüente evolução da sinalização trocada entre equipamentos de telecomunicações. Hoje fala-se em Rede Digital de Serviços Integrados - Faixa Larga, utilizando para transporte de informações o Modo de Transferência Assíncrono ou ATM, cujo plano voltado para a transferência de informações de usuário através da RDSI - FL é o denominado Plano de Usuário, o qual foi, somente ele, apresentado no capítulo anterior.

Para prover a sinalização necessária para suportar as características da RDSI - FL, o protocolo ATM possui um outro plano - o Plano de Controle - que será o objeto de estudo deste capítulo, onde se procurará mostrar os aspectos da sinalização existente na RDSI - FL.

Além destes dois planos, existe um terceiro - o Plano de Gerência - que, além das atribuições de gerenciamento das diversas camadas e dos diversos planos, é o responsável pelo procedimento de Meta-Sinalização que será abordado no próximo capítulo.

4.2 - O PLANO DE CONTROLE

O protocolo ATM, com todas as suas características, é dividido em três planos: plano de usuário, plano de controle e plano de gerência.

Através da figura 4.1, a seguir, podemos ver como é a interação entre estes planos, bem como, a divisão em camadas existentes nos mesmos:

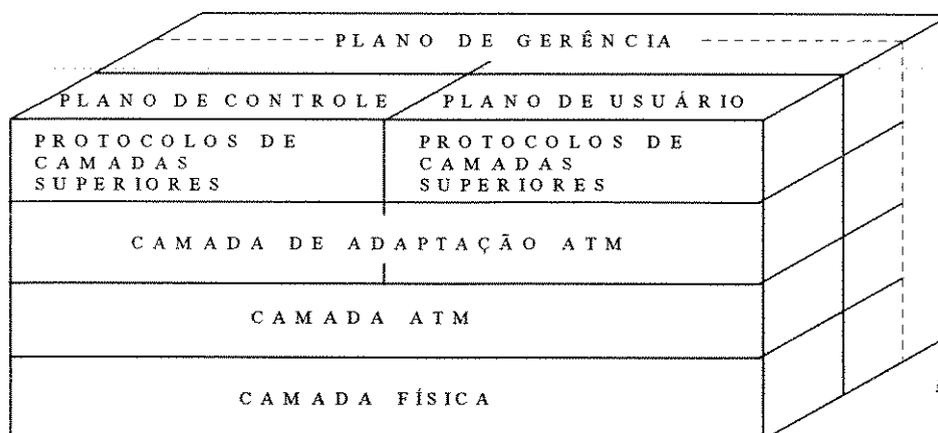


Figura 4.1: O Protocolo ATM

Como pode ser visto na figura anterior (4.1), o plano de usuário é o responsável pela transferência de informações através da RDSI-FL, pelas conexões estabelecidas por procedimentos de sinalização ou por meio de configuração de circuitos virtuais permanentes¹. O modelo em camadas deste plano também já foi mostrado na figura 3.1, e seu funcionamento foi explicado sucintamente, no capítulo 3.

O plano de gerência é o responsável por manter o bom funcionamento da rede, possuindo procedimentos de gerência e de manutenção das diversas camadas do protocolo ATM. Do ponto de vista da sinalização, o plano de gerência é o responsável pelo procedimento de meta-sinalização, que consiste na atribuição de VCI's a serem utilizados na interface usuário-rede, entre um equipamento de usuário e um equipamento (nó) de rede qualquer, para a troca de mensagens de sinalização. O procedimento de meta-sinalização será explicado no capítulo 5 deste trabalho.

O plano de controle é responsável por realizar, de maneira dinâmica e com a QOS (Qualidade de Serviço) necessária ao serviço que está sendo prestado, o estabelecimento e liberação de conexões virtuais que permitirão a transferência de informações através da RDSI-FL, apoiadas no plano de usuário, permitindo também a ocorrência de uma alocação dinâmica da banda existente na rede, pois as conexões virtuais são estabelecidas quando da ocorrência de transferência de informações através da rede, sendo liberadas ao término de tal transferência, razão pela qual os circuitos desta maneira estabelecidos são denominados Circuitos Virtuais Comutados.

¹ Circuito Virtual Permanente é uma conexão fim a fim sempre estabelecida através da rede ATM. Os valores de VPI e VCI nos diversos enlaces são alocados em função dos valores constantes nas tabelas de roteamento dos diversos nós, os quais são inseridos por um operador através de um terminal diretamente conectado ao nó, somente podendo ser alterados por acesso a este terminal. No procedimento de sinalização, a atribuição dos VPI's e VCI's é feita de maneira dinâmica, como será explicado neste capítulo.

Para realizar as funções descritas no parágrafo anterior, o plano de controle possui todo um procedimento de troca de mensagens de sinalização, seguindo um protocolo estabelecido, e utilizando-se dos serviços das camadas AAL, ATM e PHY, para a troca destas mensagens. Este protocolo, porém, ainda não é um padrão fechado, estando na fase de rascunho (Draft); o mesmo será explicado baseado nas recomendações do ITU-T tipo Draft até hoje disponíveis, mas convém ressaltar que, embora este protocolo esteja sujeito à alterações, isto não deve ocorrer com relação ao seu funcionamento global, mas apenas com relação a um ou outro campo de algumas das mensagens existentes.

4.3 - O PROTOCOLO DE SINALIZAÇÃO NA RDSI-FL

O protocolo de sinalização na RDSI-FL², é dividido em camadas ([64], [6], [8]), conforme mostrado na figura 4.2, a seguir:

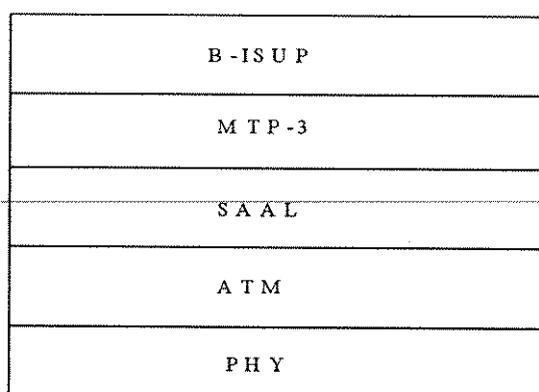


Figura 4.2: O Protocolo de Sinalização na RDSI-FL

As camadas PHY, ATM e parte da camada SAAL (mais especificamente, a AAL - Parte Comum) são camadas existentes no plano de usuário, que prestam serviços para o plano de controle.

A outra parte da camada SAAL (AAL - Subcamada de Convergência Específica do Serviço), é responsável por realizar funções de adaptação específicas (outros procedimentos de camada 2), necessárias para que a troca de mensagens de sinalização possa ocorrer baseada em células ATM.

A camada MTP-3 é aquela que realiza o roteamento das mensagens de sinalização através da rede, da mesma forma que foi explicado anteriormente para a Sinalização por Canal Comum.

² Nesta seção será explicado o protocolo interno à rede, mostrando-se as mensagens trocadas entre equipamentos comutadores componentes da RDSI-FL.

A camada B-ISUP é a camada que contém as mensagens de sinalização propriamente ditas, para o estabelecimento, controle e liberação de conexões virtuais.

Vejamos, de maneira mais detalhada, o funcionamento de cada uma destas camadas³:

4.3.1 - A CAMADA ATM

A camada ATM [30] é a responsável por realizar o transporte das mensagens de sinalização (já adaptadas pela camada SAAL) baseado em células de 53 bytes (5 para cabeçalho e 48 para a informação proveniente da camada SAAL) através da RDSI-FL. Ela possui, como cabeçalho, os campos anteriormente mostrados na figura 3.4.

De maneira geral os campos de cabeçalho desta camada têm, para o plano de controle, a mesma função que tinham para o plano de usuário, conforme descrito na seção 3.3.1 do capítulo anterior. Vale ressaltar, porém, que os campos VPI e VCI não são utilizados para roteamento, como ocorre no plano de usuário, conforme descrito na seção 3.3.1.1. Para células que carregam informações de sinalização, o valor de VPI pode ser qualquer um, e o valor de VCI deve ser igual a 5 (valor default para mensagens de sinalização), ou outro valor atribuído por procedimento de meta-sinalização.

Desta maneira, um dado nó da rede sabe que, caso ele receba uma célula com um valor de VCI não reservado, ele deve realizar o procedimento descrito na seção 3.3.1.1, relacionando os valores de VPI e VCI provenientes através de um dado enlace com valores de VPI e VCI a serem enviados por outro enlace, realizando, desta maneira o roteamento através da rede, sem que precise ler informações das camadas superiores (dos 48 bytes de informação da célula ATM).

Quando, porém, a célula proveniente através de um dado enlace, possui um valor de VCI reservado para sinalização (por exemplo, VCI=5), o nó ATM sabe que deverá ler as informações provenientes das camadas superiores⁴, constantes nos 48 bytes de informação da célula ATM, para que possa saber se aquela informação de sinalização é destinada a ele ou a outro nó; caso seja para outro nó, para que possa saber por onde enviá-la, para que a mesma possa atingir o seu nó de destino. O roteamento das células com mensagens de sinalização não é realizado com base nos valores de VPI e VCI; estes são fixos e apenas servem para indicar que a célula contém informações de sinalização; o roteamento destas células é realizado nas camadas superiores, mais precisamente na camada MTP-3, que contém o endereço do ponto de sinalização para o qual a célula está destinada, da

³ Não será explicada a camada PHY.

⁴ Em [71] são discutidas outras maneiras de se encaminhar mensagens de sinalização na RDSI-FL, além da proposta pelo ITU-T.

mesma maneira que ocorre para a Sinalização por Canal Comum, que foi explicada no capítulo 2.

Desta maneira, uma célula que contém informações de sinalização, ao atingir um determinado nó (suponhamos que não seja o nó para o qual ela está destinada, mas um nó intermediário), com um valor de VCI reservado para sinalização (suponhamos VCI=5); será roteada com base nas informações da camada MTP-3, e será gerada uma nova célula com estas informações de sinalização, também com VCI=5, que será enviada pelo enlace adequado, para que possa atingir o nó para o qual está destinada⁵.

4.3.2 - A CAMADA SAAL

A camada SAAL (Signalling ATM Adaptation Layer), é a responsável por realizar a adaptação das mensagens de sinalização, de modo que estas possam ser transferidas através da RDSI-FL inseridas em células ATM. Ela é dividida em sub-camadas [9], conforme mostrado na figura 4.3, a seguir:

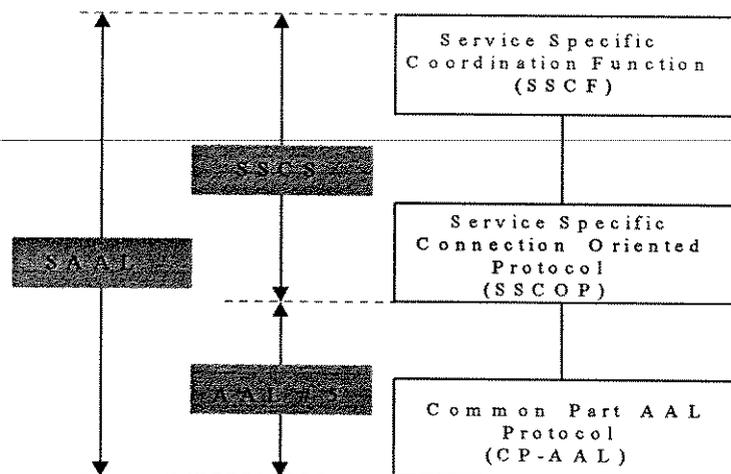


Figura 4.3: Camada SAAL dividida em sub-camadas

Como pode ser visto na figura anterior, a camada SAAL, é composta de uma parte comum, que corresponde exatamente a AAL#5, já explicada na seção 3.3.2.2, no capítulo anterior, a qual é sub-dividida nas sub-camadas de Segmentação e Remontagem e de Convergência - Parte Comum. Além destas, para que as mensagens de sinalização possam ser adequadamente transportadas em células ATM, são necessárias algumas funções de adaptação específicas para este serviço, além daquelas já providas pela AAL#5. Tais funções são conseguidas adicionando-se uma sub-camada de Convergência Específica do Serviço, a qual é composta do SSCOP

⁵ Na verdade, a mensagem de sinalização toda é que é roteada (comutação por mensagens), mas entenda-se naquele parágrafo uma das muitas células que carrega uma parte da mensagem de sinalização; pois tal mensagem tem que ser segmentada e remontada em todos os nós que realizam roteamento de mensagens ou que processem tais mensagens.

(Service Specific Connection Oriented Protocol) e do SSCF (Service Specific Coordination Function).

A AAL#5 mais o SSCOP mais o SSCF⁶ correspondem à camada SAAL.

Vejamos, de maneira mais detalhada, como é o SSCOP.

4.3.2.1 - A SUB-CAMADA SSCOP

O SSCOP [10] é um protocolo que reside na Sub-camada de Convergência Específica do Serviço da Camada de Adaptação ATM. Este é um protocolo genérico, que pode ser utilizado por vários tipos de AAL's e serviços, sendo uma utilização já definida deste protocolo, como componente da Camada de Adaptação de Sinalização ATM (SAAL), conforme mostrado anteriormente na figura 4.3.

O SSCOP deve prover as seguintes funções [10]:

- preservar a seqüência das informações recebidas das camadas superiores;
- detectar e corrigir por retransmissão, erros que possam ocorrer durante a transmissão de informações entre entidades pares SSCOP;
- controle de fluxo, através do qual o SSCOP receptor pode controlar a taxa de transmissão à qual o SSCOP transmissor irá enviar as informações;
- reportar ao gerenciamento de camadas, erros que tenham ocorrido;
- as entidades pares SSCOP (transmissor e receptor) devem permanecer conectadas, mesmo que não ocorra transferência de dados por muito tempo;
- prover bufferização das informações provenientes das camadas superiores;
- permitir controle da conexão SSCOP (estabelecimento, liberação e resincronização);
- realizar a transferência das informações provenientes das camadas superiores, em modo assegurado⁷ e não assegurado;
- prover a detecção e recuperação de erros de operação do protocolo;

⁶ O SSCF corresponde apenas a um mapeamento de primitivas. Como este trabalho está se restringindo a uma análise da sinalização do ponto de vista dos protocolos envolvidos e não das primitivas existentes entre as camadas, a sub-camada SSCF não será abordada, podendo maiores informações serem obtidas em [11] e [12].

⁷ Entende-se por modo assegurado aquele que provê a transferência de dados de maneira orientada à conexão, com detecção e correção de erros.

- permitir a troca de informações de status entre as entidades pares SSCOP.

Para realizar as funções listadas acima, as entidades SSCOP de transmissão e de recepção trocam mensagens denominadas PDU's (Protocol Data Units); estas PDU's são identificadas em um campo denominado PDU Type, campo este que possui 4 bits. Serão listadas, a seguir, as diversas PDU's, o conteúdo do campo PDU Type (através do qual uma determinada PDU é identificada), e será mostrado o formato de cada uma destas PDU's (eventualmente, alguns dos campos existentes nas figuras serão descritos somente no final desta seção):

- Begin (BGN): identificada por 0001, é utilizada para estabelecer uma conexão SSCOP entre duas entidades pares; ela indica que os buffers de transmissão e de recepção devem ser reinicializados, bem como as variáveis de estado de transmissão e de recepção. A figura 4.4 mostra o formato da PDU BGN:

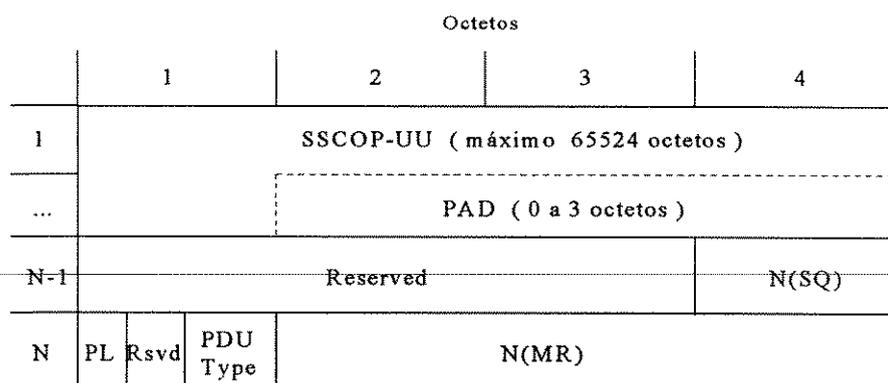


Figura 4.4: Formato da PDU Begin

- Begin Acknowledgement (BGAK): identificada por 0010, é utilizada para confirmar o estabelecimento da conexão requisitada pela entidade par. A figura 4.5 mostra o formato da PDU BGAK:

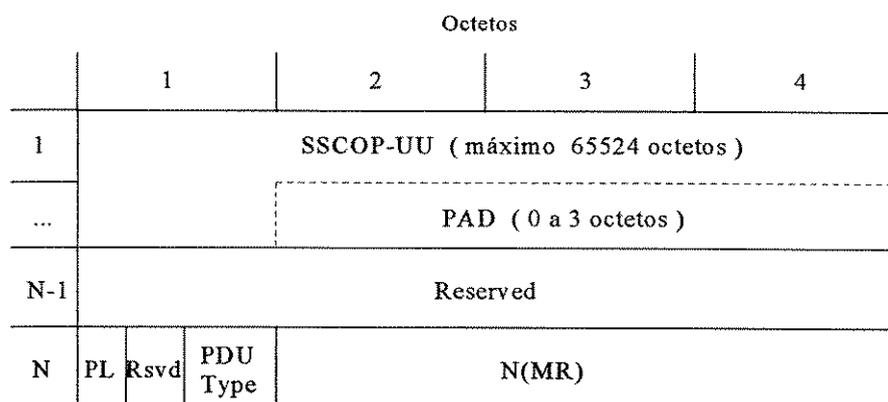


Figura 4.5: Formato da PDU Begin Acknowledgement

- Begin Reject (BGREJ): identificada por 0111, é utilizada para rejeitar o estabelecimento da conexão requisitada pela entidade par. A figura 4.6 mostra o formato da PDU BGREJ:

		Octetos			
		1	2	3	4
1	SSCOP-UU (máximo 65524 octetos)				
...	PAD (0 a 3 octetos)				
N-1	Reserved				
N	PL	Rsvd	PDU Type	Reserved	

Figura 4.6: Formato da PDU Begin Reject

- End (END): identificada por 0011, é utilizada para liberar uma conexão entre duas entidades pares SSCOP. A figura 4.7 mostra o formato da PDU END:

		Octetos			
		1	2	3	4
1	SSCOP-UU (máximo 65524 octetos)				
...	PAD (0 a 3 octetos)				
N-1	Reserved				
N	PL	Rsvd	S	PDU Type	Reserved

Figura 4.7: Formato da PDU End

- End Acknowledgement (ENDAK): identificada por 0100, é utilizada para confirmar a liberação de uma conexão SSCOP. A figura 4.8 mostra o formato da PDU ENDAK:

		Octetos			
		1	2	3	4
1	Reserved				
2	Reserved	PDU Type	Reserved		

Figura 4.8: Formato da PDU End Acknowledgement

- Resynchronization (RS): identificada por 0101, é utilizada para resincronizar os buffers das entidades pares, bem como as variáveis de estado. A figura 4.9 mostra o formato da PDU RS:

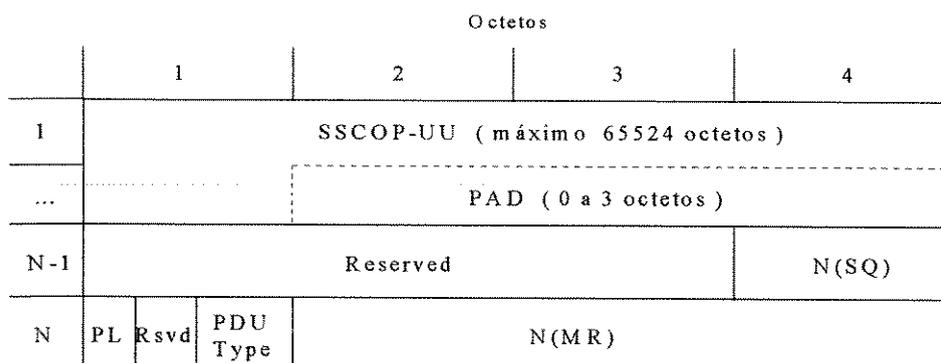


Figura 4.9: Formato da PDU Resynchronization

- Resynchronization Acknowledgement (RSAK): identificada por 0110, é utilizada para confirmar a aceitação de ressincronização requisitada pela entidade SSCOP par. A figura 4.10 mostra o formato da PDU RSAK:

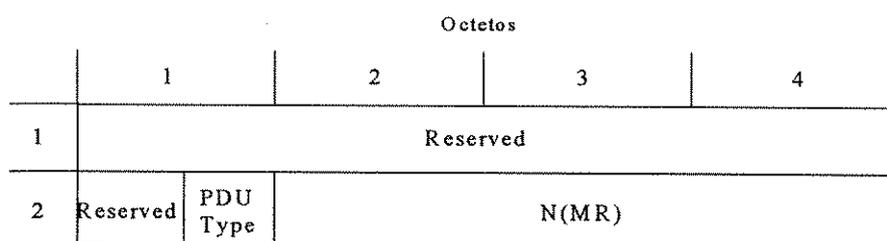


Figura 4.10: Formato da PDU Resynchronization Acknowledgement

- Error Recovery (ER): identificada por 1001, é utilizada para prover a recuperação de erros de protocolos. A figura 4.11 mostra o formato da PDU ER:

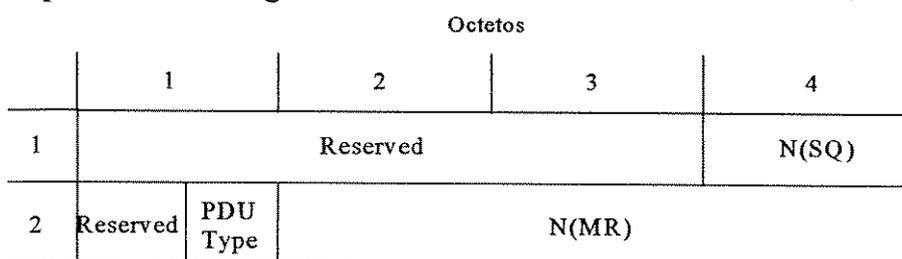


Figura 4.11: Formato da PDU Error Recovery

- Error Recovery Acknowledgement (ERAK): identificada por 1111, é utilizada para confirmar a recuperação de erros de protocolos. A figura 4.12 mostra o formato da PDU ERAK:

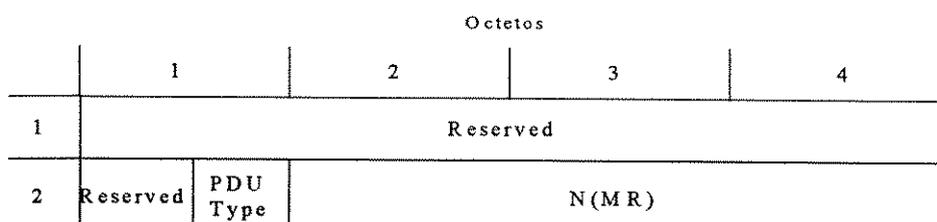


Figura 4.12: Formato da PDU Error Recovery Acknowledgement

- Sequenced Data (SD): identificada por 1000, é utilizada para transferir, através de uma conexão SSCOP, seqüencialmente, PDU's numeradas contendo em seus

campos de informação, informações provenientes das camadas superiores. A figura 4.13 mostra o formato da PDU SD:

Octetos				
	1	2	3	4
1	Information (máximo 65528 octetos)			
...	PAD (0 a 3 octetos)			
N	PL	Rsvd	PDU Type	N(S)

Figura 4.13: Formato da PDU Sequenced Data

- Status Request (POLL): identificada por 1010, é utilizada para requisitar que a entidade par SSCOP envie informações de status. A figura 4.14 mostra o formato da PDU POLL:

Octetos				
	1	2	3	4
1	Reserved		N(PS)	
2	Reserved	PDU Type	N(S)	

Figura 4.14: Formato da PDU Status Request

- Solicited Status Response (STAT): identificada por 1011, é enviada em resposta a uma requisição de status (POLL), contendo informações acerca do status de recepção de PDU's SD, informação de crédito para a entidade SSCOP par e o número de seqüência da PDU POLL para a qual está respondendo. A figura 4.15 mostra o formato da PDU STAT:

Octetos				
	1	2	3	4
1	PAD	List Element 1		
2	PAD	List Element 2		
...				
L	PAD	List Element L		
L+1	Reserved		N(PS)	
L+2	Reserved		N(MR)	
L+3	Reserved	PDU Type	N(R)	

Figura 4.15: Formato da PDU Solicited Status Response

- Unsolicited Status Response (USTAT): identificada por 1100, é utilizada para indicar que houve perdas de PDU's SD, baseada na verificação do número de seqüência destas PDU's; contém informações acerca do status de recepção de

PDU's SD e informação de crédito para a entidade SSCOP par. A figura 4.16 mostra o formato da PDU USTAT:

Octetos				
	1	2	3	4
1	PAD		List Element 1	
2	PAD		List Element 2	
3	Reserved		N(MR)	
4	Reserved	PDU Type	N(R)	

Figura 4.16: Formato da PDU Unsolicited Status Response

- Unnumbered Data (UD): identificada por 1101, é utilizada para prover a transferência de informações provenientes das camadas superiores no modo não assegurado, desta maneira esta PDU não afeta o estado e as variáveis das entidades pares SSCOP, ela também não carrega número de seqüência, podendo ser perdida sem ser detectada durante a transmissão. A figura 4.17 mostra o formato da PDU UD:

Octetos				
	1	2	3	4
1	Information (máximo 65528 octetos)			
...	PAD (0 a 3 octetos)			
N	PL	Rsvd	PDU Type	N(S)

Figura 4.17: Formato da PDU Unnumbered Data

- Management Data (MD): identificada por 1110, é utilizada para prover a transferência de informações de gerenciamento no modo não assegurado, desta maneira esta PDU não afeta o estado e as variáveis das entidades pares SSCOP, ela também não carrega número de seqüência, podendo ser perdida sem ser detectada durante a transmissão. A figura 4.18 mostra o formato da PDU MD:

Octetos				
	1	2	3	4
1	Information (máximo 65528 octetos)			
...	PAD (0 a 3 octetos)			
N	PL	Rsvd	PDU Type	N(S)

Figura 4.18: Formato da PDU Management Data

Pode-se notar, pelas figuras acima (4.4 a 4.18), que as diversas mensagens (PDU's) têm formato diferente, mas de maneira geral uma PDU somente não será considerada válida se:

- contiver um código desconhecido no campo PDU Type;
- não for alinhada a 32 bits;
- não tiver o comprimento adequado para o tipo de PDU em questão.

Nota-se também que as diversas PDU's podem conter campos de enchimento (PAD), que têm por finalidade manter o alinhamento de 32 bits das mesmas. O número de bytes utilizados para enchimento (0 a 3) é indicado no campo PAD Length (PL) de 2 bits, existente nas PDU's que contém PAD's.

Observando-se as figuras 4.4 a 4.18, nota-se que as diversas mensagens existentes no protocolo SSCOP, possuem diversos parâmetros. Vejamos, agora, de maneira sucinta, estes parâmetros:

- N (S): corresponde ao número de seqüência da PDU SD que está sendo transmitida, é incrementado sempre que uma nova PDU SD é transmitida, não é incrementado quando ocorre a retransmissão de uma PDU SD.

- N (PS): corresponde ao número de seqüência da PDU POLL que está sendo transmitida, é incrementado sempre que uma nova PDU POLL é transmitida, em uma PDU STAT serve para indicar para qual POLL está sendo enviada em resposta, aquela PDU STAT.

- N (R): corresponde ao número de seqüência da próxima PDU SD que se espera receber, é incrementado quando do recebimento da PDU SD seguinte.

- N (MR): corresponde à informação de crédito para a entidade SSCOP par, contém o número de seqüência da primeira PDU SD que não será aceita pela entidade SSCOP de recepção, ou seja, serão aceitas somente PDU's SD com $N(S) < N(MR)$.

- N (SQ): identifica o número de seqüência da conexão SSCOP, pois num mesmo enlace físico pode haver mais de uma conexão SSCOP.

Além dos parâmetros listados acima, e dos campos PAD e PAD Length (PL) que já foram anteriormente mencionados, as PDU's SSCOP possuem outros campos, os quais serão mostrados a seguir:

- SSCOP UU: corresponde a informação de usuário a usuário do protocolo SSCOP, transmitida através da conexão SSCOP.

- Source Bit (S): numa PDU END, este bit indica se a liberação da conexão foi iniciada pelo protocolo de camada superior que se utiliza do SSCOP (valor 0) ou se foi iniciada pelo próprio SSCOP (valor 1).

- Information: contém as informações a serem transferidas, provenientes das camadas superiores.

- PDU Type: identifica qual o tipo de PDU que está sendo enviado entre entidades SSCOP pares.

Através dos parâmetros e mensagens existentes no protocolo SSCOP, pode-se notar que é possível para o mesmo realizar as funções mencionadas no início desta seção, o mesmo provê, para as mensagens de sinalização, uma transferência de informações confiável através do enlace de dados, como ocorria na Sinalização por Canal Comum (vide capítulo 2), onde esta função era desempenhada pelo MTP-2.

4.3.3 - A CAMADA MTP-3

A camada MTP-3⁸ funciona da mesma maneira já explicada para a Sinalização por Canal Comum [42], no capítulo 2, mais precisamente na seção 2.4.4.

O roteamento das células contendo informações de sinalização é realizado com base nos endereços de ponto de sinalização origem e destino (campos OPC e DPC) existentes nesta camada (os requisitos são discutidos em [68], as maneiras apresentadas em [71]), logo esta camada trabalha numa forma denominada comutação por mensagens, havendo a necessidade de segmentar-se e remontar-se a mensagem internamente à rede, em todos os nós que roteiem ou processem as mensagens de sinalização.

Isto cria uma Rede de Sinalização por Canal Comum Virtual, uma vez que, as mensagens de sinalização, do ponto de vista lógico, são tratadas de maneira diferente das mensagens de usuário que trafegam pela RDSI - FL.

Conforme já explicado na seção 3.3.1.1 e esquematizado na figura 3.5, o roteamento de células que contenham informações de usuário é realizado com base nos valores de VPI e VCI constantes no cabeçalho desta célula. Para células de sinalização, no entanto, o valor de VCI sempre será igual a 5.

⁸ Está em desenvolvimento uma adequação do protocolo MTP-3 para operação em rede faixa larga, hoje denominada B-MTP-3, disponível como Draft Q.2210; este define endereços de pontos de sinalização para redes faixa larga no mesmo formato definido para SSCC#7 conforme recomendação Q.704, diferindo apenas nas mensagens de gerência de rede de sinalização, que são em menor quantidade para redes faixa larga, devido à existência das funções de OAM, portanto o roteamento de mensagens de sinalização é realizado da mesma forma conforme feito para a rede SSCC#7, ou seja, o roteamento do B-MTP-3 é igual ao do MTP-3.

Seja a figura 4.19, a seguir:

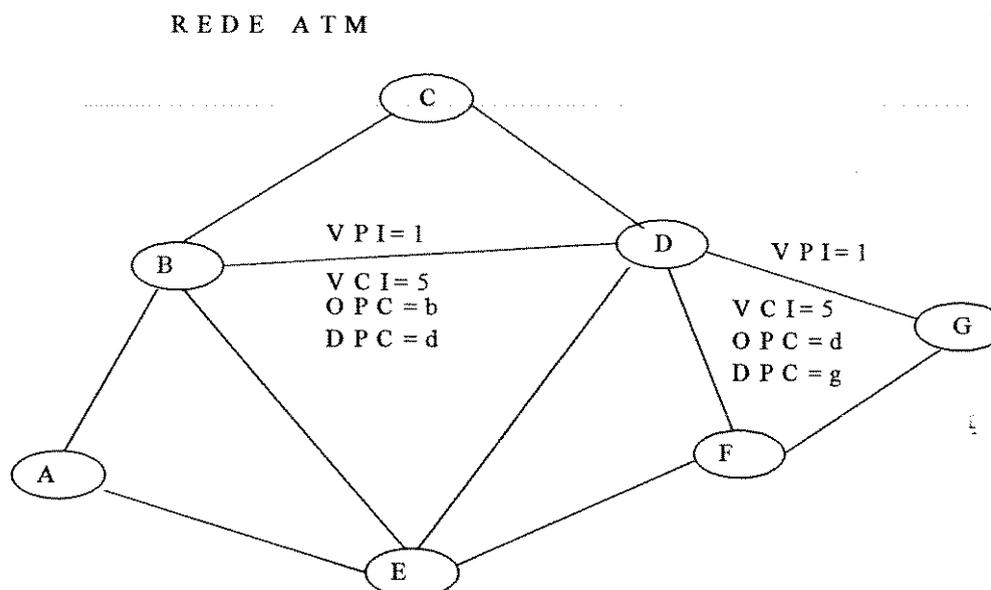


Figura 4.19: Roteamento de Mensagens de Sinalização

Para que se consiga explicar de maneira clara como é feito o roteamento de mensagens de sinalização, suponhamos que o endereço de ponto de sinalização do nó A seja a, do nó B seja b e assim por diante (conforme visto no capítulo 2, este não é sequer o formato de endereços de pontos de sinalização). Consideremos, então, a figura 4.19:

Pode-se ver, pela figura, que o nó B envia, através do enlace B-D, uma célula com VPI=1 e VCI=5. O nó D, ao receber esta célula, percebe que a mesma não deve ser roteada em função de seus valores de VPI e VCI, por conter parte de uma mensagem de sinalização (VCI=5). O nó D aguarda, então, que toda a mensagem de sinalização seja enviada, em células com VCI=5 (isto pode ser determinado principalmente em função do campo PTI, existente na camada ATM, conforme já explicado no capítulo 3). Após receber todas as células relativas àquela mensagem de sinalização, o nó D remonta a mensagem e analisa os valores dos campos OPC e DPC do cabeçalho do MTP-3. Como mostrado na figura 4.19, ele percebe que, a mensagem de sinalização foi enviada pelo nó B, sendo destinada a ele (nó D). Ele, então, lê a mensagem de sinalização e, em função do conteúdo da mesma, constrói uma outra mensagem de sinalização a qual será enviada ao nó G (OPC=d, DPC=g). Para enviá-la, o nó D faz a segmentação da mesma e a inserção em células com VPI=1 e VCI=5.

Podemos notar, pela figura 4.20, de maneira geral, como o nó D, processa a mensagem de sinalização recebida através do enlace B-D:

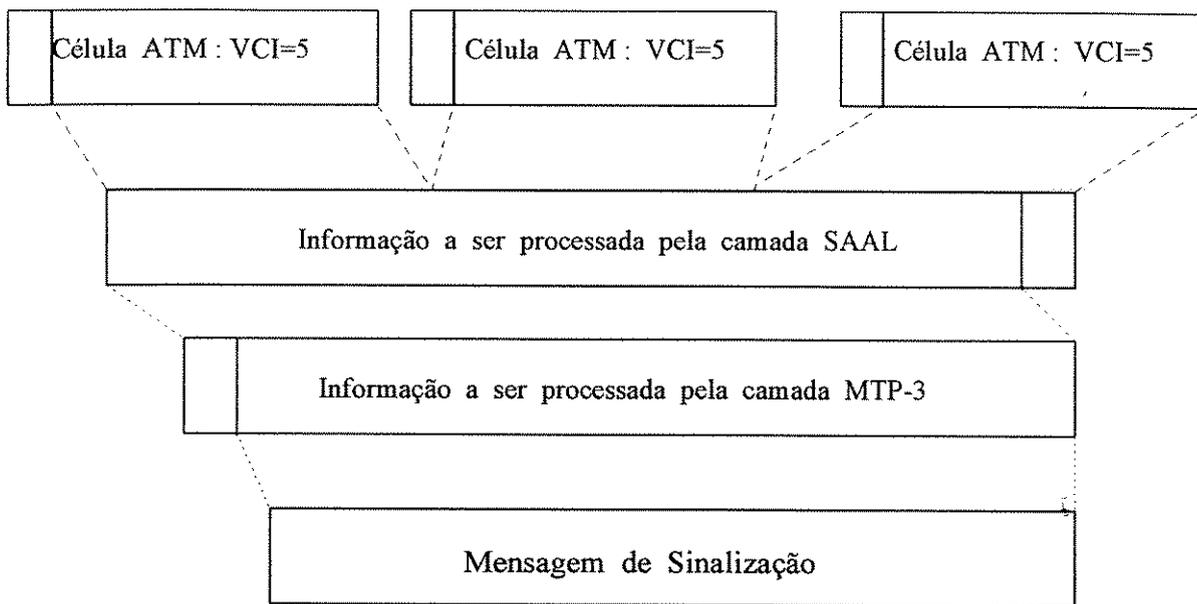


Figura 4.20: Processamento de Mensagem de Sinalização recebida pelo nó D

O nó D recebe as células com VCI=5, retira o cabeçalho inserido nas mesmas pela camada ATM, e envia os 48 bytes de informação de cada célula para a camada SAAL, a qual, por sua vez, remonta toda a mensagem, e realiza a verificação de erros, com base no cabeçalho desta camada (SAAL). Esta então retira o cabeçalho SAAL e envia a mensagem para a camada MTP-3, a qual verifica se a mensagem é destinada para o nó em questão (no caso o nó D), através dos valores dos campos OPC e DPC do cabeçalho MTP-3. Uma vez sendo a mensagem destinada para este nó, o cabeçalho MTP-3 é retirado, e a mensagem de sinalização é processada. Já a mensagem de sinalização a ser enviada pelo enlace D-G, para o nó G, é montada pelo processo inverso ao descrito acima, conforme mostrado na figura 4.21:

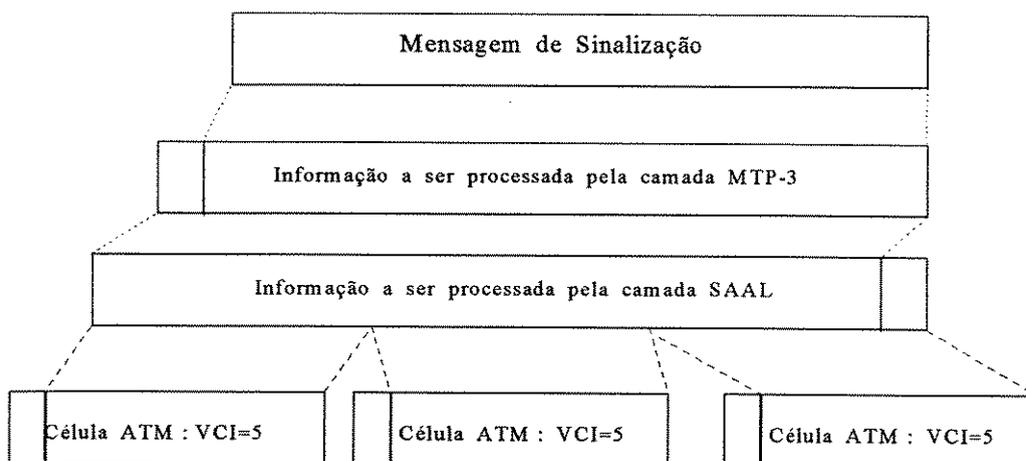


Figura 4.21: Processamento de mensagem de sinalização a ser enviada pelo nó D

Pode-se notar, pela explicação acima, que os diversos nós, de maneira geral, processam as camadas PHY, ATM, SAAL, MTP-3 e B-ISUP, quando a mensagem

é de sinalização⁹, e apenas as camadas PHY e ATM, quando se trata de mensagem de usuário, daí a razão de se chamar a rede de Rede de Sinalização Virtual por Canal Comum. Pode-se notar que, para que se processe as mensagens de sinalização, são necessárias, pelo menos, aplicações adicionais, que executem estas funções nos diversos nós.

4.3.4 - SUBSISTEMA DE USUÁRIO DE REDE DIGITAL DE SERVIÇOS INTEGRADOS - FAIXA LARGA (B-ISUP)

Esta camada do protocolo de sinalização ATM, é a que contém as mensagens de sinalização propriamente ditas para o estabelecimento, alteração de parâmetros, controle e liberação de conexões virtuais através da RDSI-FL [18].

Ela é denominada como sendo um subsistema de usuário, em função da denominação que já era utilizada para outros protocolos de sinalização (TUP, ISUP), e também por interfuncionar com a rede de Sinalização por Canal Comum já existente, pois estando esta camada apoiada diretamente nos serviços da camada MTP-3, poderá, a camada MTP-3 estar apoiada na camada SAAL ou na camada MTP-2.

O formato genérico de uma mensagem de sinalização da camada B-ISUP, está mostrada na figura 4.22, a seguir [20]:

Routing Label
Message Type Code
Message Length
Message Compatibility Information
Message Content

Figura 4.22: Formato Genérico de uma Mensagem B-ISUP

Como pode ser visto na figura 4.22 acima, uma mensagem B-ISUP genérica é composta das seguintes partes:

- Routing Label: conforme especificado na recomendação Q.704 e descrito na seção 2.4.4 deste trabalho, sendo composto dos campos OPC, DPC e SLS.
- Message Type Code: campo de um octeto que contém um código que define, de maneira única, a mensagem que está sendo enviada.

⁹ Isto quando o nó precisa ler a mensagem de sinalização, pois caso não precise, ele somente processa até a camada MTP-3.

- Message Length: campo de dois octetos, que indica o comprimento da mensagem, excluindo-se os campos Routing Label, Message Type Code e Message Length. O formato do mesmo está mostrado na figura 4.23 a seguir, sendo o bit 8 do octeto 1, o mais significativo:

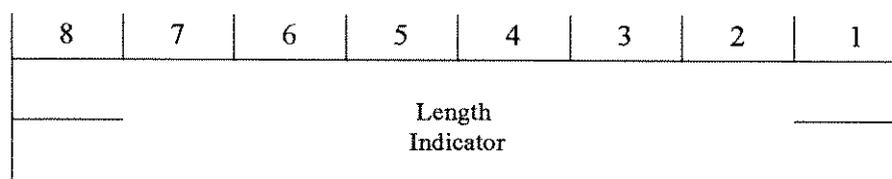


Figura 4.23: Formato do campo Message Length

- Message Compatibility Information: campo de um octeto que define como um comutador que recebeu uma mensagem deve proceder, em caso de não entendimento da mesma. Seu formato genérico está mostrado na figura 4.24, a seguir, onde nota-se que os diversos bits codificam os procedimentos a serem tomados para interfuncionamento B-ISUP/N-ISUP, quando não se conseguir propagar a mensagem, etc.:

8	7	6	5	4	3	2	1
ext	Broadband / Narrowband Interworking Indicator		Pass On Not Possible Indicator	Discard Message Indicator	Send Notificat. Indicator	Release Call Indicator	Transit at Intermed. Exchange Indicator

Figura 4.24: Formato do Message Compatibility Information na B-ISUP

- Message Content: esta parte da mensagem tem tamanho variável, e carrega o conteúdo da mensagem, sendo composta de diversos parâmetros relevantes para a mensagem em questão. Um parâmetro, por sua vez, possui o formato genérico mostrado na figura 4.25, a seguir:

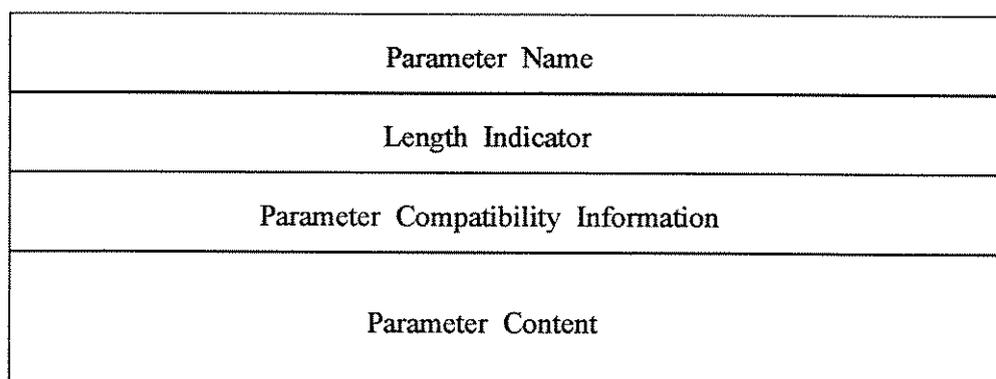


Figura 4.25: Formato genérico de um parâmetro na B-ISUP

Como pode-se ver, na figura 4.25 acima, cada parâmetro que compõe uma mensagem B-ISUP, pode ser subdividido em partes:

- Parameter Name: campo de um octeto que contém um código que define, de maneira única, o parâmetro que está sendo enviado.

- Length Indicator: campo de dois octetos que funciona de maneira análoga e tem o mesmo formato do campo Message Length (figura 4.23), porém indica o comprimento apenas do parâmetro (não da mensagem toda), excluindo-se os campos Parameter Name e Length Indicator.

- Parameter Compatibility Information: campo de dois octetos que define, como um comutador que recebeu uma dada mensagem deve proceder, em caso de não entendimento daquele parâmetro específico. Seu formato está mostrado na figura 4.26, a seguir, onde pode-se notar que os diversos bits codificam se o comutador deve comportar-se como trânsito ou como nó destino para aquele parâmetro, o interfuncionamento B-ISUP/N-ISUP, se, em caso de não entendimento deve-se descartar o parâmetro ou a mensagem toda, etc.:

8	7	6	5	4	3	2	1
ext	Pass on not Possible Indicator		Discard Parameter Indicator	Discard Message Indicator	Send Notificat. Indicator	Release Call Indicator	Transit at Intermed. Exchange Indicator
ext	Spare					Broadband / Narrowband Interworking Indicator	

Figura 4.26: Formato do Parameter Compatibility Information de um parâmetro genérico da B-ISUP

- Parameter Content: esta parte tem tamanho variável, tendo como conteúdo todas as informações pertinentes àquele parâmetro especificamente.

Vejamos, de maneira sucinta, os diversos parâmetros componentes das mensagens B-ISUP ([19], [20]), o código que os identificam no campo Parameter Name (anteriormente explicado) e as informações das quais eles são compostos:

- AAL Parameters: identificado pelo código 01000111, indica os atributos de AAL (tipo de AAL, atributos específicos daquele tipo de AAL) que estão sendo requisitados do terminal conectado ao acesso remoto, tem portanto, significado fim-a-fim. O formato genérico do Parameter Content deste parâmetro está mostrado na figura 4.27, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Reserved				
AAL - Type							
AAL - Information (dependente de AAL - Type)							

Figura 4.27: Formato de AAL Parameters

-Access Delivery Information: identificado pelo código 00101110, indica que uma Setup Indication (mensagem DSS2) foi (Access delivery indicator = 0) ou não (Access delivery indicator = 1) gerada no acesso remoto. O formato genérico do Parameter Content deste parâmetro está mostrado na figura 4.28, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare							Access Delivery Indicator

Figura 4.28: Formato do Access Delivery Information

-Additional Calling Party Number: identificado pelo código 00010000, este parâmetro é enviado para frente e consiste de um endereço pertencente a um serviço suplementar, onde uma informação adicional provida pelo usuário da parte conectada é necessário. Ele contém informações acerca do plano de numeração do endereço enviado (E.164, privado), da natureza do endereço (endereço de assinante, número nacional, número internacional), se a apresentação do mesmo é permitida ou restrita, se foi gerado pelo usuário ou pela rede, bem como os dígitos de endereço codificados em caracteres IA5¹⁰, como pode ser visto na figura 4.29, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Odd/ Even	Nature of Address Indicator						
Spare	Numbering Plan Indicator		Presentation Indicator		Screening Indicator		
2nd Address Signal				1st Address Signal			
Filler (se necessário)				nth Address Signal			

Figura 4.29: Formato do Additional Calling Party Number

- Additional Connected Number: identificado pelo código 00010001, este parâmetro é análogo e de mesmo formato do parâmetro Additional Calling Party Number, porém é enviado para trás.

- ATM Cell Rate: identificado pelo código 00001000, indica a taxa de células por segundo requerida para a conexão; o valor deste parâmetro não é alterado por nenhum comutador conforme propagado pela RDSI-FL. Pode-se ver na figura 4.30, a seguir, que este parâmetro indica a taxa em células por segundo para diversas condições (taxa de pico de células para frente com CLP=0, para trás com CLP=0, para frente com CLP=0+1 e para trás com CLP=0+1), sendo cada condição

¹⁰ Esta codificação corresponde a atribuir seqüências de 4 bits em BCD para os dígitos representados por este tipo de código.

identificada num Cell Rate Identifier e a taxa no campo Cell Rate imediatamente seguinte:

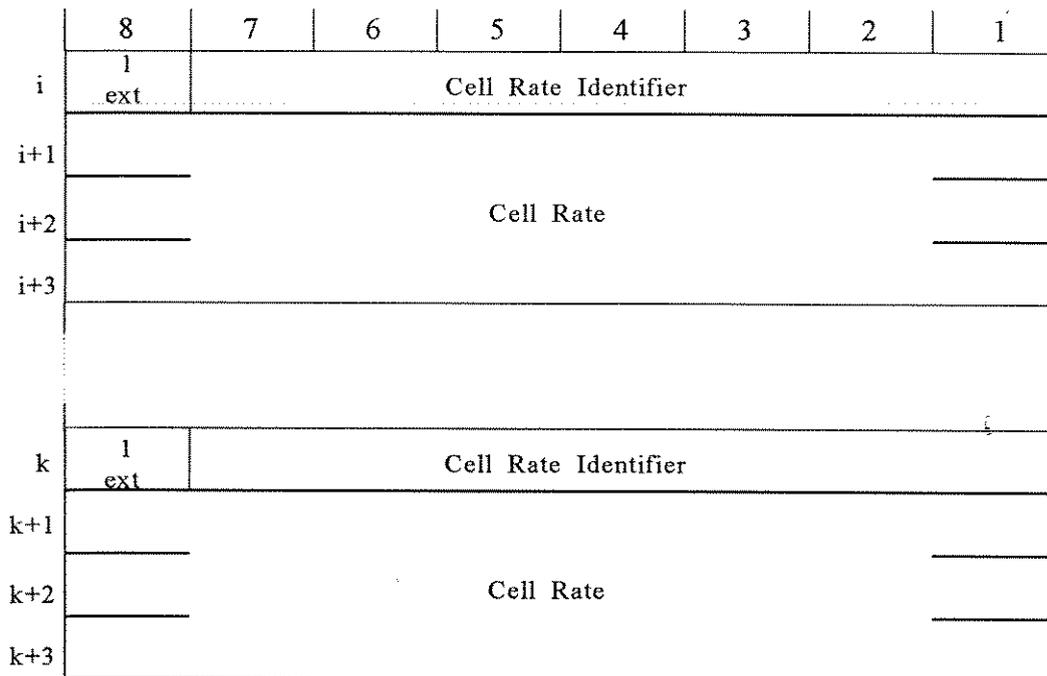


Figura 4.30: Formato do ATM Cell Rate

- Automatic Congestion Level: identificado pelo código 00100111, este parâmetro é composto de um único campo de um octeto (com o mesmo nome do parâmetro), sendo enviado ao comutador na outra ponta de uma conexão de caminho virtual, para indicar o nível de congestionamento experimentado pelo comutador que o está enviando.

- Backward Narrowband Interwork Indicator: identificado pelo código 00010100, este parâmetro é enviado para trás, para indicar capacidades de sinalização encontradas para se estabelecer a chamada, estabelecimento que deverá ocorrer também através de RDSI-FE. O formato deste parâmetro está mostrado na figura 4.31, a seguir, ele indica se o acesso remoto é RDSI ou não, se a sinalização é ISUP por toda a rota ou não, etc.:

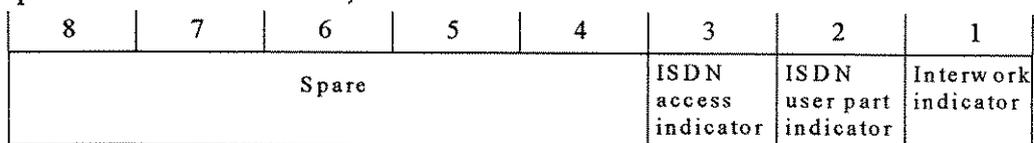


Figura 4.31: Formato do Backward Narrowband Interwork Indicator

- Broadband Bearer Capability: identificado pelo código 01000011, este parâmetro é enviado para frente, indicando que a rede deverá prover um serviço de conexão faixa larga orientado à conexão. Seu formato pode ser visto na figura 4.32, a seguir, onde pode-se notar que são discriminados, a classe da conexão (BCOB-A, BCOB-C, BCOB-X), se a configuração do usuário é ponto-a-ponto ou ponto-a-multiponto, e, somente para conexões de classe X, é que o octeto imediatamente

seguinte existirá¹¹, indicando o tipo de tráfego (CBR, VBR), e as necessidades de sincronização :

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Reserved				
0/1 ext	0	0	Bearer Class				
1 ext	0	0	Traffic Type			Timing Requirements	
1 ext	Susceptability to Clipping		0	0	0	User Plane Connection Configuration	
			Spare				

Figura 4.32: Formato do Broadband Bearer Capability

- Broadband High Layer Information: identificado pelo código 01000110, indica que protocolos / atributos devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). O formato deste parâmetro pode ser visto na figura 4.33, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Reserved				
1 ext	High Layer Information Type						
High Layer Information (até 8 octetos)							

Figura 4.33: Formato do Broadband High Layer Information

- Broadband Low Layer Information: identificado pelo código 01000100, indica que protocolos / atributos de camadas baixas devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). O formato deste parâmetro pode ser visto na figura 4.34, a seguir, onde são discriminados separadamente os protocolos / atributos de camada 1, 2 e 3:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare			Repeat Indicator	Priority			
1 ext	1	0	User Information Layer 1 Protocol				
1 ext	1	0	User Information Layer 2 Protocol				
1 ext	Informação de camada 2 dependente do protocolo especificado						
1 ext	1	1	User Information Layer 3 Protocol				
1 ext	Informação de camada 3 dependente do protocolo especificado						

Figura 4.34: Formato do Broadband Low Layer Information

¹¹ O terceiro octeto não existirá para BCOB-A ou BCOB-C.

- Call Diversion Information: identificado pelo código 00110110, é enviado para trás para indicar a razão de redirecionamento da chamada (usuário ocupado, incondicional, etc.), e a opção de notificação contratada pelo assinante redirecionador (apresentação permitida, não permitida, etc.), como pode ser visto na figura 4.35, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare	Redirect Reason				Notification Subscription Options		

Figura 4.35: Formato do Call Diversion Information

- Call Diversion May Occur: identificado pelo código 00100110, parâmetro de 1 byte, sendo os primeiros 7 bits (bits 8 a 2) reservados e o bit 1, para indicar se pode ocorrer ou não redirecionamento de chamada, o que depende da resposta obtida do assinante chamado; este parâmetro é enviado para trás.

- Call History Information: identificado pelo código 00101101, é enviado para trás para indicar o valor do atraso de propagação da chamada em ms. Este parâmetro possui 2 bytes e, a única informação que ele carrega é este valor de atraso em representação binária, sendo o bit 8 do octeto 1, o mais significativo e o bit 1, do octeto 2, o menos significativo.

- Called Party Number: identificado pelo código 00000100, é enviado para frente, identificando, de maneira única, o assinante chamado. Seu formato está mostrado na figura 4.36, a seguir, onde pode ser visto, que ele indica se a quantidade de dígitos identificadores é par ou ímpar, os dígitos identificadores, o tipo de endereço, se a chamada pode ou não ser roteada para um endereço interno à rede e o plano de numeração utilizado:

8	7	6	5	4	3	2	1
Odd/ Even	Nature of Address Indicator						
Internal Network no. ind.	Numbering Plan Indicator			Spare			
2nd Address Signal				1st Address Signal			
Filler (se necessário)				nth Address Signal			

Figura 4.36: Formato do Called Party Number

- Called Party Subaddress: identificado pelo código 00010101, é provida pelo usuário chamador, identificando um sub-endereço do usuário chamado e sendo transferida transparentemente entre os comutadores de acesso local e remoto. Na figura 4.37, a seguir, pode-se ver que são identificados, o padrão de codificação do sub-endereço, o tipo de sub-endereço e os dígitos identificadores do mesmo:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Reserved				
1 ext	Type of Subaddress			Odd/ Even	0	0	0
Spare							
Subaddress Information (até 20 octetos)							

Figura 4.37: Formato do Called Party Subaddress

- Called Party's Indicators: identificado pelo código 00010111, é enviada para trás, indicando a categoria (assinante comum, payphone) e o status (sem indicação, alertado) do assinante chamado. A figura 4.38, a seguir, mostra o formato desta mensagem:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare					Called Party's Category Indicator		Called Party Status Indicator

Figura 4.38: Formato do Called Party's Indicator

- Calling Party Number: identificado pelo código 00001010, é enviado para frente, identificando, de maneira única, o assinante chamador. Seu formato está mostrado na figura 4.39, a seguir, onde pode ser visto, que ele indica se a quantidade de dígitos identificadores é par ou ímpar, se o endereço está completo ou incompleto, os dígitos identificadores, o tipo de endereço, se o endereço foi provido pelo usuário ou pela rede e o plano de numeração utilizado:

8	7	6	5	4	3	2	1
Odd/ Even	Nature of Address Indicator						
Calling Party no. incomp. ind	Numbering Plan Indicator			Address Presentation Restricted Indicator		Screening Indicator	
2nd Address Signal				1st Address Signal			
Filler (se necessário)				nth Address Signal			

Figura 4.39: Formato do Calling Party Number

- Calling Party Subaddress: identificado pelo código 00010110, é provido pelo usuário chamador, identificando um sub-endereço de origem e sendo transferido transparentemente entre os comutadores de acesso local e remoto. Seu formato é o mesmo já mostrado na figura 4.37, onde pode-se ver que são identificados o padrão de codificação do sub-endereço, o tipo de sub-endereço e os dígitos identificadores do mesmo.

- Called Party's Category: identificado pelo código 00001001, é enviado para frente, contendo um único octeto, o qual codifica a informação de categoria do assinante chamador e, no caso de chamadas semi-automáticas, a língua a ser falada pelos operadores.

- Cause Indicator [14]: identificado pelo código 00010010, indica onde e por que uma chamada falhou ou foi terminada (falha de atribuição de VPI / VCI, indisponibilidade da taxa de células requisitada, etc.). Seu formato está mostrado na figura 4.40:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Spare	Location			
1 ext	Cause Value						
Diagnostics (if any)							

Figura 4.40: Formato do Cause Indicator

- Charge Indicator: identificado pelo código 00011001, é enviado para trás, sendo do tamanho de um octeto, onde os 7 primeiros bits (bits 8 a 2) são reservados e o bit 1 é utilizado para indicar se a chamada é ou não tarifável.

- Closed User Group Information: identificado pelo código 00011010, é enviado para frente e, como pode ser visto na figura 4.41, a seguir, ele indica se a chamada deve ser tratada como um grupo fechado de usuários com ou sem acesso sainte, os dígitos identificadores do grupo fechado de usuários em questão e o código de acesso a ser usado:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare							CUG call Indicator
1st NI Digit				2nd NI Digit			
3rd NI Digit				4th NI Digit			
Binary Code (2 octetos)							

Figura 4.41: Formato do Closed User Group Information

- Connected Line Identity Request: identificado pelo código 00011011, é enviado para frente, sendo do tamanho de um byte, onde os bits de 8 a 2 são reservados e o bit 1 serve para indicar que é requisitado que seja informado o número de assinante conectado.

- Connected Number: identificado pelo código 00100001, é enviado para trás, identificando, de maneira única, o assinante conectado. Seu formato está mostrado na figura 4.42, a seguir, onde pode ser visto, que ele indica se a quantidade de dígitos identificadores é par ou ímpar, os dígitos identificadores, o tipo de endereço, se o endereço foi provido pelo usuário ou pela rede e o plano de numeração utilizado:

8	7	6	5	4	3	2	1
Odd/ Even	Nature of Address Indicator						
Spare	Numbering Plan Indicator		Address Presentation Restricted Indicator		Screening Indicator		
2nd Address Signal				1st Address Signal			
Filler (se necessário)				nth Address Signal			

Figura 4.42: Formato do Connected Number

- Connected Subaddress: identificado pelo código 00100100, é provido pelo usuário chamado, identificando o sub-endereço à qual a chamada foi conectada que é diferente do sub-endereço requisitado através do parâmetro Called Party's Subaddress e sendo transferido transparentemente entre os comutadores de acesso remoto e local. Seu formato é o mesmo já mostrado na figura 4.37, onde pode-se ver que são identificados o padrão de codificação do sub-endereço, o tipo de sub-endereço e os dígitos identificadores do mesmo.

- Connection Element Identifier: identificado pelo código 00000110, é enviado para frente, para identificar a conexão ATM virtual (VPCI, VCI) a ser utilizada entre os comutadores em questão para aquela conexão de usuário, sendo composta de 4 bytes, onde os 2 primeiros codificam a identificação do caminho virtual a ser utilizado (VPCI) e os 2 últimos, do canal virtual a ser utilizado (VCI).

- Consistency Check Result Information: identificado pelo código 01001010, é composto de um byte sendo que os bits de 8 a 2 são reservados, e o bit 1, indica se o teste de VPCI foi realizado com sucesso ou não; este parâmetro é enviado para trás.

- Destination Signalling Identifier: identificado pelo código 00000011, este parâmetro é composto de 4 bytes, codificando, em forma binária, somente uma informação do número de identificação da associação de sinalização para o lado receptor.

- Echo Control Information: identificado pelo código 00110111, é enviada em ambos os sentidos para indicar se um dispositivo controlador de eco é requisitado para quaisquer das metades (entrante, saínte) da conexão ou para indicar se um dispositivo controlador de eco está incluído em quaisquer das metades da conexão. Seu formato está mostrado na figura 4.43, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Incoming Half Echo Control Device Request Indicator		Outgoing Half Echo Control Device Request Indicator		Incoming Half Echo Control Device Indicator		Outgoing Half Echo Control Device Indicator	

Figura 4.43: Formato do Echo Control Information

- Forward Narrowband Interwork Indicators: identificado pelo código 00011100, é enviado para frente, indicando as capacidades de sinalização encontradas através da conexão de rede, quando interoperação com RDSI-FE tiver ocorrido. O formato deste parâmetro está mostrado na figura 4.44, onde pode ser visto que o mesmo informa, se a ISUP é preferida ou necessária por toda a conexão, se o acesso origem é ou não RDSI, se a ISUP é ou não utilizada por toda a conexão, e se é utilizada Sinalização No. 7 por toda a conexão ou não:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare			ISDN User Part Preference Indicator	ISDN Access Indicator	ISDN User Part Indicator	Inter-working Indicator	

Figura 4.44: Formato do Forward Narrowband Interwork Indicators

- In-Band Information Indicator: identificado pelo código 00011111, é do tamanho de um byte, sendo que os bits de 8 a 2 são reservados e o bit 1 indica que uma determinada informação ou padrão está agora disponível.

- Location Number: identificado pelo código 00111111, é análogo ao parâmetro Calling Party Number (figura 4.39), a menos da informação Calling Party Number Incomplete Indication, que neste parâmetro não existe, porém em seu lugar existe a informação Internal Network Number Indicator; este parâmetro é enviado para indicar a localização de um usuário em termos de um endereço E.164.

- Maximum End-to-End Transit Delay: identificado pelo código 00000111, é de mesmo formato do parâmetro Call History Information, sendo enviado para frente para indicar o máximo atraso requisitado pelo usuário chamador para a conexão de caminho virtual requisitada.

- MLPP Precedence: identificado pelo código 00111010, é enviado para frente sempre que este serviço suplementar é requisitado, pode-se ver pela figura 4.45, a seguir, que este parâmetro define condições de alguns serviços suplementares (olhar à frente para tom de ocupado, etc.):

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare	Look-ahead for Busy Indicator		Spare	Precedence Level			
1st NI Digit				2nd NI Digit			
3rd NI Digit				4th NI Digit			
MLPP Service Domain (3 octetos)							

Figura 4.45: Formato do MLPP Precedence

- MLPP User Information: identificado pelo código 01001001, é enviado para trás, sendo do tamanho de um octeto, onde os bits de 8 a 2 são reservados e o bit 1 indica se o assinante chamado é ou não usuário de serviços MLPP.

- Narrowband Bearer Compatibility: identificado pelo código 00011101, é utilizado para indicar que a rede deverá prover um serviço de conexão RDSI-FE modo circuito. A figura 4.46, a seguir, mostra o formato deste parâmetro, onde são definidos os atributos / protocolos que deverão ser atendidos pela rede para o estabelecimento da conexão modo circuito:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare			Repeat Indicator	Priority			
1 ext	Coding Standard		Information Transfer Capability				
0/1 ext	Transfer Mode		Information Transfer Rate				
1 ext	Informação adicional dependente do conteúdo do byte anterior						
0/1 ext	0	1	User Information Layer 1 Protocol				
		Layer 1 id					
1 ext	Informação de camada 1 dependente do protocolo especificado						
1 ext	1	0	User Information Layer 2 Protocol				
		Layer 2 id					
1 ext	1	1	User Information Layer 3 Protocol				
		Layer 3 id					

Figura 4.46: Formato do Narrowband Bearer Capability

- Narrowband High Layer Compatibility: identificado pelo código 00110100, indica que protocolos / atributos para serviços de faixa estreita devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). O formato deste parâmetro pode ser visto na figura 4.47, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare			Repeat Indicator	Priority			
1 ext	Coding Standard		Interpretation			Presentation Method of Protocol Profile	
0/1 ext	High Layer Characteristics Identification						
1 ext	Extended High Layer Characteristics Identification						

Figura 4.47: Formato do Narrowband High Layer Compatibility

-Narrowband Low Layer Compatibility: identificado pelo código 00100101, indica que protocolos / atributos para serviços de faixa estreita devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). O formato deste parâmetro pode ser visto na figura 4.46, porém, além dos campos lá esquematizados, ele pode possuir campos opcionais de informação de protocolo de camada 2 e de camada 3.

- National / International Call Indicator: identificado pelo código 00101001, é enviado para frente, sendo composto de um octeto, os bits de 8 a 2 são

reservados e o bit 1 serve para indicar para a rede nacional de destino, se a chamada deve ser tratada como uma chamada nacional ou internacional.

- Notification: identificado pelo código 00101100, é enviado em ambos os sentidos, para prover notificação de serviço suplementar para o usuário, é composto de um octeto, sendo, o bit 8, um indicador de extensão e os bits de 7 a 1, o indicador da notificação propriamente dita.

- OAM Traffic Descriptor: identificado pelo código 01001000, indica a taxa de células por segundo requerida para tráfego OAM, na conexão virtual. A figura 4.48, mostra o formato deste parâmetro:

8	7	6	5	4	3	2	1
ext	Coding Standard		Reserved				
Shaping Indicator	End-to-End OAM Traffic Descriptor						

Figura 4.48: Formato do OAM Traffic Descriptor

- Original Called Number: identificado pelo código 00101000, é enviado para frente quando uma chamada é redirecionada, de modo a identificar, o assinante originalmente chamado. Seu formato é análogo ao parâmetro Connected Number (figura 4.42), a menos do campo Screening Indicator, que neste parâmetro não existe, sendo os bits respectivos (bits 2 e 1 do octeto 2) reservados.

- Origination ISC Point Code: identificado pelo código 00101011, é enviado na mensagem IAM de uma chamada internacional, indicando o código de ponto de sinalização do ponto de sinalização que originou a chamada; é composto de 2 octetos, sendo os bits 8 e 7 do octeto 2 reservados e os demais 14 bits, destinados ao envio do código do ponto de sinalização.

- Origination Signalling Identifier: identificado pelo código 00000010, tem a mesma função e formato do Destination Signalling Identifier, porém em relação ao lado transmissor.

- Progress Indicator: identificado pelo código 00110101, tem por finalidade descrever um evento que venha a ocorrer com uma chamada (por exemplo, endereço de destino não é RDSI), durante a duração da mesma. A figura 4.49, a seguir, mostra o formato deste parâmetro:

8	7	6	5	4	3	2	1
Spare			Repeat Indicator	Priority			
1 ext	Coding Standard		Spare	Location			
1 ext	Progress Description						

Figura 4.49: Formato do Progress Indicator

- Propagation Delay Counter: identificado pelo código 00110001, é enviado para frente para indicar o atraso de propagação de uma conexão, sendo esta informação acumulada conforme o parâmetro é transferido através da rede. Seu formato e codificação são da mesma maneira que no parâmetro Call History Information.

- Redirecting Number: identificado pelo código 00001011, é enviado para frente quando uma chamada é desviada, indicando o número da qual a chamada foi desviada. Seu formato e codificação são da mesma maneira que os do parâmetro Original Called Number.

- Redirection Information: identificado pelo código 00010011, é enviado em ambas as direções, contendo informações acerca do redirecionamento ou re-roteamento da chamada. A figura 4.50, a seguir, mostra o formato deste parâmetro, onde pode-se observar que são indicados a razão do redirecionamento, o tipo de redirecionamento e o número de vezes que aquela chamada em questão foi redirecionada:

8	7	6	5	4	3	2	1
Original Redirection Reason				Spare	Redirecting Indicator		
Redirecting Reason				Spare	Redirection Counter		

Figura 4.50: Formato do Redirection Information

- Redirection Number: identificado pelo código 00001100, é enviado para trás para indicar o número para o qual a chamada deve ser re-roteada ou para o qual foi admitida. É codificado da mesma forma que o parâmetro Called Party Number (figura 4.36).

- Redirection Number Restriction: identificado pelo código 01000000, é enviada para trás, sendo composta de um octeto, os bits de 8 a 3 são reservados e os bits 2 e 1 servem para indicar se o usuário para o qual a chamada foi desviada permite ou não que seu endereço seja conhecido.

- Resource Identifier: identificado pelo código 00111001, é enviado para frente ou para trás para identificar quais recursos serão bloqueados, desbloqueados ou resetados. A figura 4.51, mostra o formato deste parâmetro, onde são indicados o tipo de recurso (VPCI/VCI, VCI, identificador de sinalização) e um código identificador do recurso em questão:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Spare				Resource Indicator		
Resource Value (até 4 octetos)							

Figura 4.51: Formato do Resource Identifier

- Segmentation Indicator: identificado pelo código 00111110, é enviado para frente ou para trás para indicar se a mensagem atual é ou não segmentada, e que a seqüência da mesma virá em seguida, isto é feito no bit 1 do único octeto que compõe este parâmetro, os bits 8 a 2 são reservados.

- Subsequent Number: identificado pelo código 00000101, é enviado para frente caso ocorra estabelecimento de chamada com sinalização de endereço coincidente, transmitindo um ou mais endereços de assinante chamado. A figura 4.52, mostra o formato deste parâmetro:

8	7	6	5	4	3	2	1
Odd/ Even	Spare						
2nd Address Signal				1st Address Signal			
Filler (se necessário)				nth Address Signal			

Figura 4.52: Formato do Subsequent Number

- Suspend / Resume Indicators: identificado pelo código 00100010, é composto de um octeto, sendo os bits de 8 a 2 reservados e o bit 1 para indicar se o procedimento de interrupção temporária / restabelecimento da chamada foi iniciado pelo assinante ou pela rede.

- Transit Network Selection: identificado pelo código 00100011, é enviado na mensagem IAM para indicar por qual rede trânsito a chamada deve ser estabelecida. O formato deste parâmetro está mostrado na figura 4.53, a seguir, onde pode-se observar que são identificados o tipo de identificação da rede (ITU-T, nacional), o plano de identificação da rede (X.121, E.212) e a rede propriamente dita:

8	7	6	5	4	3	2	1
Odd/ Even	Type of Network Identification			Network Identification Plan			
2nd Address Signal				1st Address Signal			
Filler (se necessário)				nth Address Signal			

Figura 4.53: Formato do Transit Network Selection

- User-to-User Indicators: identificado pelo código 00101010, é enviado para indicar a requisição ou resposta acerca de serviços suplementares de sinalização usuário a usuário. Seu formato está mostrado na figura 4.54, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Network Discard Indicator	Service 3		Service 2		Service 1		Type

Figura 4.54: Formato do User-to-User Indicators

- User-to-User Information: identificado pelo código 00100000, carrega informações dos usuários, transferidas transparentemente através da rede. A figura 4.55 mostra o formato deste parâmetro, onde são informados o tipo de codificação utilizada pelo usuário e se a informação continua num próximo parâmetro do mesmo tipo ou não:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Spare					More Data	
1 ext	Coding Standard		Reserved				
User-to-User Information							

Figura 4.55: Formato do User-to-User Information

Como vimos, os parâmetros acima correspondem ao conteúdo das diversas mensagens, sendo portanto, os elementos componentes da parte Message Content (figura 4.22) de uma mensagem B-ISUP genérica. Vejamos, agora, de maneira sucinta as mensagens B-ISUP e como cada uma é identificada no campo Message Type Code (mostrado na figura 4.22 e explicado anteriormente):

- Address Complete (ACM): identificada pelo código 00000110, é enviada para trás, indicando que todos os sinais de endereço necessários para encaminhar a chamada foram enviados. Ela é composta dos parâmetros: Access Delivery Information, Backward Narrowband Interworking Indicator, Call Diversion Information, Call Diversion May Occur, Called Party's Indicator, Cause Indicators, Charge Indicator, Destination Signalling Identifier, Echo Control Information, In-Band Information Indicator, MLPP User Information, Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility, Notification (este parâmetro pode ocorrer repetidamente), Progress Indicator, Redirection Number, Redirection Number Restriction, Segmentation Indicator (uso nacional), User-to-User Indicators, User-to-User Information.

- Answer (ANM): identificada pelo código 00001001, é enviada para trás, indicando que todos os sinais de endereço necessários para encaminhar a chamada foram recebidos e a chamada foi respondida. Em chamadas semi-automáticas esta

mensagem tem a função de supervisão e, em chamadas automáticas ela é usada em conjunto com informações de bilhetagem. Ela é composta dos parâmetros: AAL Parameters, Access Delivery Information, Additional Connected Number, Backward Narrowband Interworking Indicator, Broadband Low Layer Information, Call History Information, Charge Indicator, Connected Number, Connected Subaddress, Destination Signalling Identifier, Echo Control Information, In-Band Information Indicator, Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility, Narrowband Low Layer Compatibility, Notification (este parâmetro pode ocorrer repetidamente), Progress Indicator, Redirection Number Restriction, Segmentation Indicator (uso nacional), User-to-User Indicators, User-to-User Information.

- Call Progress (CPG): identificada pelo código 00101100, esta mensagem pode ser enviada em quaisquer das direções durante o estabelecimento ou duração de uma chamada, indicando que um evento, significativo para qualquer um dos acessos ocorreu. Ela é composta dos parâmetros: Backward Narrowband Interworking Indicator, Call Diversion Information, Call Diversion May Occur, Called Party's Indicator, Cause Indicators, Charge Indicator, Destination Signalling Identifier, In-Band Information Indicator, Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility, Notification (este parâmetro pode ocorrer repetidamente), Progress Indicator, Redirection Number, Redirection Number Restriction, Segmentation Indicator (uso nacional), User-to-User Indicators, User-to-User Information.

- Confusion (CFN): identificada pelo código 00101111, esta mensagem é enviada em resposta a qualquer mensagem, caso um comutador não reconheça uma mensagem recebida ou detecte que não consegue reconhecer uma parte da mensagem, pedindo, deste modo, notificação. Ela é composta dos parâmetros: Cause Indicators, Destination Signalling Identifier.

- Initial Address Message: identificada pelo código 00000001, mensagem enviada para frente para requisitar o estabelecimento de uma chamada, ela inicia o dimensionamento de um canal virtual de saída e transmite informações de roteamento e manipulação da chamada, nos seguintes parâmetros: AAL Parameters, Additional Calling Party Number, ATM Cell Rate, Broadband Bearer Capability, Broadband High Layer Information, Broadband Low Layer Information, Called Party Number, Called Party Subaddress, Calling Party Number, Calling Party Subaddress, Calling Party's Category, Closed User Group Information, Connected Line ID Request, Connection Element Identifier, Echo Control Information, Forward Narrowband Interwork Indicator, Location Number, Maximum End-to-End Transit Delay, MLPP Precedence, Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility, Narrowband Low Layer Compatibility, Notification (este parâmetro pode ocorrer repetidamente), OAM Traffic Descriptor, Original Called Number, Origination ISC Point Code, Origination Signalling Identifier, Progress Indicator, Propagation Delay Counter, Redirecting Number, Redirection Information, Segmentation Indicator (uso nacional), Transit Network Selection (uso nacional), User-to-User Indicators, User-to-User Information.

- Release (REL): identificada pelo código 00001100, mensagem enviada em ambas as direções, indicando que a chamada está sendo liberada devido à causa informada, podendo os recursos de rede serem utilizados para outra chamada quando da recepção de RLC. Ela é composta dos parâmetros: Access Delivery Information, Automatic Congestion Level, Cause Indicators, Destination Signalling Identifier, Notification (este parâmetro pode ocorrer repetidamente), Progress Indicator, Redirection Information (uso nacional), Redirection Number (uso nacional), Redirection Number Restriction, Segmentation Indicator (uso nacional), User-to-User Indicators, User-to-User Information.

- Release Complete (RLC): identificada pelo código 00010000, mensagem enviada em ambas as direções em resposta à REL, quando ocorre a liberação dos recursos de rede para serem utilizados por outra chamada. Ela é composta dos parâmetros: Cause Indicators e Destination Signalling Identifier.

- Subsequent Address Message (SAM): identificada pelo código 00000010, mensagem que pode ser enviada para frente seguidamente à IAM, para enviar informações adicionais do número do assinante chamado, sendo composta dos parâmetros: Destination Signalling Identifier e Subsequent Number.

- User-to-User Information (USR): identificada pelo código 00101101, mensagem utilizada para o transporte de sinalização usuário-a-usuário, independentemente das mensagens de controle de chamada. Ela é composta dos parâmetros: Destination Signalling Identifier, User-to-User Indicators, User-to-User Information.

- Forward Transfer (FOT): identificada pelo código 00001000, mensagem enviada para frente em chamadas internacionais semi-automáticas, indicando que o operador de um comutador de saída de uma rede precisa, para estabelecer uma chamada, de auxílio do operador de entrada da outra rede. Ela é composta do parâmetro: Destination Signalling Identifier.

- Suspend (SUS): identificada pelo código 00001101, é enviada em ambas as direções para indicar que um dos acessos (chamador ou chamado), desconectou-se temporariamente; ela é composta dos parâmetros: Destination Signalling Identifier e Suspend / Resume Indicators.

- Resume (RES): identificada pelo código 00001110, é enviada em ambas as direções para indicar que um dos acessos (chamador ou chamado), após desconectar-se temporariamente, reconectou; ela é composta dos parâmetros: Destination Signalling Identifier e Suspend / Resume Indicators.

- Blocking (BLO): identificada pelo código 00010011, é enviada para o comutador na outra ponta de uma conexão de caminho virtual, por motivos de manutenção, para indicar ao receptor desta mensagem que ele deverá bloquear o envio de chamadas por aquele recurso, mas deverá continuar podendo receber chamadas pelo

mesmo recurso. Ela é composta dos parâmetros: Origination Signalling Identifier e Resource Identifier.

- Unblocking (UBL): identificada pelo código 00010100, é enviada para o comutador na outra ponta de uma conexão de caminho virtual, por motivos de manutenção, para indicar ao receptor desta mensagem que ele deverá desbloquear o que foi bloqueado pela mensagem BLO. Ela é composta dos parâmetros: Origination Signalling Identifier e Resource Identifier.

- Reset Message (RSM): identificada pelo código 00010010, é enviada para liberar um recurso, quando da ocorrência de uma condição anormal. Ela é composta dos parâmetros: Origination Signalling Identifier e Resource Identifier.

- Blocking Acknowledgement (BLA): identificada pelo código 00010101, é enviada em confirmação à mensagem BLO. Ela é composta do parâmetro Destination Signalling Identifier.

- Unblocking Acknowledgement (UBA): identificada pelo código 00010110, é enviada em confirmação à mensagem UBL. Ela é composta do parâmetro Destination Signalling Identifier.

- Reset Acknowledgement (RAM): identificada pelo código 00001111, é enviada em confirmação à mensagem RSM. Ela é composta do parâmetro Destination Signalling Identifier.

- User Part Test (UPT): identificada pelo código 00110100, é enviada em ambas as direções para testar o status de um subsistema de usuário, marcado como indisponível para um ponto de sinalização. Ela é composta do parâmetro Origination Signalling Identifier.

- User Part Available (UPA): identificada pelo código 00110101, é enviada em ambas as direções, em resposta à mensagem UPT, indicando que o subsistema de usuário, está disponível naquele ponto de sinalização. Ela é composta do parâmetro Destination Signalling Identifier.

- Network Resource Management (NRM): identificada pelo código 00110010, é enviada através de um caminho estabelecido em qualquer direção e em qualquer fase da chamada, para modificar recursos de rede associados à chamada. Ela é composta dos parâmetros: Destination Signalling Identifier, Echo Control Information.

- Segmentation (SGM): identificada pelo código 00111000, é enviada em ambas as direções para transmitir um segmento adicional de uma mensagem que tenha sido segmentada. Esta mensagem é de uso nacional somente, e é composta dos

parâmetros: Additional Calling Party Number, Additional Connected Number, Broadband High Layer Information, Broadband Low Layer Information, Called Party Subaddress, Calling Party Subaddress, Connected Subaddress, Destination Signalling Identifier, Narrowband High Layer Compatibility, Narrowband Low Layer Compatibility, Notification (este parâmetro pode ocorrer repetidamente), Progress Indicator, User-to-User Information.

- IAM Acknowledgement (IAA): identificada pelo código 00001010, é enviada para trás, em confirmação à mensagem IAM. Ela é composta dos parâmetros: Connection Element Identifier, Destination Signalling Identifier, Origination Signalling Identifier.

- IAM Reject (IAR): identificada pelo código 00001011, é enviada para trás, para indicar recusa do estabelecimento de chamada, devido à indisponibilidade de algum recurso. Ela é composta dos parâmetros: Automatic Congestion Level, Cause Indicators, Destination Signalling Identifier.

- Consistency Check Request (CCR): identificada pelo código 00000101, é enviada para o comutador na outra ponta de uma conexão de caminho virtual, por motivos de manutenção, para verificar a alocação correta e consistente de um VPCI para um caminho virtual. Ela é composta dos parâmetros: Origination Signalling Identifier, Resource Identifier.

- Consistency Check Request Acknowledgement (CCRA): identificada pelo código 00010001, é enviada em confirmação à mensagem CCR. Ela é composta dos parâmetros: Destination Signalling Identifier, Origination Signalling Identifier.

- Consistency Check End (CCE): identificada pelo código 00010111, é enviada para o comutador na outra ponta de uma conexão de caminho virtual, por motivos de manutenção, para encerrar o teste iniciado pela mensagem CCR. Ela é composta do parâmetro Destination Signalling Identifier.

- Consistency Check End Acknowledgement (CCEA): identificada pelo código 00011000, é enviada em confirmação à mensagem CCE, indicando o resultado do teste realizado. Ela é composta dos parâmetros: Destination Signalling Identifier, Consistency Check Result Information.

Foram mostrados acima, os parâmetros e mensagens que compõem o B-ISUP, sendo que, exemplos de utilização dos mesmos serão mostrados após a completa explicação da sinalização na RDSI-Faixa Larga.

4.4 - O PROTOCOLO DE SINALIZAÇÃO DE ACESSO NA RDSI-FL

O protocolo de sinalização de acesso na RDSI-FL¹², é dividido em camadas, conforme mostrado na figura 4.56, a seguir:

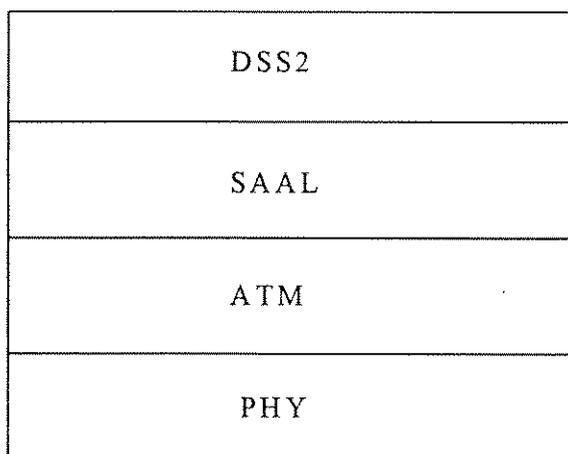


Figura 4.56: O Protocolo de Sinalização de Acesso na RDSI-FL

As camadas PHY, ATM e parte da camada SAAL (mais especificamente, a AAL - Parte Comum) são camadas existentes no plano de usuário, que prestam serviços para o plano de controle.

A outra parte da camada SAAL (AAL - Subcamada de Convergência Específica do Serviço), é responsável por realizar funções de adaptação específicas (outros procedimentos de camada 2), necessárias para que a troca de mensagens de sinalização possa ocorrer baseada em células ATM. Ela é similar à camada SAAL representada na figura 4.3 e explicada na seção 4.3.2, sendo composta do SSCOP e SSCF; o SSCOP é exatamente o mesmo explicado na seção 4.3.2.1 e, o SSCF¹³ é diferente, pois realiza um mapeamento de primitivas originadas no DSS2 (figura 4.56), e não mais de primitivas originadas no MTP-3 (figura 4.2).

Pode-se notar que, no acesso, não existe protocolo de roteamento (como é o caso do MTP-3, internamente à rede). Isto ocorre porque não existe roteamento de mensagens no acesso, pois as mensagens sempre são trocadas entre um equipamento de usuário e a porta (interface de acesso) ao qual o mesmo está conectado; isto não deixa de ser válido mesmo para interface usuário-rede em configuração multiponto.

Desta maneira, o protocolo DSS2 (Digital Subscriber Signalling no. 2) pode utilizar-se diretamente dos serviços da camada SAAL; passemos então a um estudo mais detalhado do DSS2:

¹² Ou seja, o protocolo de sinalização entre o equipamento de usuário e o comutador local da RDSI-FL.

¹³ Não é objetivo deste trabalho um estudo do SSCF, razão pela qual ele não será abordado.

4.4.1 - PROTOCOLO DE SINALIZAÇÃO DE ACESSO DSS2

Como os demais protocolos de sinalização, o DSS2 é também composto de mensagens de sinalização, as quais seguem o formato genérico mostrado na figura 4.57 [22], a seguir:

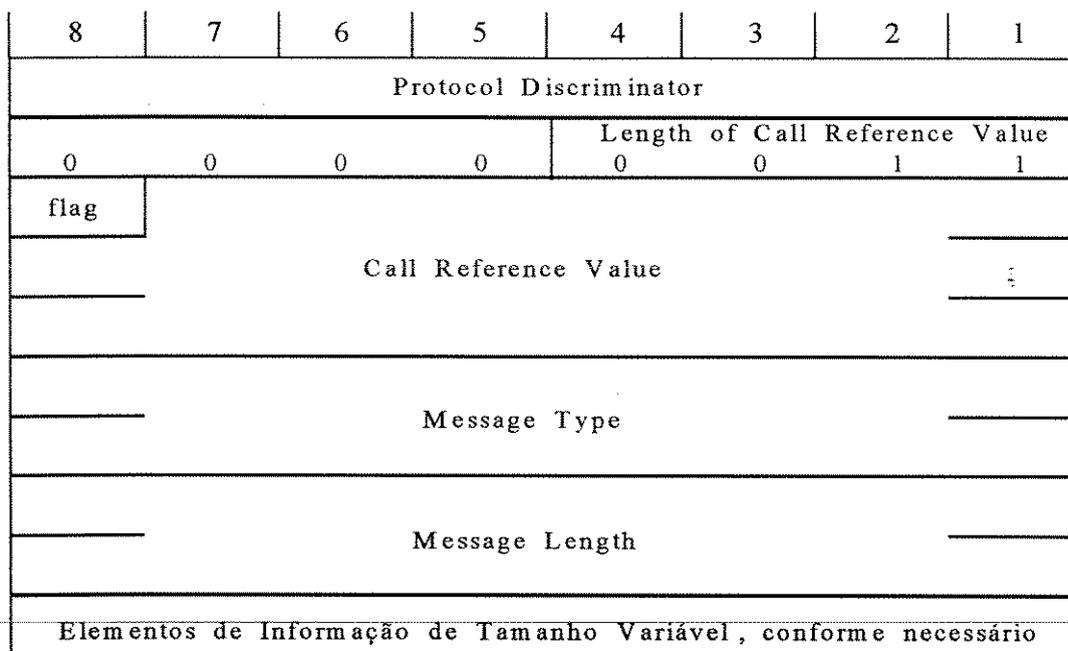


Figura 4.57: Formato Genérico de uma Mensagem DSS2

Vê-se, pela figura acima, que uma mensagem DSS2, consiste das seguintes partes:

- Protocol Discriminator: corresponde a um campo de um octeto, que tem por propósito identificar qual o protocolo que está sendo usado e, no caso do protocolo DSS2, ele identifica também se o que está trafegando é uma mensagem de controle de chamada usuário-rede ou uma outra mensagem (a ser definido). Para identificar mensagens de controle de chamada do protocolo DSS2, este campo possui hoje o valor 00001001.

- Length of Call Reference Value: são 4 bits que indicam o comprimento, em octetos, da parte Call Reference Value.

- Call Reference Value: nesta parte é atribuído um número de identificação local a cada chamada propagada pelo canal virtual de sinalização, e o flag indica se a chamada foi originada pela rede ou pelo usuário, neste acesso. Os valores de Call Reference com todos os bits igual a zero e com todos os bits igual a 1 são reservados, respectivamente, para Global Call Reference e Dummy Call Reference.

- Message Type: esta parte é composta de dois octetos, o primeiro identifica a mensagem DSS2 (Setup, Connect, etc.) ou escape para mensagens nacionais específicas ou ainda, um mecanismo de extensão para outras mensagens, o segundo

indica como o receptor da mensagem deve proceder, caso não a reconheça. O formato desta parte está mostrado na figura 4.58, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1	
Message Type								
1 ext	0 Spare		Flag	0 Spare		0 Spare		Message Action Indicator

Figura 4.58: Formato Genérico do Message Type

- Message Length: corresponde a um campo de dois octetos que codifica, em forma binária, o número de octetos existentes na parte variável da mensagem, que será explicada a seguir:

A parte variável da mensagem é composta de elementos de informação, os quais indicam os procedimentos a serem tomados por quem está recebendo a mensagem. Estes elementos de informação podem ocorrer repetidamente em uma mensagem, segundo regras estabelecidas, eles têm o formato genérico mostrado na figura 4.59, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Information Element Identifier							
1 ext	Coding Standard		IE Instruction Field			IE Action Indicator	
			Flag	Reserved			
Length of Contents of Information Element							
Contents of Information Element (vários octetos)							

Figura 4.59: Formato Genérico de um Elemento de Informação DSS2

- Information Element Identifier: esta parte corresponde a um campo de um octeto, sendo usada para identificar o elemento de informação em questão (ATM Traffic Descriptor, AAL Parameter, etc.). O código 11111111 corresponde a um mecanismo de extensão, que permite que mais elementos de informação possam ser identificados, pois ele muda o formato genérico do elemento de informação para o mostrado na figura 4.60, a seguir, onde a parte Information Element Identifier passa a ter dois octetos, estando localizada nos octetos 5 e 6 do elemento de informação. É importante frisar que, apesar da alteração de formato, as diversas partes continuam tendo exatamente as mesmas funções aqui descritas:

8	7	6	5	4	3	2	1
Escape for Extension							
1 ext	Coding Standard		IE Instruction Field Flag Reserved		IE Action Indicator		
Length of Contents of Information Element							
Information Element Identifier							
Contents of Information Element (vários octetos)							

Figura 4.60: Formato Genérico de um Elemento de Informação DSS2, que se utilize de mecanismo de extensão

- Information Element Action Indicator: corresponde ao segundo octeto do elemento de informação, indica como o receptor do elemento de informação deve proceder, caso não o reconheça (se deve ignorá-lo, descartá-lo, descartar toda a mensagem, finalizar a chamada, etc.).

- Length of Contents of Information Element: campo de dois octetos que indica, em codificação binária, o número de octetos da parte Contents of Information Element.

- Contents of Information Element: correspondem às informações propriamente ditas que indicam todas as ações que devem ser tomadas por quem as estão recebendo.

A seguir, serão mostrados os diversos elementos de informação até hoje existentes [22], bem como sua identificação no campo Information Element Identifier, bem como figuras mostrando o conteúdo da parte Contents of Information Element, destes elementos de informação:

- Broadband Locking Shift (01100000¹⁴): este elemento tem por finalidade, mudar o significado do código do campo Information Element Identifier, a partir do próximo elemento de informação componente da mensagem em questão. O primeiro elemento de informação enviado numa mensagem é interpretado como sendo do codeset 0, ou seja, neste codeset, por exemplo, o código 01011001 corresponde ao elemento de informação ATM Traffic Descriptor, em outro codeset, este código corresponderá a outro elemento de informação; é importante frisar que este elemento de informação sempre requer que a mudança de interpretação seja de um dado codeset para outro maior, a partir do elemento de informação seguinte a ele; os codeset's são em número de 8, sendo que, o codeset 0 corresponde ao

¹⁴ Este código, para todos os elementos de informação aqui mencionados é um dos códigos estabelecidos conforme a codificação no Codeset 0.

atualmente usado pelo ITU-T, os codeset's 1 a 3 são para uso futuro do ITU-T, o codeset 4 é reservado para uso futuro da ISO/IEC, o codeset 5, é para uso nacional, o codeset 6, para uso local e o codeset 7 é para uso do usuário. A figura 4.61 identifica o conteúdo do elemento de informação Broadband-Locking Shift, sendo que, o novo codeset a ser assumido, é identificado em forma binária:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	0	0	0	0	New Codeset Identification		
Spare							

Figura 4.61: Formato do conteúdo de Broadband-Locking Shift

- Broadband-Non-Locking Shift (01100001): análogo ao elemento de informação anterior, porém a mudança de codeset indicada é apenas para o elemento de informação imediatamente seguinte a este, podendo ser para um codeset maior ou menor que o atualmente vigente; o conteúdo deste elemento de informação está mostrado na figura 4.62:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	0	0	0	0	Temporary Codeset Identification		
Spare							

Figura 4.62: Formato do conteúdo de Broadband-Non-Locking Shift

- AAL Parameters (01011000): indica os atributos de AAL (tipo de AAL, atributos específicos daquele tipo de AAL) que estão sendo requisitados do terminal conectado ao acesso remoto, tem portanto, significado fim-a-fim. O formato genérico do conteúdo deste elemento de informação está mostrado na figura 4.63, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
A A L - T y p e							
A A L - I n f o r m a t i o n (d e p e n d e n t e d e A A L - T y p e)							

Figura 4.63: Formato do conteúdo de AAL Parameters

- ATM Traffic Descriptor (01011001): especifica uma série de parâmetros de tráfego que juntos compõem uma capacidade de controle de tráfego. Os valores especificados neste elemento de informação correspondem aos valores de transferência de informação somente para o plano de usuário, caso não haja o elemento de informação OAM Traffic Descriptor na mesma mensagem, caso contrário, ele corresponde a soma das taxas de transferência de informação do plano de usuário e de células de OAM F5 fim-a-fim. Em ambos os casos, as taxas são especificadas por sentido de transmissão, e para as células mais prioritárias (com CLP=0), bem como para o total de células (com CLP=0 ou CLP=1), conforme pode ser visto na figura 4.64:

8	7	6	5	4	3	2	1
Forward Peak Cell Rate Id. (for CLP = 0)							
1	0	0	0	0	0	1	0
Forward Peak Cell Rate (for CLP = 0) (3 octetos)							
Backward Peak Cell Rate Id. (for CLP = 0)							
1	0	0	0	0	0	1	1
Backward Peak Cell Rate (for CLP = 0) (3 octetos)							
Forward Peak Cell Rate Id. (for CLP = 0+1)							
1	0	0	0	0	1	0	0
Forward Peak Cell Rate (for CLP = 0+1) (3 octetos)							
Backward Peak Cell Rate Id. (for CLP = 0+1)							
1	0	0	0	0	1	0	1
Backward Peak Cell Rate (for CLP = 0+1) (3 octetos)							

Figura 4.64: Formato do conteúdo de ATM Traffic Descriptor

- Broadband Bearer Capability (01011110): indica que a rede deverá prover um serviço de conexão faixa larga orientado à conexão. Seu formato pode ser visto na figura 4.65, a seguir, onde pode-se notar que são discriminados, a classe da conexão (BCOB-A, BCOB-C, BCOB-X), se a configuração do usuário é ponto-a-ponto ou ponto-a-multiponto, e, somente para conexões de classe X, é que o octeto imediatamente seguinte existirá¹⁵, indicando o tipo de tráfego (CBR, VBR), e as necessidades de sincronização:

8	7	6	5	4	3	2	1
0/1 ext	0	0	Bearer Class				
1 ext	0	0	Traffic Type			Timing Requirements	
1 ext	Susceptability to Clipping		0	0	0	User Plane Connection Configuration	

Figura 4.65: Formato do conteúdo de Broadband Bearer Capability

- Broadband High Layer Information (01011101): indica que protocolos / atributos devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). Seu formato pode ser visto na figura 4.66, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	High Layer Information Type						
High Layer Information (até 8 octetos)							

Figura 4.66: Formato do conteúdo de Broadband High Layer Information

¹⁵ O terceiro octeto não existirá para BCOB-A ou BCOB-C.

- Broadband Low Layer Information (01011111): indica que protocolos / atributos de camadas baixas devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). Seu formato pode ser visto na figura 4.67, a seguir, onde são discriminados separadamente os protocolos / atributos de camada 1, 2 e 3:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	1	0	User Information Layer 1 Protocol				
1 ext	1	0	User Information Layer 2 Protocol				
1 ext	Informação de camada 2 dependente do protocolo especificado						
1 ext	1	1	User Information Layer 3 Protocol				
1 ext	Informação de camada 3 dependente do protocolo especificado						

Figura 4.67: Formato do conteúdo de Broadband Low Layer Information

- Call State (00010100): descreve o status corrente (ativa, presente, entregue, recebida) de uma chamada / conexão. O formato do conteúdo deste elemento de informação pode ser visto na figura 4.68, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
0 ext	0	Call State Value / Global Interface State Value					

Figura 4.68: Formato do conteúdo de Call State

- Called Party Number (01110000): identifica o número do assinante chamado, tendo o formato mostrado na figura 4.69, a seguir, onde deve-se observar que, caso os dígitos que identificam o endereço sejam codificados em IA5, o bit 8 do segundo octeto representado na figura terá valor zero, já caso sejam codificados em ISO NSAP, este bit será utilizado na codificação:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Type of Number			Addressing / Numbering Plan Identification			
0	Address / Number Digits ou ISO NSAP Address Octets (vários octets)						

Figura 4.69: Formato do conteúdo de Called Party Address

- Called Party Subaddress (01110001): identifica o sub-endereço que está sendo chamado, conforme mostrado na figura 4.70:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Type of Subaddress			Odd / Even	0	0	0
Subaddress Information							

Figura 4.70: Formato do conteúdo de Called Party Subaddress

- Calling Party Number (01101100): identifica o endereço do assinante chamador, em IA5 ou ISO NSAP, da mesma forma que para o Called Party Number. Seu formato está mostrado na figura 4.71, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
0/1 ext	Type of Number			Addressing / Numbering Plan Identification			
1 ext	Presentation Indicator		0	0	0	Screening Indicator	
0	Address / Number Digits ou ISO NSAP Address Octets (vários octetos)						

Figura 4.71: Formato do conteúdo de Calling Party Number

- Calling Party Subaddress (01101101): identifica o sub-endereço chamador, da mesma forma que na figura 4.70.

- Cause (00001000): identifica [14] a causa de um erro. Seu formato está mostrado na figura 4.72, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	0	0	0	Location			
1 ext	Spare			Cause Value			
Diagnostics (se houver)							

Figura 4.72: Formato do conteúdo de Cause

- Connection Identifier (01011010): identifica o VPCI e o VCI que serão utilizados naquela interface, para o estabelecimento da conexão de usuário, sendo conforme a figura 4.73, onde também é identificado se o VCI será estabelecido no mesmo VPI aonde está o VCI de sinalização ou em qualquer outro VPI, conforme indicado:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	0	0	VP - Associated Signalling		Preferred / Exclusive		
Virtual Path Connection Identifier (VPCI)							
Virtual Channel Identifier (VCI)							

Figura 4.73: Formato do conteúdo de Connection Identifier

- End-to-End Transit Delay (01000010): indica o máximo atraso fim-a-fim aceitável pela chamada e o atraso de trânsito real acumulado experimentado por uma conexão de canal virtual. Seu formato está mostrado na figura 4.74, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Cumulative Transit Delay Identifier							
0	0	0	0	0	0	0	1
Cumulative Transit Delay Value (2 octetos)							
Maximum End-to-End Transit Delay Identifier							
0	0	0	0	0	0	1	1
Maximum End-to-End Transit Delay Value (2 octetos)							

Figura 4.74: Formato do conteúdo de End-to-End Transit Delay

- Quality of Service (01011100): servirá para indicar a QOS requerida, hoje não é suportado (somente indica QOS não especificada).

- Broadband Repeat Indicator (01100011): indica como elementos de informação repetidos numa mesma mensagem devem ser interpretados, devendo ser incluído antes da ocorrência de qualquer repetição de elemento de informação na mensagem, sendo seu formato conforme mostrado na figura 4.75:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	0	0	0	BB - Repeat Indication			
Spare							

Figura 4.75: Formato do conteúdo de Broadband Repeat Indicator

- Restart Indicator (01111001): identifica a facilidade a ser reinicializada, tendo o formato mostrado na figura 4.76:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	0	0	0	0	Class		
Spare							

Figura 4.76: Formato do conteúdo de Restart Indicator

- Broadband-Sending Complete (01100010): indica, sendo seu uso opcional, que está completo o envio de todos os dígitos do número de assinante chamado, conforme mostrado na figura 4.77, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Broadband - Sending Complete Indication						
0		1	0	0	0	0	1

Figura 4.77: Formato do conteúdo de Broadband-Sending Complete

- Transit Network Selection (01111000): indica qual a rede trânsito que a mensagem deve atravessar. Caso ocorra repetidamente na mensagem, indica uma seqüência de redes trânsito pelas quais a mensagem irá atravessar. O formato do conteúdo deste elemento está mostrado na figura 4.78, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Type of Network Identification			Network Identification Plan			
0	Network Identification						

Figura 4.78: Formato do conteúdo de Transit Network Selection

- Notification Indicator (00100111): notifica o usuário remoto acerca de uma chamada suspensa ou retomada, seu conteúdo é de um byte, onde o código 0000000 indica chamada suspensa e o código 0000001 indica chamada retomada.

- OAM Traffic Descriptor (01011011): indica a presença e a taxa de células de OAM F5 fim-a-fim a ser utilizada para aquela conexão virtual, sendo seu formato representado na figura 4.79, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Shaping Indicator	End-to-End OAM Traffic Descriptor						

Figura 4.79: Formato do conteúdo de OAM Traffic Descriptor

- Narrowband Bearer Capability (01000100): é utilizado para indicar que a rede deverá prover um serviço de conexão RDSI-FE modo circuito. A figura 4.80, a seguir, mostra o formato do conteúdo deste elemento de informação, onde são definidos os atributos / protocolos que deverão ser atendidos pela rede para o estabelecimento da conexão modo circuito:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Information Transfer Capability				
0/1 ext	Transfer Mode		Information Transfer Rate				
1 ext	Informação adicional dependente do conteúdo do byte anterior						
0/1 ext	0	1	User Information Layer 1 Protocol				
	Layer 1 id						
1 ext	Informação de camada 1 dependente do protocolo especificado						
1 ext	1	0	User Information Layer 2 Protocol				
	Layer 2 id						
1 ext	1	1	User Information Layer 3 Protocol				
	Layer 3 id						

Figura 4.80: Formato do conteúdo de Narrowband Bearer Capability

- Narrowband High Layer Compatibility (01111101): indica que protocolos / atributos para serviços de faixa estreita devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). O formato do conteúdo deste elemento de informação pode ser visto na figura 4.81, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Interpretation			Presentation Method of Protocol Profile	
0/1 ext	High Layer Characteristics Identification						
1 ext	Extended High Layer Characteristics Identification						

Figura 4.81: Formato do conteúdo de Narrowband High Layer Compatibility

-Narrowband Low Layer Compatibility (01111100): indica que protocolos / atributos para serviços de faixa estreita devem existir na entidade remota endereçada (usuário remoto, unidade de interfuncionamento, etc.). O formato do conteúdo deste elemento de informação pode ser visto na figura 4.80, porém, além dos campos lá esquematizados, ele pode possuir campos opcionais de informação de protocolo de camada 2 e de camada 3.

- Progress Indicator (00011110): tem por finalidade descrever um evento que venha a ocorrer com uma chamada (por exemplo, endereço de destino não é RDSI), durante a duração da mesma. A figura 4.82, a seguir, mostra o formato do conteúdo deste elemento de informação:

8	7	6	5	4	3	2	1
1 ext	Coding Standard		Spare			Location	
1 ext	Progress Description						

Figura 4.82: Formato do conteúdo de Progress Indicator

- Connected Number (01001100): serve para indicar [23] qual é o número de destino ao qual a chamada se conectou, que pode ser diferente do número chamado, devido, por exemplo, a redirecionamento. Este elemento de informação tem o mesmo formato de conteúdo já mostrado na figura 4.71.

- Connected Subaddress (01001101): serve para indicar [23] qual é o sub-endereço de destino ao qual a chamada se conectou, que pode ser diferente do sub-endereço chamado, devido, por exemplo, a redirecionamento. Este elemento de informação tem o mesmo formato de conteúdo já mostrado na figura 4.70.

- Call Identity (00010000): serve para identificar uma chamada suspensa, tendo o formato mostrado na figura 4.83, a seguir:

8	7	6	5	4	3	2	1
Call Identity (codificado em padrão de bits , por exemplo IA5)							

Figura 4.83: Formato do conteúdo de Call Identity

- User-User (01111110): usado para transportar [24] informações entre usuários da RDSI-FL, tendo o formato mostrado na figura 4.84, a seguir:

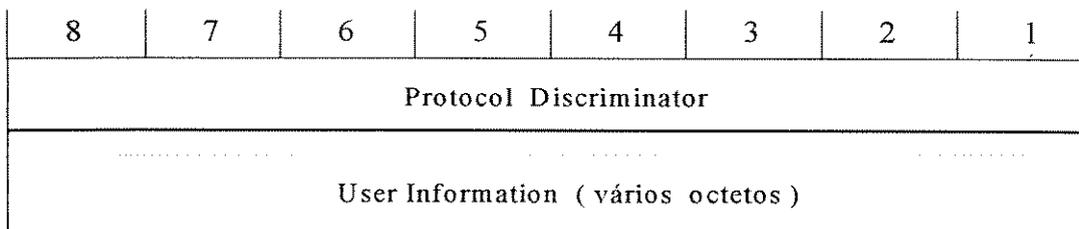


Figura 4.84: Formato do conteúdo de User-User

A seguir, identificaremos dois elementos de informação que somente são utilizados caso a conexão seja ponto a multiponto [25]:

- Endpoint Reference (01010100): identifica, de maneira individual, cada um dos pontos finais chamados numa conexão ponto a multiponto, onde existe um único elemento chamador, mas vários elementos chamados. Ele possui o formato de seu conteúdo conforme mostrado na figura 4.85, a seguir:

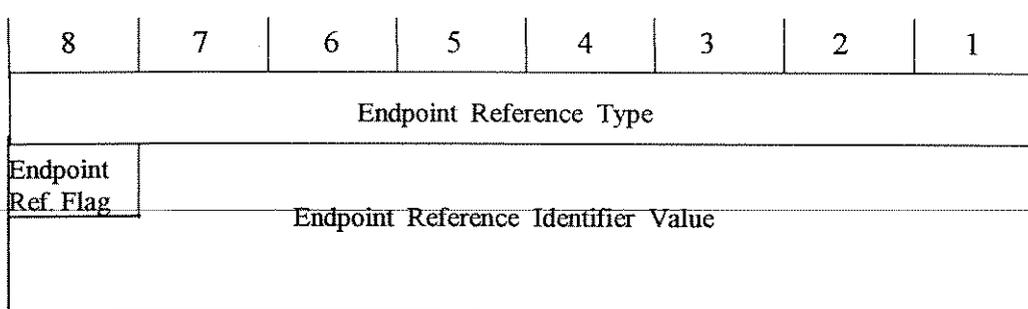


Figura 4.85: Formato do conteúdo de Endpoint Reference

- Endpoint State (01010101): indica o estado de um ponto final (elemento) individual, envolvido numa conexão ponto a multiponto. Ele possui o formato de seu conteúdo conforme mostrado na figura 4.86, a seguir:

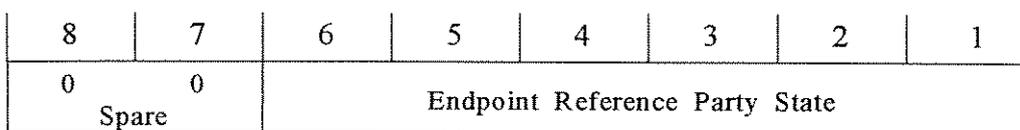


Figura 4.86: Formato do conteúdo de Endpoint State

Como vimos, os elementos de informação acima correspondem ao conteúdo das diversas mensagens, sendo portanto, os elementos componentes da parte variável (figura 4.57) de uma mensagem DSS2 genérica.

Vejamos, agora, de maneira sucinta as mensagens DSS2 e como cada uma é identificada no campo Message Type (figura 4.57):

- Setup (00000101): mensagem enviada para requisitar o estabelecimento de uma chamada. Para controle de chamada e conexão de RDSI-FL é composta obrigatoriamente dos elementos de informação ATM Traffic Descriptor, Broadband Bearer Capability, e QOS Parameter e de maneira opcional também dos elementos

AAL Parameters, Broadband High Layer Information, Broadband Repeat Indicator, Broadband Low Layer Information, Called Party Number, Called Party Subaddress, Calling Party Number, Calling Party Subaddress, Connection Identifier, End-to-End Transit Delay, Notification Indicator, OAM Traffic Descriptor, Broadband Sending Complete, Transit Network Selection, User-User e Endpoint Reference (este último elemento de informação somente é incluído para interface usuário-rede multiponto). Para o suporte de serviços tipo RDSI-FE modo circuitos, esta mensagem é composta dos elementos acima, exceto do Broadband High Layer Information e Broadband Low Layer Information, mas passa a ser composta, opcionalmente, também dos elementos Narrowband Bearer Capability, Narrowband Low Layer Compatibility e Narrowband High Layer Compatibility.

- Call Proceeding (00000010): mensagem enviada em resposta à Setup, para indicar que o procedimento de estabelecimento de chamada está em andamento. Para controle de chamada e conexão na RDSI-FL é composta opcionalmente dos elementos de informação Connection Identifier, Notification Indicator e Endpoint Reference (este último somente para UNI multiponto). Para o suporte de serviços tipo RDSI-FE modo circuito passa a ser composta também, opcionalmente, dos elementos Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility e Progress Indicator.

- Alerting (00000001): mensagem enviada quando o assinante chamado é alertado da requisição de estabelecimento de chamada. Para controle de chamada e conexão na RDSI-FL é composta opcionalmente dos elementos de informação Connection Identifier, Notification Indicator, User-User e Endpoint Reference (este último somente para UNI multiponto). Para o suporte de serviços tipo RDSI-FE modo circuito passa a ser composta também, opcionalmente, dos elementos Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility e Progress Indicator.

- Connect (00000111): indica aceitação por parte do assinante chamado, do estabelecimento de chamada que foi requisitado por Setup. Para controle de chamada e conexão na RDSI-FL é composta opcionalmente dos elementos de informação AAL Parameters, Broadband Low Layer Information, Connected Number, Connected Subaddress Connection Identifier, End-to-End Transit Delay, Notification Indicator, User-User e Endpoint Reference (este último somente para UNI multiponto). Para o suporte de serviços tipo RDSI-FE modo circuito passa a ser composta também, opcionalmente, dos elementos Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility, Narrowband Low Layer Compatibility e Progress Indicator, mas deixa de possuir o elemento de informação Broadband Low Layer Information.

- Connect Acknowledge (00001111): mensagem enviada em confirmação à mensagem Connect. Para controle de chamada e conexão na RDSI-FL é composta opcionalmente do elemento de informação Notification Indicator.

- Setup Acknowledge (00001101): mensagem enviada para indicar que o estabelecimento da chamada foi iniciado, mas serão necessárias informações adicionais. Para o suporte de serviços tipo RDSI-FE modo circuito é composta opcionalmente dos elementos de informação Connection Identifier, Notification Indicator e Progress Indicator.
- Progress (00000011): mensagem enviada para indicar o progresso da chamada, quando ela é estabelecida em ambiente com interfuncionamento. Para o suporte de serviços tipo RDSI-FE modo circuito é composta, opcionalmente, dos elementos Narrowband Bearer Capability, Narrowband High Layer Compatibility, Notification Indicator e, obrigatoriamente, pelo elemento Progress Indicator.
- Status Enquiry (01110101): mensagem enviada pela rede ou pelo usuário a qualquer instante para solicitar uma mensagem Status da entidade-par de camada 3. Para controle de chamada e conexão na RDSI-FL é composta opcionalmente do elemento de informação Endpoint Reference (somente para UNI multiponto).
- Status (01111101): mensagem enviada a qualquer instante pelo usuário ou pela rede para relatar condição de erro(s). Para controle de chamadas e conexões na RDSI-FL é composta obrigatoriamente dos elementos de informação Call State e Cause e, opcionalmente, dos elementos de informação Endpoint Reference e Endpoint State (estes dois últimos, somente para UNI multiponto).
- Notify (01101110): mensagem enviada para indicar informação pertencente a uma chamada / conexão. Para controle de chamadas e conexões na RDSI-FL é composta obrigatoriamente do elemento de informação Notification Indicator e, opcionalmente, do elemento de informação Endpoint Reference (este último, somente para UNI multiponto).
- Information (01111011): mensagem enviada pelo usuário ou pela rede para prover informação adicional (que pode ser inclusive de estabelecimento de chamada). É composta, opcionalmente, dos elementos de informação Broadband Sending Complete e Called Party Number.
- Release (01001101): mensagem enviada para que ocorra a liberação de uma chamada estabelecida. Para controle de chamada e conexão na RDSI-FL é composta opcionalmente do elemento de informação Notification Indicator e User-User e, obrigatoriamente, do elemento Cause. Para o suporte de serviços tipo RDSI-FE modo circuito passa a ser composta também, opcionalmente, do elemento Progress Indicator.
- Release Complete (01011010): mensagem enviada para indicar que a liberação da chamada foi completada. É composta opcionalmente dos elementos de informação Cause e User-User.

- Restart (01000110): mensagem enviada para requisitar a reinicialização do circuito virtual indicado, de todos os circuitos virtuais da conexão de caminho virtual indicada ou de todos os canais virtuais controlados pelo canal virtual de sinalização. É composta obrigatoriamente do elemento de informação Restart Indicator e, opcionalmente, do elemento de informação Connection Identifier.

- Restart Acknowledge (01001110): indica que o procedimento de reinicialização está completo, é enviada em resposta à mensagem Restart. É composta obrigatoriamente do elemento de informação Restart Indicator e, opcionalmente, do elemento de informação Connection Identifier.

- Suspend (00100101): enviada pelo usuário para requisitar que a rede suspenda temporariamente a chamada estabelecida. É composta opcionalmente do elemento de informação Call Identity.

- Suspend Acknowledge (00101101): enviada pela rede para indicar ao usuário que o procedimento de suspensão temporária da chamada foi executado.

- Suspend Reject (00100001): enviada pela rede para indicar ao usuário que o procedimento de suspensão temporária da chamada não foi executado, por motivo de falha. É composta opcionalmente do elemento de informação Cause.

- Resume (00100110): enviada pelo usuário para requisitar que a rede retome uma chamada que havia sido temporariamente suspensa. É composta opcionalmente do elemento de informação Call Identity.

- Resume Acknowledge (00101110): enviada pela rede para indicar ao usuário que o procedimento de retomada da chamada temporariamente suspensa foi executado. É composta obrigatoriamente do elemento de informação Connection Identifier.

- Resume Reject (00100010): enviada pela rede para indicar ao usuário que o procedimento de retomada da chamada temporariamente suspensa não foi executado, por motivo de falha. É composta opcionalmente do elemento de informação Cause.

A seguir, veremos mais mensagens compostas dos elementos de informação anteriormente descritos, porém estas mensagens somente são utilizadas para UNI multiponto:

- Add Party (10000000): mensagem enviada para requisitar a adição de mais um terminal conectado a uma interface multiponto, a uma conexão já existente. É composta obrigatoriamente dos elementos de informação Called Party Number e Endpoint Reference e de maneira opcional também dos elementos AAL Parameters, Broadband High Layer Information, Broadband Low Layer Information, Called Party Subaddress, Calling Party Number, Calling Party Subaddress, End-to-End Transit Delay, Notification Indicator, Broadband Sending Complete, Transit Network Selection e User-User.

- Add Party Acknowledge (10000001): enviada para confirmar que o processo requisitado através de Add Party ocorreu com sucesso. É composta opcionalmente dos elementos de informação AAL Parameters, Broadband Low Layer Information, Connected Number, Connected Subaddress, Notification Indicator, End-to-End Transit Delay, User-User e, obrigatoriamente, do elemento Endpoint Reference.

- Add Party Reject (10000010): enviada para confirmar que o processo requisitado através de Add Party não ocorreu com sucesso. É composta obrigatoriamente dos elementos de informação Endpoint Reference e Cause e, opcionalmente, do elemento User-User.

- Drop Party (10000011): mensagem enviada para requisitar a remoção de um terminal conectado a uma interface multiponto, de uma conexão já existente. É composta obrigatoriamente dos elementos de informação Cause e Endpoint Reference e, opcionalmente, dos elementos Notification Indicator e User-User.

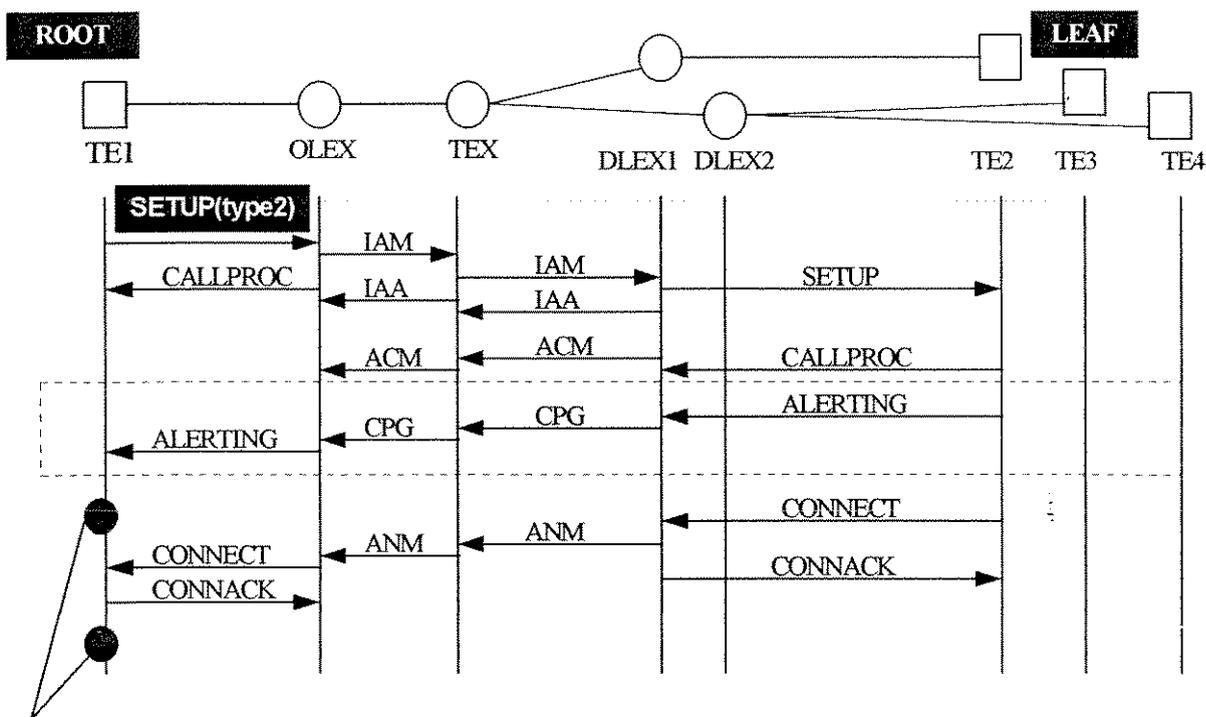
- Drop Party Acknowledge (10000001): enviada para confirmar que o processo requisitado através de Drop Party ocorreu com sucesso. É composta opcionalmente dos elementos de informação Cause e User-User e, obrigatoriamente, do elemento Endpoint Reference.

- Party Alerting (10000101): enviada para indicar que o terminal chamado está sendo alertado acerca da chamada entrante. É composta opcionalmente dos elementos de informação Notification Indicator e User-User e, obrigatoriamente, do elemento, Endpoint Reference.

Vimos, então, as diversas mensagens DSS2 e B-ISUP. Vejamos, agora, alguns exemplos de utilização destas mensagens supondo estabelecimento e liberação de chamadas multiponto¹⁶, conforme as figuras a seguir:

Seja a figura 4.87 (conforme [5]), a seguir:

¹⁶ Uma chamada ponto a ponto, do ponto de vista de sinalização, consiste numa particularização de uma chamada ponto a multiponto.



ADD PARTY REQUESTS CAN BE ACCEPTABLE

Figura 4.87: Estabelecimento da primeira conexão em uma chamada ponto-a-multiponto

Pode-se notar, pela figura acima, que a primeira conexão de uma chamada ponto a multiponto está sendo estabelecida. Uma chamada ponto a multiponto é sempre estabelecida de um terminal chamador (denominado root; em português, raiz) para vários terminais chamados (denominados leaf's; em português, folhas). No caso da figura acima, o terminal 1 é o root e os terminais 2, 3 e 4 são os leaf's.

A primeira conexão desta chamada, é estabelecida entre o terminal 1 e o terminal 2, como está mostrado na figura acima. Inicialmente, o terminal 1 envia uma mensagem Setup indicando no elemento de informação Broadband Bearer Capability que a chamada é ponto a multiponto; esta mensagem contém também o elemento de Informação Endpoint Reference (esta é uma mensagem de Setup denominada de tipo 2¹⁷). A mensagem Setup é, então, recebida pelo comutador local de origem (OLEX), que envia em resposta para o terminal 1, a mensagem Call Proceeding, e reserva os valores de VPI e VCI requisitados através da mensagem Setup para o tráfego das informações de usuário. Este comutador envia, então, uma mensagem IAM para o comutador trânsito (TEX), a qual é confirmada pela mensagem IAA, sendo os valores de VPI e VCI requisitados através da mensagem IAM, reservados para o tráfego de informações de usuário. O OLEX cria então uma linha de tabela relacionando o VPI e VCI reservados para o enlace entre ele e o TE1 (através de Setup) com o VPI e VCI reservados para o enlace

¹⁷ Uma mensagem Setup de tipo 1 é utilizada para estabelecer uma chamada ponto a ponto, portanto isto é indicado em seu elemento de informação Broadband Bearer Capability e ela não é composta também do elemento Endpoint Reference Identifier.

entre ele e o TEX (através de IAM), para que as informações de usuário, posteriormente, possam ser corretamente encaminhadas. O TEX envia, então, uma mensagem IAM ao comutador local de destino 1 (DLEX1), a qual é confirmada pela mensagem IAA, sendo os valores de VPI e VCI requisitados através da mensagem IAM, reservados para o tráfego de informações de usuário. Da mesma forma que o OLEX, o TEX relaciona em suas tabelas os VPI e VCI que lhe são pertinentes. O DLEX1 envia, então, uma mensagem Setup (tipo 2), ao terminal 2 com o Endpoint Reference anteriormente gerado, a qual é confirmada pela mensagem Call Proceeding. O DLEX1, assim como o OLEX e o TEX, reserva e relaciona por tabela, os VPI e VCI pertinentes. Desta maneira, ocorrendo confirmação, teremos uma rota estabelecida entre TE-1 e TE-2.

O TE-2 envia uma mensagem Alerting ao DLEX1, indicando que o usuário está sendo alertado; isto acarreta no envio de uma mensagem CPG ao TEX, que provoca o envio de uma mensagem CPG ao OLEX, que acarreta no envio de uma mensagem Alerting ao TE-1 (com o mesmo valor de Endpoint Reference anteriormente enviado na mensagem Setup). Após o recebimento desta mensagem pelo TE-1, mais terminais já poderiam ser adicionados pelo envio por TE-1 de mensagens Add Party Request.

Depois disso, o TE-2 envia uma mensagem Connect ao DLEX1 (a qual é confirmada com Conn Ack), indicando que a conexão pode ser estabelecida; isto acarreta no envio de uma mensagem ANM ao TEX, que provoca o envio de uma mensagem ANM ao OLEX, que acarreta no envio de uma mensagem Connect ao TE-1 (com o mesmo valor de Endpoint Reference anteriormente enviado na mensagem Setup), e esta é confirmada com Conn Ack. Após o recebimento e confirmação desta mensagem pelo TE-1, a conexão virtual entre TE-1 e TE-2 está estabelecida.

Consideremos, agora, a figura 4.88 [5], a seguir:

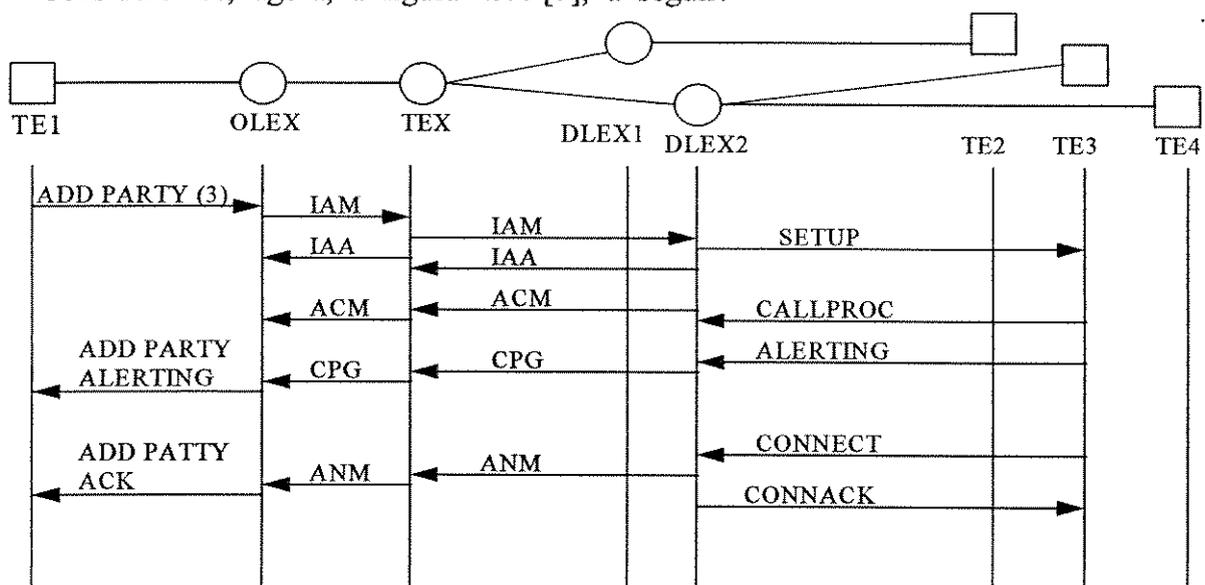


Figura 4.88: Estabelecimento de uma nova conexão numa chamada ponto-a-multiponto

Suponhamos que uma conexão entre TE-1 e TE-2 já tenha sido estabelecida, conforme descrito anteriormente, mas, supondo que TE-1 deseja estabelecer uma chamada com TE-2 e TE-3 ao mesmo tempo, o procedimento esquematizado na figura acima se aplica:

O TE-1 envia ao OLEX uma mensagem Add Party Request, identificando o terminal 3 e com Endpoint Reference diferente do enviado na mensagem Setup para estabelecimento de conexão com o terminal 2. Isto não cria um novo canal virtual entre TE-1 e OLEX, mas provocará a criação de novos canais virtuais do OLEX em diante. O OLEX envia então uma mensagem IAM ao TEX, a qual é confirmada por IAA e provoca a reserva de VPI e VCI no enlace entre o OLEX e o TEX (para o tráfego de informações de usuário) e a criação de uma linha de tabela no OLEX relacionando o VPI e VCI que já haviam sido criados por Setup no enlace entre TE-1 e OLEX, também com o VPI e VCI agora criados pela mensagem IAM. O TEX envia, então, uma mensagem IAM ao comutador local de destino 2 (DLEX2), a qual é confirmada pela mensagem IAA, sendo os valores de VPI e VCI requisitados através da mensagem IAM, reservados para o tráfego de informações de usuário. Da mesma forma que o OLEX, o TEX relaciona em suas tabelas os VPI e VCI que lhe são pertinentes. O DLEX2 envia, então, uma mensagem Setup (tipo 2), ao terminal 3 com o Endpoint Reference anteriormente gerado (na mensagem Add Party Request), a qual é confirmada pela mensagem Call Proceeding. O DLEX2, assim como o OLEX e o TEX, reserva e relaciona por tabela, os VPI e VCI pertinentes. Desta maneira, ocorrendo confirmação, teremos uma rota estabelecida entre TE-1 e TE-3.

O TE-3 envia uma mensagem Alerting ao DLEX2, indicando que o usuário está sendo alertado; isto acarreta no envio de uma mensagem CPG ao TEX, que provoca o envio de uma mensagem CPG ao OLEX, que acarreta no envio de uma mensagem Add Party Alerting ao TE-1 (com o mesmo valor de Endpoint Reference anteriormente enviado na mensagem Add Party Request).

Depois disso, o TE-3 envia uma mensagem Connect ao DLEX2 (a qual é confirmada com Conn Ack), indicando que a conexão pode ser estabelecida; isto acarreta no envio de uma mensagem ANM ao TEX, que provoca o envio de uma mensagem ANM ao OLEX, que acarreta no envio de uma mensagem Add Party Ack ao TE-1 (com o mesmo valor de Endpoint Reference anteriormente enviado na mensagem Add Party Request). Após o recebimento e confirmação desta mensagem pelo TE-1, a conexão virtual entre TE-1 e TE-3 está estabelecida, bem como a chamada entre TE-1 e TE-2 e TE-3.

Consideremos, então, a figura 4.89 [5], a seguir, supondo que o TE-1 tenha estabelecido chamada com TE-2, TE-3 e TE-4:

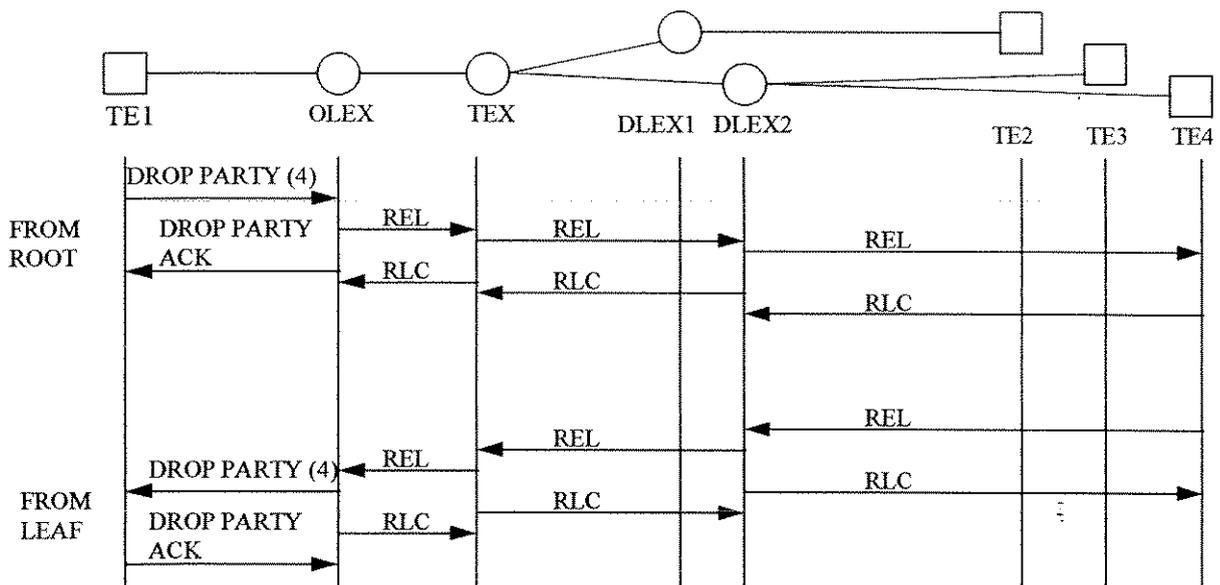


Figura 4.89: Liberação de uma conexão numa chamada ponto-a-multiponto

Para liberar apenas a conexão entre TE-1 e TE-4, o TE-1 envia ao OLEX uma mensagem Drop Party, identificando o terminal 4, a qual é confirmada com Drop Party Ack. O OLEX envia, então, ao TEX uma mensagem REL, liberando, naquele enlace, apenas os valores de VPI e VCI referentes à conexão entre TE-1 e TE-4, esta mensagem é confirmada com RLC. O TEX envia, então, ao DLEX2 uma mensagem REL, também liberando, no enlace entre ele e o DLEX2, apenas os valores de VPI e VCI referentes à conexão entre TE-1 e TE-4, esta mensagem é confirmada com RLC. O mesmo procedimento ocorre entre DLEX2 e TE-4, sendo então, a conexão entre TE-1 e TE-4 liberada, porém a chamada continua estendida, entre TE-1 e, TE-2 e TE-3. Este processo de liberação de conexão poderia ter ocorrido no sentido inverso (sendo originado em TE-4), conforme pode ser visto nas duas últimas linhas na figura acima.

Consideremos, então, a figura 4.90 [5], a seguir, supondo que o TE-1 tenha estabelecido chamada com TE-2, TE-3 e TE-4:

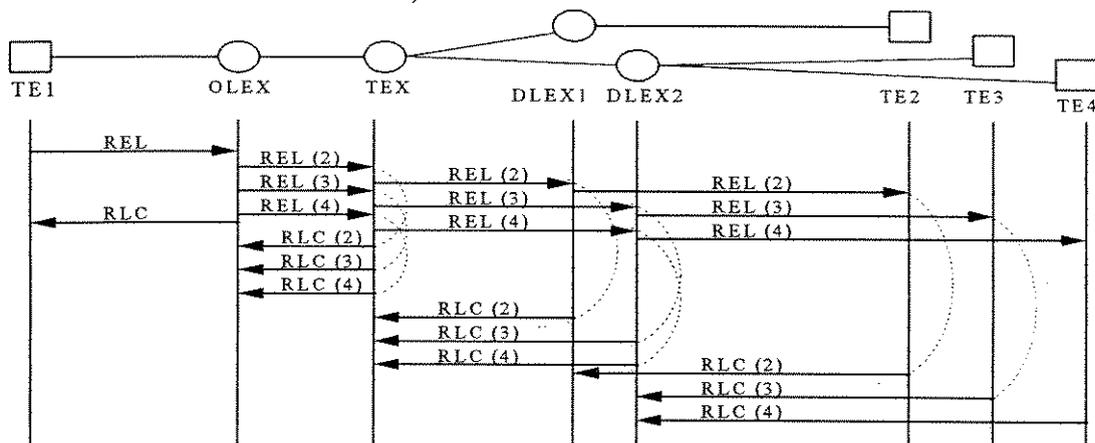


Figura 4.90: Liberação de chamada ponto-a-multiponto

Para liberar toda a chamada, o TE-1 envia ao OLEX uma mensagem REL, a qual é confirmada com a mensagem RLC, liberando o VPI e o VCI que havia alocado para a chamada multiponto. O OLEX envia, então, ao TEX três mensagens REL, liberando, naquele enlace, os valores de VPI e VCI referentes à conexões entre TE-1 e TE-2, entre TE-1 e TE-3 e entre TE-1 e TE-4, estas mensagens são confirmadas com mensagens RLC. O TEX envia, então, ao DLEX1 uma mensagem REL, também liberando, no enlace entre ele e o DLEX1, os valores de VPI e VCI referentes à conexão entre TE-1 e TE-2, esta mensagem é confirmada com RLC; o TEX envia, também, ao DLEX2 duas mensagens REL, também liberando, no enlace entre ele e o DLEX2, apenas os valores de VPI e VCI referentes às conexões entre TE-1 e TE-3 e entre TE-1 e TE-4, estas mensagens são confirmadas com mensagens RLC. O mesmo procedimento se repete entre DLEX1 e TE-2 e entre DLEX-2 e TE-3 e TE-4, conforme pode ser visto na figura acima, ao final do qual toda a chamada estará liberada.

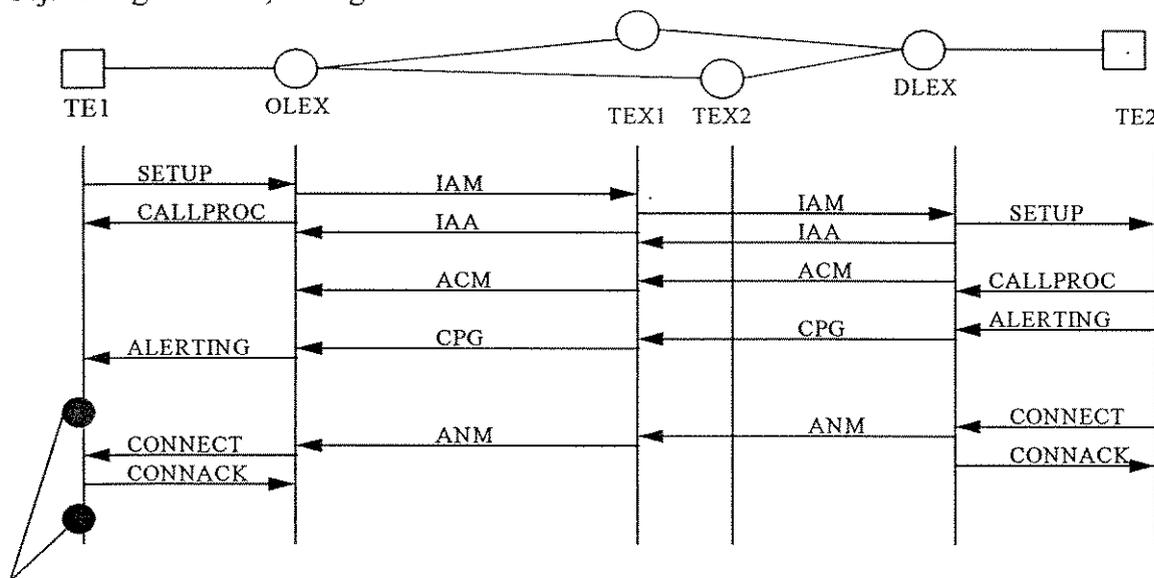
4.5 – FUTURAS PADRONIZAÇÕES DO ITU-T

Vejamos, de acordo com [5], como será o procedimento de sinalização para estabelecimento de chamadas multiconexão. Como este ainda não está padronizado, optou-se por explicá-lo à parte, nesta seção:

4.5.1 - CHAMADA MULTICONEXÃO

4.5.1.1 - PROCEDIMENTO DE ESTABELECIMENTO DA PRIMEIRA CONEXÃO DA CHAMADA

Seja a figura 4.91, a seguir:



ADD CONNECTION REQUESTS CAN BE ACCEPTABLE

Figura 4.91: Estabelecimento Inicial de Chamada na RDSI-FL

Pode-se, notar, que o estabelecimento da primeira conexão é realizado da mesma maneira que o estabelecimento de uma chamada ponto a ponto (isto já foi explicado no final da seção anterior, porém para Setup do tipo 2, mas o processo em si é o mesmo). Desta maneira estabelece-se uma conexão entre TE-1 e TE-2, através do seguinte caminho TE1-OLEX-TEX1-DLEX-TE2.

4.5.1.2 - PROCEDIMENTO DE ESTABELECIMENTO DA SEGUNDA CONEXÃO DA CHAMADA

Seja a figura 4.92, a seguir:

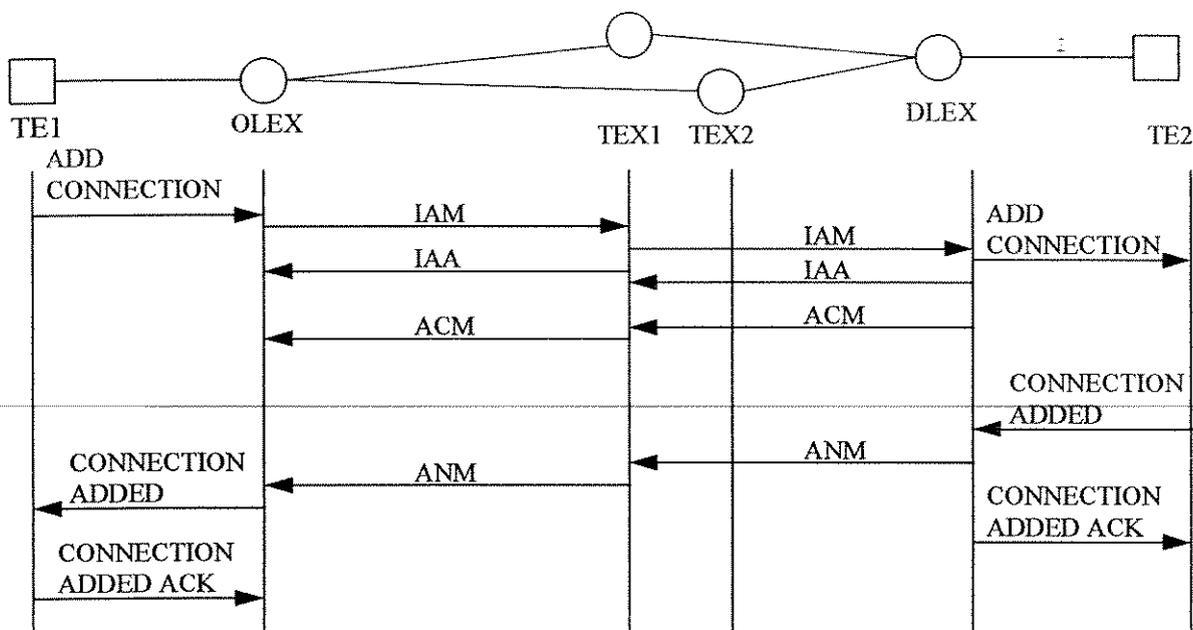


Figura 4.92: Estabelecimento de nova conexão numa chamada multiconexão

Nota-se que a segunda conexão é requisitada através da mensagem Add Connection de TE-1 para OLEX, que acarreta na mensagem IAM de OLEX para TEX1 (a qual é confirmada por IAA, sendo depois enviada ACM), que faz com uma mensagem IAM seja gerada de TEX1 para DLEX (sendo confirmada por IAA, sendo depois enviada ACM) e fazendo com que uma mensagem Add Connection seja gerada de DLEX para TE-2. TE-2 indica aceitação da requisição de conexão adicional enviando a mensagem Connection Added para DLEX (a qual é confirmada por Connection Added Ack), que envia a mensagem ANM para TEX1, que envia a mensagem ANM para TEX2, que envia uma mensagem Connection Added para TE-1 (a qual é confirmada por Connection Added Ack). Desta maneira, uma segunda conexão TE1-OLEX-TEX1-DLEX-TE2 é estabelecida. Caso se deseje estabelecer uma terceira conexão, porém através de TEX2, o processo é análogo ao acima descrito (porém onde está escrito TEX1, deve-se substituir por TEX2); desta maneira uma mesma chamada poderá ter conexões por rotas diferentes.

4.5.1.3 - PROCEDIMENTO DE LIBERAÇÃO DE UMA ÚNICA CONEXÃO DA CHAMADA

Seja a figura 4.93, a seguir:

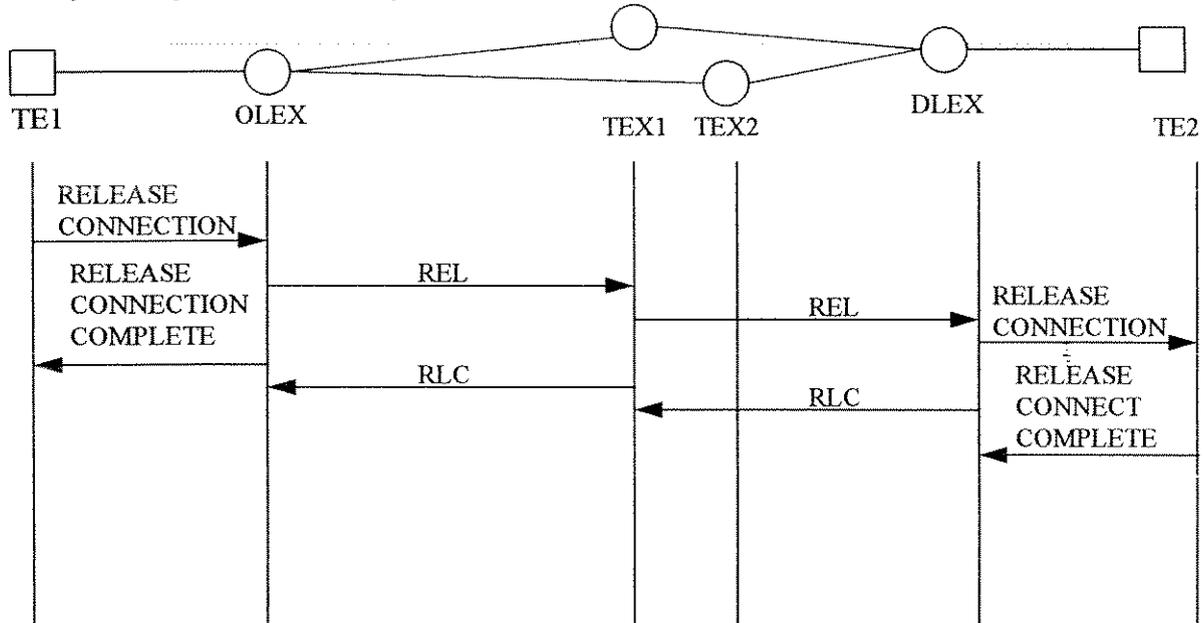


Figura 4.93: Liberação de conexão numa chamada multiconexão

Supondo que a chamada tenha várias conexões, nota-se que, para liberar uma conexão, o TE-1 envia ao OLEX uma mensagem Release Connection a qual é confirmada por Release Connection Complete; esta acarreta no envio da mensagem REL do OLEX para o TEX1 (a qual é respondida por RLC), que provoca o envio de uma mensagem REL do TEX1 para o DLEX (a qual é respondida por RLC), acarretando no envio de uma mensagem Release Connection do DLEX para o TE-2, a qual é confirmada por Release Connection Complete. Desta maneira esta conexão TE1-OLEX-TEX1-DLEX-TE2 é liberada, ficando a chamada estendida com as outras conexões que já existiam e não foram liberadas.

4.5.1.4 - PROCEDIMENTO DE LIBERAÇÃO DE CHAMADA MULTICONEXÃO

Seja a figura 4.94, a seguir:

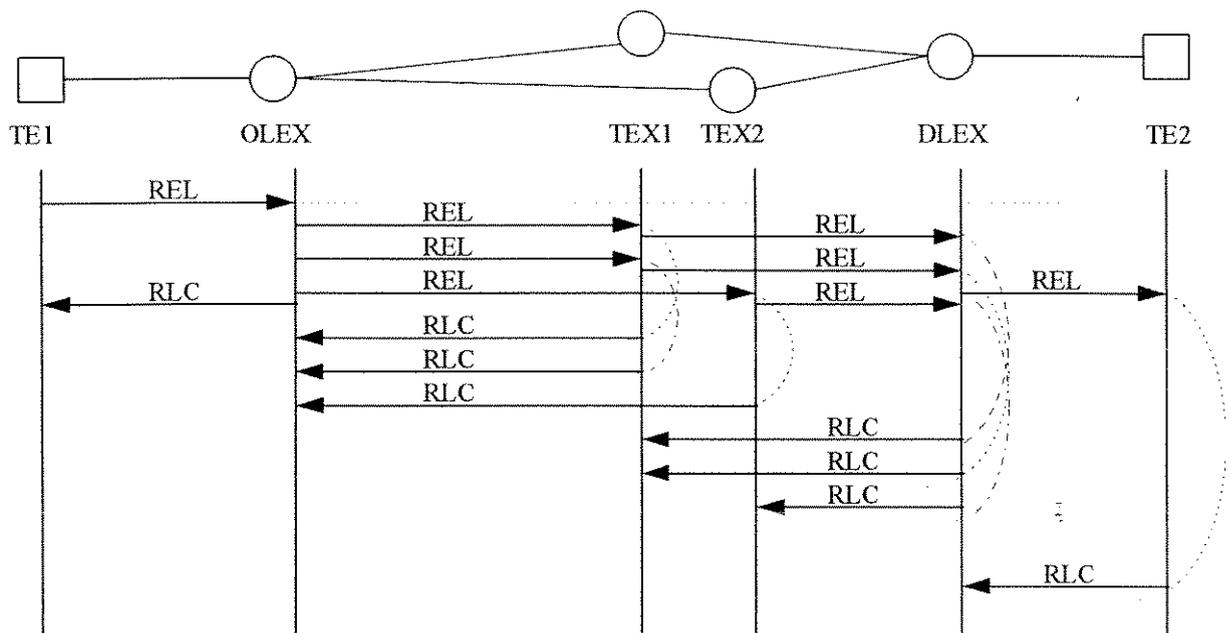


Figura 4.94: Liberação de chamada multiconexão

Supondo que a chamada tenha duas conexões pela rota TE1-OLEX-TEX1-DLEX-TE2 e uma conexão pela rota TE1-OLEX-TEX2-DLEX-TE2, é necessário, para liberar toda a chamada que o TE-1 envie uma mensagem REL ao OLEX (esta é confirmada por RLC); isto provoca o envio de duas mensagens REL de OLEX para TEX1 e de uma mensagem REL de OLEX para TEX2 (todas confirmadas por RLC), estas, por sua vez, provocam o envio de duas mensagens REL de TEX1 para DLEX e de uma mensagem REL de TEX2 para DLEX (todas confirmadas por RLC), isto faz com que uma mensagem REL seja enviada de DLEX para TE-2, sendo esta confirmada por RLC, ocorrendo, então a liberação de toda a chamada entre TE-1 e TE-2.

CAPÍTULO 5

META-SINALIZAÇÃO

5.1 - INTRODUÇÃO

A meta-sinalização [11] corresponde a um atividade de “bootstrap”, que permite que terminais conectados à Rede Digital de Serviços Integrados - Faixa Larga (RDSI - FL) requisitem dois canais virtuais de sinalização na UNI da RDSI - FL, sendo um deles um canal virtual de sinalização broadcast, e o outro, um canal virtual de sinalização ponto a ponto.

O procedimento de meta-sinalização tem que ser requisitado por terminais RDSI - FL em uma UNI de múltiplo acesso, para que seja possível a alocação dos canais virtuais de sinalização pela rede, e para que o procedimento de sinalização possa ocorrer (as mensagens de sinalização, por exemplo, DSS2, trafegarão em células com VCI's estabelecidos por este procedimento, na UNI multiponto).

Existem procedimentos para se checar o status de canais virtuais de sinalização anteriormente criados, e para removê-los.

O protocolo de meta-sinalização opera sobre um canal virtual de sinalização (VCI=1) que sempre deve estar disponível em todas as interfaces usuário-rede (UNI's).

5.2 - O PROTOCOLO

Vimos, no capítulo anterior, que o protocolo ATM está dividido em três planos: plano de usuário, plano de controle e plano de gerência. O protocolo de meta-sinalização faz parte do plano de gerência, sendo parte da Entidade de

Gerenciamento de Camada da camada ATM, conforme mostrado na figura 5.1. Ele define procedimentos de atribuição, verificação e remoção de conexões na camada ATM, para uso por parte de aplicações de sinalização de camada mais alta. A entidade de gerência de camada da qual faz parte a meta-sinalização é também usuária dos serviços da camada ATM:

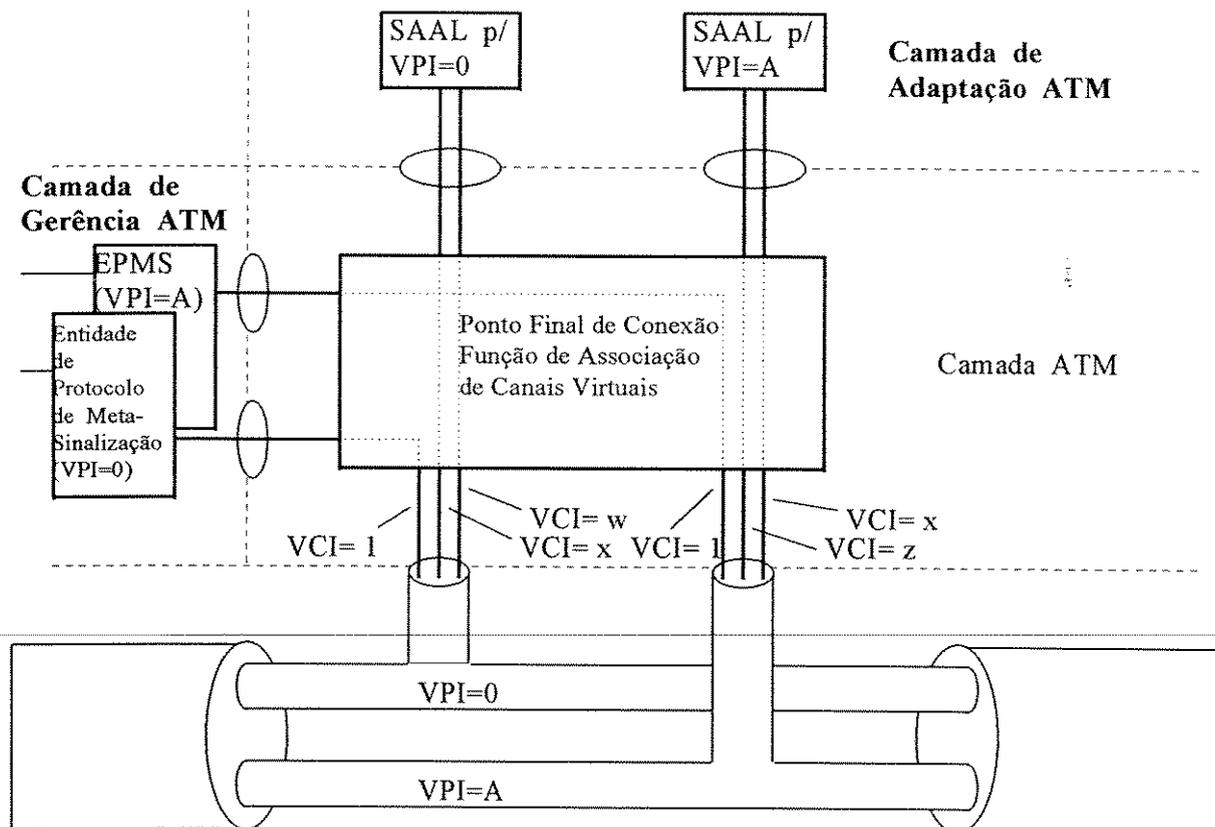


Figura 5.1: Modelo da Arquitetura do Protocolo de Meta-sinalização

Na figura 5.2, a seguir, pode ser visto o exemplo de canais virtuais de sinalização controlados pela meta-sinalização, onde:

CPE (Customer Premises Equipment): equipamento de usuário

LEX (Local Exchange): comutador local

UMSPE (User Meta-Signalling Protocol Entity): Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização de Usuário

NMSPE (Network Meta-Signalling Protocol Entity): Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização de Rede

PSVC (Point to Point Signalling Virtual Channel): Canal Virtual de Sinalização Ponto a Ponto

MSVC (Meta-Signalling Virtual Channel): Canal Virtual de Meta-Sinalização

GBSVC (General Broadcast Signalling Virtual Channel): Canal Virtual de Sinalização de Difusão Geral

SBSVC (Selective Broadcast Signalling Virtual Channel): Canal Virtual de Sinalização de Difusão Seletivo

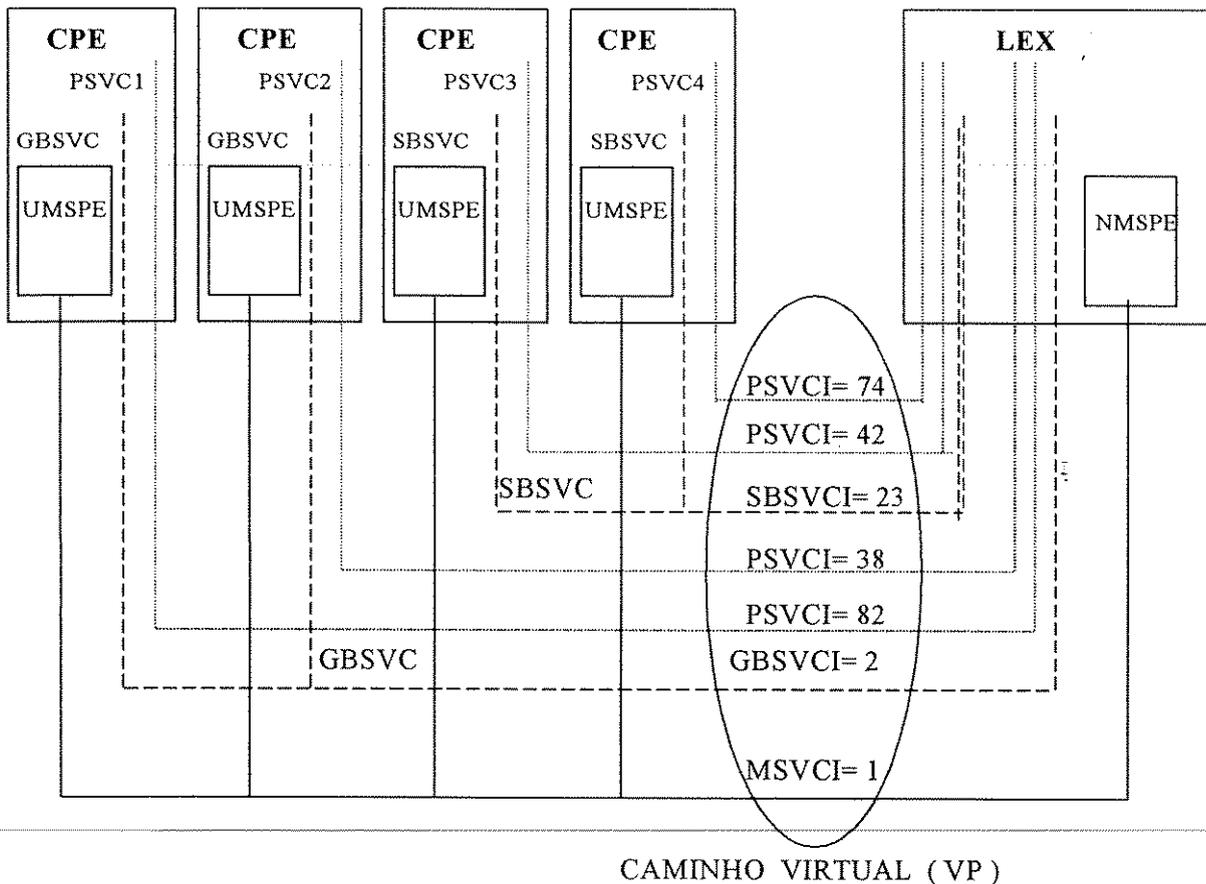


Figura 5.2: Conexões de Sinalização controladas pela Meta-Sinalização

5.3 - AS MENSAGENS DE META-SINALIZAÇÃO

-ASSIGN REQUEST: enviada do terminal para a rede, para requisitar a alocação de recursos de sinalização (canais virtuais de sinalização).

-ASSIGNED: enviada da rede para o terminal em resposta a uma mensagem ASSIGN REQUEST, indicando que a rede irá disponibilizar os recursos requisitados.

- DENIED: enviada da rede para o terminal em resposta a uma mensagem ASSIGN REQUEST, indicando que a rede não poderá disponibilizar os recursos requisitados. A razão pela qual estes recursos não serão disponibilizados, é mostrada em um parâmetro de causa.

- CHECK REQUEST: enviada da rede para o terminal, para verificar quais os recursos de sinalização que estão atribuídos ao mesmo.

- CHECK RESPONSE: enviada do terminal para a rede, em resposta a uma mensagem CHECK REQUEST, contendo as informações requisitadas.

- REMOVED: mensagem enviada pela rede ou pelo terminal, indica a completa remoção de um ponto gerador de sinalização.

5.4 - A CÉLULA DE META-SINALIZAÇÃO

As mensagens de meta-sinalização têm o comprimento de 48 bytes, ocupando o campo de informação de uma célula ATM, sendo o valor do VCI existente no cabeçalho destas células = 1.

O formato genérico de uma mensagem de meta-sinalização está mostrado na figura 5.3, a seguir:

Informação constante no octeto	Número do octeto na carga útil da célula
Protocol Discriminator	1
Protocol Version	2
Message Type	3
Reference Identifier	4
	5
Signalling Configuration	6
Signalling Virtual Channel Identifier A	7
	8
Signalling Virtual Channel Identifier B	9
	10
PSVC Cell Rate	11
Cause	12
Service Profile Identifier	13 a
	23
Null-fill	24 a
	44
CRC	45 a
	48

Figura 5.3: Formato das Mensagens de Meta-Sinalização

Pode-se ver que estas mensagens estão divididas em campos, que têm as seguintes funções:

- Protocol Discriminator (PD): discrimina se a mensagem referente à meta-sinalização é conforme definida na recomendação Q.2120 do ITU-T (neste caso, este campo assume o valor 00000001), ou se ela se trata de uma meta-sinalização proprietária, usuário a usuário (outros valores).

- Protocol Version (PV): define a versão do protocolo, sendo que o único valor hoje existente para este campo é 00000001 (versão 1).

- Message Type (MT): define qual é a mensagem de meta-sinalização, segundo a seguinte codificação:

Código	Mensagem
00000001	ASSIGN REQUEST
00000010	ASSIGNED
00000011	DENIED
00000100	CHECK REQUEST
00000101	CHECK RESPONSE
00000110	REMOVED

-Reference Identifier (RI): o valor deste parâmetro é gerado aleatoriamente sempre que uma mensagem ASSIGN REQUEST é enviada. As mensagens que forem enviadas em resposta ou em decorrência deste ASSIGN REQUEST, deverão conter o mesmo valor de Reference Identifier, desta maneira pode-se identificar qual o ASSIGN REQUEST que está recebendo resposta.

- Signalling Configuration (SCON): este parâmetro identifica se a conexão requisitada é ponto a ponto (Q.2120-Anex C) ou multiponto.

- Signalling Virtual Channel Identifier A (SVCIA): este parâmetro define um canal virtual de sinalização ponto a ponto, broadcast ou global.

- Signalling Virtual Channel Identifier B (SVCIB): este parâmetro define um canal virtual de sinalização broadcast ou global.

- Point to Point SVC Cell Rate (PCR): indica a máxima taxa de transferência de células através do canal virtual de sinalização ponto a ponto¹, conforme codificado a seguir:

CÓDIGO	TAXA (células / seg)
00000000	parâmetro não aplicável
00000001	42
00000010	84
00000011	168
00000100	336
00000101	672
00000110	1344
00000111	2688

- Cause (CAU): indica a causa que gerou determinada mensagem, quando aplicável, conforme codificado a seguir:

CÓDIGO	CAUSA	MENSAGEM
00000000	parâmetro não aplicável	todas
00000001	não há PSVCI disponível	DENIED
00000010	versão de meta-sinalização não suportada	DENIED

¹ Para o canal virtual de sinalização broadcast, esta indicação ainda está em estudo.

00000011	taxa de células não disponível	DENIED
00000100	SPID reconhecido	ASSIGNED
00000101	SPID não reconhecido	ASSIGNED
00000110	atribuição duplicada	REMOVED
00000111	inicialização do sistema	REMOVED
00000100	configuração ponto a ponto ativa	DENIED
00000101	configuração ponto a multiponto ativa	DENIED

- Service Profile Identifier (SPID): como o próprio nome diz, este campo de 12 bytes tem por finalidade identificar o perfil de serviço que está sendo oferecido. O primeiro byte deste campo identifica o tipo de informação de rede, podendo assumir o valor 00000000 (não aplicável) ou 00000001 (plano de numeração E.164, com informação específica de rede). Os demais 11 bytes identificam a informação de rede propriamente dita, que pode ser no formato E.164, codificado em código BCD (Binary Coded Decimal 0-9).

- Null-fill: este campo é apenas de enchimento, todos os seus bits têm valor zero.

- CRC: este campo permite que se faça a checagem da integridade dos dados de meta-sinalização (dos 44 bytes do campo de informação da célula, à exceção do próprio CRC), que foram enviados através da UNI, de maneira análoga ao que é feito para o MTP-2, conforme explicado no capítulo 2.

5.5 - PROCEDIMENTO DE ATRIBUIÇÃO DE CANAIS VIRTUAIS DE SINALIZAÇÃO

Através deste procedimento, é possível para o terminal de usuário alocar um canal virtual de sinalização ponto a ponto e um broadcast através dos quais, ele poderá trocar mensagens de sinalização com a interface usuário-rede da rede ATM, que permitam estabelecer, respectivamente, comunicação com um terminal remoto ou com vários terminais remotos.

O procedimento de meta-sinalização deve ser iniciado pelo terminal do usuário logo após o mesmo ser ligado, sempre que for necessária a alocação de um canal virtual de sinalização, ou se o mesmo identificar que está recebendo células na direção rede-usuário com VCI<>0.

O terminal de usuário deve, então, enviar uma mensagem ASSIGN REQUEST, que deve ser respondida pela rede com uma mensagem ASSIGNED com o mesmo valor de Reference Identifier (vide figura 5.3); caso isso ocorra, o estabelecimento do canal virtual de sinalização terá sido feito com êxito, a partir deste instante, o terminal de usuário passa a verificar se o canal virtual de sinalização a ele atribuído não é novamente atribuído a outro terminal, pois, caso isso ocorra,

significa que houve erro, sendo iniciado o procedimento de remoção deste canal virtual de sinalização.

Caso, por algum motivo, a rede não consiga estabelecer o canal virtual de sinalização requisitado através da mensagem ASSIGN REQUEST, ela enviará em resposta a esta uma mensagem DENIED com mesmo valor de Reference Identifier (vide figura 5.3), neste caso não é possível o estabelecimento do canal virtual de sinalização requisitado, e a causa que levou a isto é mostrada no parâmetro Cause (vide figura 5.3) da célula de meta-sinalização com a mensagem DENIED.

5.6 - PROCEDIMENTO DE CHECAGEM DE CANAIS VIRTUAIS DE SINALIZAÇÃO

Este procedimento permite que a rede consiga gerenciar quais canais virtuais de sinalização já foram atribuídos, bem como se determinado(s) canal(is) de sinalização deixaram de ser utilizados sem terem sido removidos.

Para checar a existência de um determinado canal virtual de sinalização, a rede deve enviar uma mensagem CHECK REQUEST que deve conter em seu parâmetro SVCIA, o valor de VCI do canal virtual de sinalização a ser checado. Os terminais conectados a esta interface usuário-rede devem verificar se o valor contido no parâmetro SVCIA (vide figura 5.3) desta mensagem enviada pela rede coincide com o valor de um de seus canais virtuais de sinalização (ponto a ponto ou broadcast). Caso coincida, aquele terminal que está se utilizando de tal canal deve enviar uma mensagem CHECK RESPONSE à rede com o mesmo valor de Reference Identifier da mensagem CHECK REQUEST. Caso nenhum dos terminais responda à mensagem CHECK REQUEST dentro de um tempo pré-determinado, a rede irá iniciar o procedimento de remoção interna (de suas tabelas) deste canal virtual de sinalização, mas, caso dentro deste mesmo tempo pré-determinado, a rede receber respostas de mais de um terminal, isto significa que houve, no mínimo, dupla atribuição de canal virtual de sinalização e a rede inicia o procedimento de remoção deste canal em todos os terminais envolvidos.

Para saber quais são todos os canais virtuais de sinalização existentes a rede envia aos terminais (de uma determinada interface usuário-rede) uma mensagem CHECK REQUEST com SVCIA=1 (este é o valor do identificador global de canais virtuais de sinalização). Todos os terminais devem indicar quais canais virtuais de sinalização estão utilizando através do envio de mensagens CHECK RESPONSE que devem ter o valor do parâmetro Reference Identifier igual ao da mensagem CHECK REQUEST enviada pela rede.

5.7 - PROCEDIMENTO DE REMOÇÃO DE CANAIS VIRTUAIS DE SINALIZAÇÃO

Este procedimento provê mecanismos que permitem a completa remoção de um ou vários canais virtuais de sinalização.

O procedimento de remoção pode ser iniciado pelo terminal de usuário, sendo que este só pode remover o canal virtual de sinalização ponto a ponto que estiver utilizando. Para isto ele envia à rede duas mensagens REMOVED consecutivas, indicando em seu campo SVCIA o valor do canal virtual de sinalização que está sendo removido e em seu campo Cause, a causa da remoção. Internamente, em suas tabelas, o terminal de usuário remove tanto o canal virtual de sinalização ponto a ponto que está indicando, como o canal virtual de sinalização broadcast que estava utilizando. A rede, por sua vez, ao receber as mensagens REMOVED, remove internamente em suas tabelas, o canal que está sendo indicado e verifica se o canal de broadcast associado ainda está sendo utilizado por algum outro terminal, caso não esteja mais sendo utilizado, ele também é internamente removido.

O procedimento de remoção pode, também, ser iniciado pela rede, podendo esta remover qualquer canal virtual de sinalização ponto a ponto ou broadcast, bem como, todos os canais virtuais de sinalização associados àquela interface usuário-rede. Para isto ela envia duas mensagens REMOVED consecutivas, indicando em seu campo SVCIA o valor do canal virtual de sinalização que está sendo removido ou o valor 1, que indica a remoção de todos os canais virtuais de sinalização, e em seu campo Cause, a causa da remoção. Isto faz com que os canais indicados sejam internamente removidos nos terminais envolvidos e na rede (mais precisamente, naquela interface usuário-rede).

5.8 – DETALHANDO A META-SINALIZAÇÃO

Os procedimentos acima (estabelecimento, checagem e remoção de canais virtuais de sinalização) se passam entre os diversos terminais² conectados a uma UNI multiponto e a UNI propriamente dita (cada terminal é capaz de trocar informações de meta-sinalização somente com a UNI multiponto, já a UNI multiponto é capaz de trocar informações de meta-sinalização com todos os terminais a ela conectados, devendo, para isso, tanto a UNI como os terminais estarem configurados para tal). Isto pode ser visto dinamicamente a seguir na seção 5.8.1, onde são mostrados procedimentos de sinalização e meta-sinalização tal como ocorrem, simultaneamente numa UNI multiponto:

² Entenda-se por terminais, uma denominação genérica para roteadores, PABX, etc..

5.8.1 - ESTABELECIMENTO DE CHAMADA EM UNI MULTIPONTO

Seja a figura 5.4, a seguir:

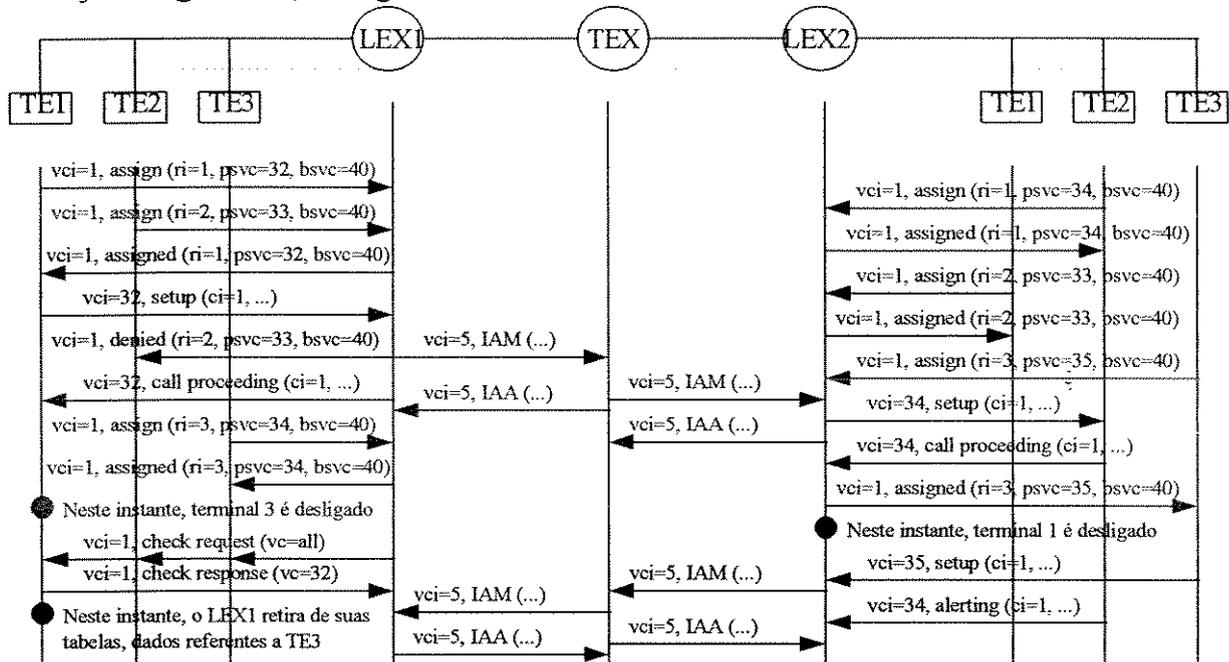


Figura 5.4: Estabelecimento de chamada em UNI multiponto

Pode-se ver, pela figura, que existe uma UNI multiponto, onde terminais denominados TE1, TE2 e TE3 ligam-se ao comutador local 1 (LEX1) e outros terminais também denominados TE1, TE2 e TE3 ligam-se ao comutador local 2 (LEX2). Vejamos, então, qual o processo que deve ocorrer para que possa ser estabelecida comunicação entre um dos terminais ligados à UNI do LEX1 e um dos terminais ligados à UNI do LEX2.

Para que os terminais TE1, TE2 e TE3 possam trocar mensagens de sinalização com a interface do LEX1, eles precisam, cada um, ter um canal virtual para realizar esta troca. Este canal virtual é estabelecido por procedimento de meta-sinalização, o qual também é mostrado na figura:

Inicialmente, o terminal TE1 envia uma célula no canal virtual 1 (que é o canal virtual de meta-sinalização), contendo a mensagem Assign (que é diferenciada de outras mensagens Assign que possam ser enviadas nesta UNI por possuir um valor de referência $ri=1$). Esta mensagem requisita que seja estabelecido um canal virtual de sinalização identificado pelo $VCI=32$, ou seja, isto significa dizer que, o canal virtual 32 será utilizado para troca de mensagens de sinalização entre TE1 e LEX1.

Em seguida, o terminal TE2 também requisita o estabelecimento de um canal virtual de sinalização identificado por $VCI=33$, enviando uma célula de meta-sinalização no $VCI=1$, contendo uma mensagem Assign (com valor de referência $ri=2$).

É enviada uma célula de meta-sinalização (VCI=1) pelo LEX1, contendo a mensagem Assigned; esta pode ser uma resposta a qualquer dos Assign Request anteriormente enviados (por TE1 ou TE2), mas ela fica precisamente determinada por possuir ri=1, ou seja, ela é enviada como resposta para TE1, e ela confirma a atribuição do canal virtual de sinalização identificado por VCI=32 entre TE1 e LEX1.

Na UNI conectada ao LEX2, ocorre processo semelhante (vide as 4 primeiras mensagens), vindo a ser atribuídos o canal virtual de sinalização 34 entre TE2 e LEX2 e o canal virtual de sinalização 33 entre TE1 e LEX2. Na quinta mensagem, TE3 requisita a atribuição do canal virtual de sinalização 35 entre ele e o LEX2.

Voltemos ao LEX1:

A quarta mensagem que pode ser vista na UNI do LEX1 é enviada por TE1. Esta é enviada em células com VCI=32 (canal virtual de sinalização entre TE1 e LEX1), possuindo um identificador de chamada ci=1, pois esta mensagem (Setup) requisita um estabelecimento de chamada com um usuário remoto (suponhamos que seja com TE2 ligado ao LEX2).

O LEX1, envia uma mensagem de meta-sinalização para TE2, negando a atribuição do canal virtual de sinalização 33 entre ele e TE2, ou seja TE2 não tem canal disponível para enviar mensagens de sinalização para LEX1.

Para que ocorra o estabelecimento da chamada, mensagens de sinalização terão que ser geradas internamente à rede: podemos notar que o LEX1 envia uma mensagem de sinalização IAM ao comutador trânsito (TEX), no canal virtual de sinalização 5 (valor padrão para enlace ponto-a-ponto, que é o caso, pois numa ponta temos o LEX1 e na outra o TEX, neste enlace, diferentemente das UNI's mostradas que possuem cada uma 3 terminais e uma porta do comutador); além disso, o LEX1 envia uma mensagem de sinalização Call Proceeding ao TE1 (no VCI=32), informando que a chamada está sendo encaminhada (o Call Proceeding é identificado como sendo em resposta ao Setup anteriormente enviado por possuir ci=1).

O TEX, ao receber a mensagem IAM vinda do LEX1, responde positivamente com IAA, e gera uma mensagem IAM destinada a LEX2 (também com VCI=5, pois o enlace entre TEX e LEX2 é ponto-a-ponto).

O LEX2, por sua vez, responde positivamente ao TEX com IAA e também envia uma mensagem Setup ao TE2, no canal virtual estabelecido para troca de mensagens de sinalização entre LEX2 e TE2 (VCI=34); esta mensagem Setup possui identificador de chamada ci=1; e podemos ver que ela é, em seguida confirmada por TE2 pelo envio da mensagem Call Proceeding (com VCI=34 e

ci=1). Depois disso, o LEX2 confirma, através da mensagem Assigned, o estabelecimento do canal virtual de sinalização 35 entre ele e TE3. Suponhamos que, neste instante, TE1 ligado ao LEX2 é fisicamente desligado (isto significa que o canal virtual de sinalização 33 não é removido antes da ocorrência do desligamento). Voltemos à UNI do LEX1, logo após o envio da primeira mensagem Call Proceeding:

As duas mensagens seguintes, na UNI do LEX1, estabelecem o canal virtual de sinalização 34 entre TE3 e LEX1, mas em seguida TE3 é fisicamente desligado (sem primeiro remover o canal virtual de sinalização 34). Em seguida, o LEX1, envia uma mensagem Check Request, para checar quais canais virtuais de sinalização estão realmente ativos e somente TE1 responde, dizendo que o canal virtual de sinalização 32 está ativo (TE3 não responde, pois foi desligado). Em função disso, o LEX1 retira o canal virtual de sinalização 34 de suas tabelas, já que ele não mais está estabelecido. Voltemos à UNI do LEX2, logo após o desligamento de TE1:

O TE3 deseja estabelecer uma chamada com o TE1 ligado ao LEX1; para isso ele envia uma mensagem Setup ao LEX2 (no VCI=35, com ci=1), que faz com que LEX2 envie uma mensagem IAM ao TEX (no VCI=5, a qual é confirmada positivamente com IAA), isto faz com que o TEX envie uma mensagem IAM ao LEX1 (no VCI=5, a qual é confirmada positivamente com IAA).

Além disso, o TE2 envia uma mensagem ao LEX2 (no VCI=34, com ci=1), informando que seu usuário está sendo alertado da chamada entrante.

Seja a figura 5.5, a seguir, que mostra a continuação deste processo:

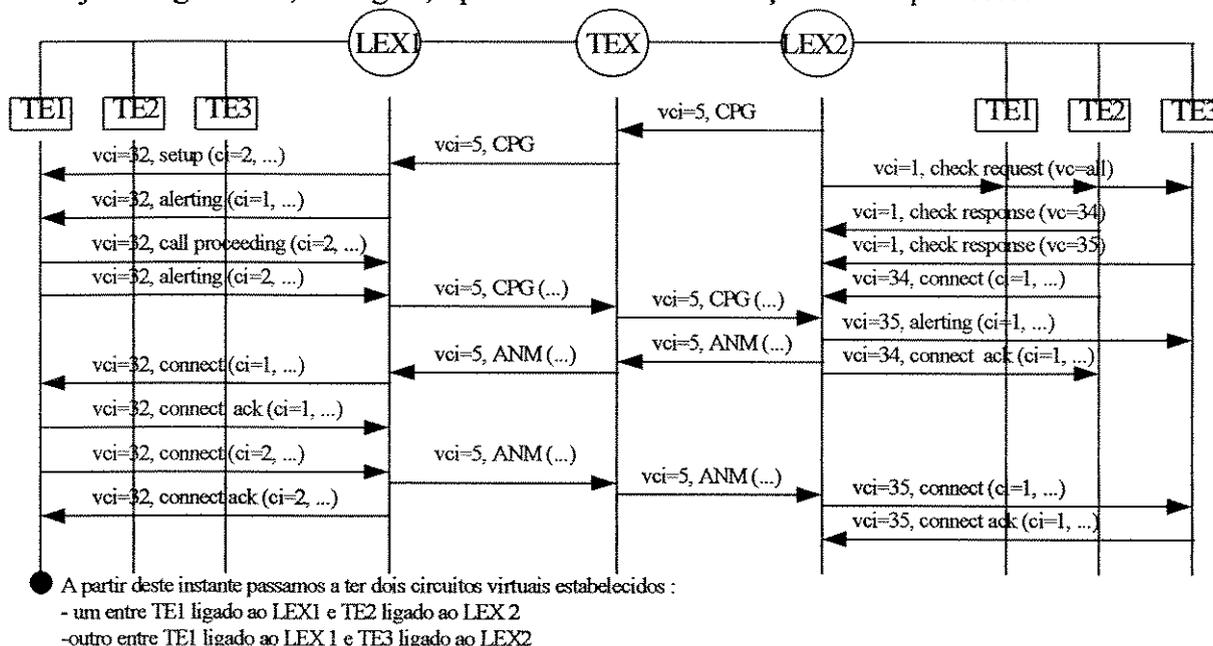


Figura 5.5: Estabelecimento de chamada em UNI multiponto - continuação

Devido às mensagens IAM anteriormente enviadas (até LEX1), o LEX1 envia uma mensagem Setup para TE1, no VCI=32, com ci=2 (esta é a segunda chamada estabelecida envolvendo TE1 ligado ao LEX1).

Devido à mensagem Alerting anteriormente enviada de TE2 para LEX2, ocorre o envio de CPG de LEX2 para TEX, de CPG de TEX para LEX1 e de Alerting de LEX1 para TE1. Depois disso TE1, no seu VCI=32, responde positivamente ao LEX1, acerca da última mensagem Setup recebida (ci=2), isto com o envio da mensagem Call Proceeding e, em seguida, ele já indica que seu usuário está sendo alertado pelo envio de Alerting (no VCI=32, com ci=2); o que faz com que mensagens CPG sejam enviadas de LEX1 a TEX e de TEX a LEX2.

Passemos novamente a UNI do LEX2, no início da figura 5.5:

O LEX2 pelo envio de Check Request, pergunta acerca dos VCI's de sinalização que estão ativos, recebendo resposta de TE2 (VCI=34) e TE3 (VCI=35), mas de TE1, não recebe resposta, pois este fora fisicamente desligado, sendo seus dados removidos das tabelas de LEX2.

Depois disso TE2 indica estabelecimento da chamada entrante, enviando a mensagem Connect para LEX2, que provoca o envio das mensagens ANM de LEX2 para TEX e de TEX para LEX1, e o envio de Connect de LEX1 para TE1. As mensagens Connect enviadas de TE2 para LEX2 e de LEX1 para TE1 são respondidas com Conn Ack, no sentido oposto ao que foram enviadas.

As mensagens CPG anteriormente enviadas até LEX2 fazem com que LEX2 envie a mensagem Alerting para TE3.

Voltemos à penúltima mensagem da UNI ligada ao LEX1:

O TE1 envia a mensagem Connect para LEX1 indicando estabelecimento da chamada entrante (esta é confirmada por Conn Ack); isto provoca o envio de ANM de LEX1 para TEX e de TEX para LEX2 e o envio de Connect de LEX2 para TE3 (a qual é confirmada por Conn Ack).

Neste instante temos duas chamadas estabelecidas para o plano de usuário, sendo uma entre TE1 ligado ao LEX1 e TE2 ligado ao LEX2, e outra entre TE1 ligado ao LEX1 e TE3 ligado ao LEX2. É importante notar que os canais virtuais de sinalização nas UNI's continuam estabelecidos.

5.8.2 – Blocos Funcionais para Tratamento de Meta-Sinalização

Vejamos esta troca de informações, para a meta-sinalização, de uma maneira mais detalhada. Seja a figura 5.6, a seguir, que mostra os blocos funcionais envolvidos na manipulação do protocolo de meta-sinalização:

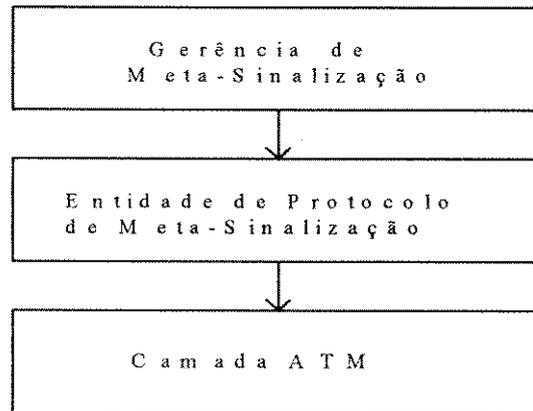


Figura 5.6: Blocos Funcionais para Tratamento de Meta-Sinalização

Um terminal que suporte o protocolo de meta-sinalização pode ser visto como sendo (para meta-sinalização) equivalente aos blocos acima; isto também é válido para a UNI multiponto. Desta maneira, o modelo em blocos considerando-se três terminais (T1, T2, T3), conectados a uma UNI multiponto fica conforme esquematizado na figura 5.7, a seguir:

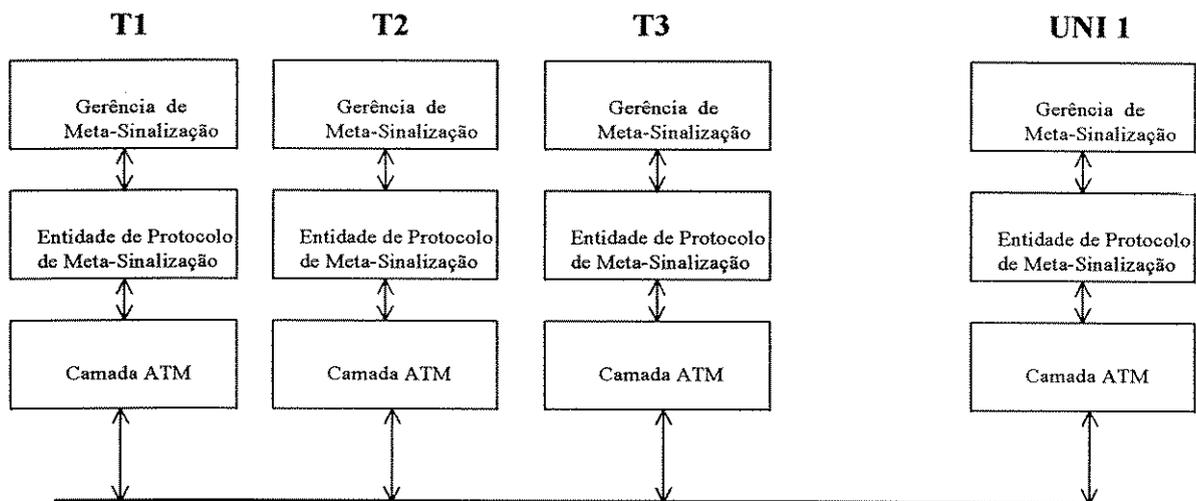


Figura 5.7: Diagrama Lógico de Meta-Sinalização de Vários Terminais Conectados a uma UNI

Pode-se ver, pela figura, que a mesma interface usuário-rede (UNI 1) provê acesso à rede ATM para T1, T2, e T3. Caso T1, T2 e T3 quisessem estabelecer conexões através da rede ATM enviando, para isso, mensagens de sinalização, no VCI=5 para a UNI 1; esta, ao receber tais mensagens, não saberia quais delas foram enviadas por T1, quais por T2 e quais por T3, portanto não saberia encaminhá-las. Com as altas velocidades de acesso a serem oferecidas em redes ATM, estes ambientes de usuário em configuração multiponto tornar-se-ão muito comuns. Com isso, é necessário que exista um procedimento que aloque canais

virtuais de sinalização distintos a T1, T2 e T3 (e diferentes do valor reservado de VCI=5). Como isto deve ser feito ?

Suponhamos que um cliente dirija-se a um provedor de serviços ATM, cliente este que possua a configuração com três terminais conforme mostrado acima. De comum acordo, estes deverão fechar um contrato de prestação de serviços onde deverão designar um canal virtual de sinalização ponto-a-ponto para cada um dos terminais T1, T2 e T3. Além disso, estes terminais possuirão canais virtuais de sinalização de difusão que também deverão ser designados, podendo ser o canal virtual de sinalização de difusão geral (SVCI=2), ou para aqueles destes três terminais que suportarem um perfil de serviço específico (identificado pelo SPID), um canal virtual de sinalização de difusão específico também a ser designado de comum acordo.

Suponhamos que seja designado o VCI=32 para T1 como canal virtual de sinalização ponto-a-ponto, o 33 para T2 e o 34 para T3. Suponhamos ainda que os terminais T1 e T2 tenham um perfil de serviço específico (SPID=A³), sendo designado para eles o canal virtual de sinalização de difusão seletivo com VCI=35, e para T3, será o 2 (geral).

Desta maneira deve-se configurar na gerência de meta-sinalização de cada equipamento, os seguintes parâmetros:

- para T1: PSVCI=32, BSVCI=35, SPID=A
- para T2: PSVCI=33, BSVCI=35, SPID=A
- para T3: PSVCI=34, BSVCI não é configurado, SPID=0⁴
- para UNI 1: SVCI's 32 a 35, SPID=A

Suponhamos que estamos na condição em que T1, T2 e T3 estejam desligados. Ao ser ligado T1, a Gerência de Meta-Sinalização gerará uma primitiva Establish Request para a Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização com PSVCI=32, BSVCI=35, RI=algum valor gerado aleatoriamente, SCON=1, SPID=A, PCR=valor de taxa de células para sinalização desejado.

A Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização de T1, ao receber esta primitiva, gera uma primitiva ATM LM Data Request para a camada ATM, com os valores de parâmetros recebidos da Gerência de Meta-Sinalização (especificados no parágrafo anterior), acrescida dos parâmetros Protocol Discriminator=1 (indicando meta-sinalização), Protocol Version=1 (indicando a versão do protocolo de meta-sinalização), CAU=0 (parâmetro não aplicável para este tipo de primitiva), CRC calculado sobre todos estes parâmetros e enchendo com zeros o que faltar para completar 48 bytes, na disposição da figura 5.3. A camada ATM, ao receber esta

³ Identificaremos o SPID por A por ser mais simples, já que a numeração de SPID consiste em 21 dígitos decimais.

⁴ Quando o terminal não suporta um SPID específico ele será alocado por "default" no BSVCI=2, este não é configurado.

primitiva, coloca o conteúdo destes parâmetros nos 48 bytes de uma célula ATM (gerando uma célula de Assign Request) também dispostos como na figura 5.3, e adiciona os 5 bytes de cabeçalho para poder realizar comutação, colocando VCI=1. A célula é então lançada no barramento.

Os terminais T2 e T3 e a UNI 1 ao identificarem uma célula de meta-sinalização (VCI=1), procedem à leitura da mesma através de suas camadas ATM conectadas diretamente ao barramento (vide figura 5.7). Os terminais T2 e T3, ao receberem o conteúdo desta mensagem de meta-sinalização em suas Entidades de Protocolo de Meta-Sinalização através de primitiva ATM LM Data Indication proveniente de suas camadas ATM, verificam que a mensagem é Assign Request e descartam, já que esta mensagem para eles não tem sentido.

Já a UNI 1, ao receber esta mensagem em sua Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização (EPMS), verifica os campos Protocol Discriminator (PD), Protocol Version (PV), verifica que a mensagem é Assign Request e calcula o CRC. Em caso de falha no campo PV, ela própria gera uma mensagem Denied com causa igual a 1, não importunando a Gerência de Meta-Sinalização que não fica nem sabendo que havia uma mensagem entrante. Em caso de falha nos outros campos a mensagem é descartada.

Supondo que não tenha havido falhas, a EPMS da UNI 1 gera uma primitiva Establish Indication para a Gerência de Meta-Sinalização da UNI 1, com os parâmetros RI, SCON, PSVCI (opcional), BSVCI (opcional), PCR e SPID.

A Gerência da UNI 1, verificará em suas tabelas configuradas a disponibilidade de alocação de um VCI de sinalização ponto-a-ponto, preferencialmente aquele que foi pedido, depois verificará se pode atender a PCR requisitada (isto também é dado de configuração), depois verificará o SPID, caso não suporte o SPID requisitado, mas possa atender o PSVCI e PCR, fará BSVCI=2, caso suporte o SPID requisitado, verificará primeiramente se algum outro terminal alocou BSVCI para aquele SPID, este será o BSVCI alocado também para este terminal, caso ainda não haja BSVCI alocado para o SPID requisitado, ela tentará alocar o valor de BSVCI requisitado através da primitiva, senão ela tentará qualquer outro e, em caso de não haver nenhum disponível ela alocará BSVCI=2.

Em função da disponibilidade, a Gerência de Meta-Sinalização da UNI 1, gerará como resposta ou uma primitiva Establish Response confirmando a alocação de um PSVCI e BSVCI, ou uma primitiva Establish Fail, negando. Esta primitiva é passada para sua EPMS, que transfere estes parâmetros também por primitiva para a camada ATM, que os lança no barramento.

T1, T2 e T3 lêem o conteúdo da célula de meta-sinalização, mas somente T1 reconhece o valor de RI (que ele havia gerado), e somente a EPMS de T1 não descarta a mensagem de meta-sinalização (as de T2 e T3 descartam). A EPMS faz as verificações que lhe são pertinentes e gera primitiva para a Gerência de Meta-

Sinalização que coloca o PSVCI=32 no estado alocado, podendo enviar mensagens de meta-sinalização através deste VCI.

É importante frisar que a UNI 1, possui tabelas com os VCI's disponíveis para sinalização (isto é configurável) e, sempre que um destes VCI's é alocado, ele é marcado na tabela como tal.

Os procedimentos de checagem e remoção são análogos e serão vistos de uma forma mais suscinta (eliminaremos da descrição as camadas ATM dos diversos equipamentos).

Caso a UNI queira verificar se um dado SVCI marcado como alocado em sua tabela está realmente alocado (isto porque o terminal que o alocou poderia, por exemplo, ter sido desligado sem ter gerado uma mensagem Removed para seu PSVCI) ela gera uma primitiva Check Request com o valor de um dado PSVCI ou com PSVCI=1 (indicando que ela deseja checar todos os PSVCI's) para a EPMS. A EPMS gera a mensagem Check Request e temporiza, aguardando todas as respostas que sejam obtidas durante a temporização. Ao final da temporização, ela gera para a Gerência de Meta-Sinalização uma primitiva Check Result, contendo um vetor com todos os SVCI's que ela tenha obtido em resposta (caso ela tenha recebido, por exemplo, duas mensagens Check Response com SVCI=32, ela gerará uma primitiva Check Result contendo duas vezes o valor 32). Caso numa primeira temporização a EPMS não receba nenhuma mensagem Check Response, ela inicia uma segunda temporização somente no fim da qual ela gerará a primitiva Check Result, se novamente não receber respostas, a primitiva será gerada contendo um vetor vazio.

Em função das respostas obtidas, a Gerência de Meta-Sinalização alterará os dados de suas tabelas de modo a refletirem o estado corrente dos VCI's de sinalização.

Para remover um VCI tanto os terminais como a rede precisam apenas gerar primitivas que vão gerar mensagens de remoção (uma primitiva Remove_Request recebida faz com que a EPMS gere duas mensagens Removed), as quais não são respondidas. O terminal somente poderá remover o seu PSVCI, já a rede poderá remover qualquer PSVCI que tenha alocado, qualquer BSVCI que tenha alocado ou até mesmo todos os SVCI's. A causa da remoção deve ser informada.

CAPÍTULO 6

PROJETO E SIMULAÇÃO

6.1 – INTRODUÇÃO

No final do capítulo anterior, definiu-se um bloco funcional de Gerência de Meta-Sinalização, que nada mais é do que a parte da Gerência de Planos¹ dedicada a supervisionar as funções ligadas à meta-sinalização. Também foi mencionada uma Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização que é parte da Entidade de Gerenciamento de Camada da camada ATM e a própria camada ATM.

As atribuições da camada ATM estão descritas em [30], a qual inclusive contém um apêndice que realiza esta descrição em linguagem formal SDL (System Description Language).

Com relação a Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização, esta está descrita em [11], contendo também um apêndice que realiza esta descrição em linguagem SDL.

A Gerência de Meta-Sinalização não é especificada, mas a partir do protocolo descrito para a meta-sinalização e da descrição formal da Entidade de Protocolo de Meta-Sinalização (EPMS) e das primitivas que permitem sua interação com a Gerência de Planos, é possível estabelecer-se uma condição de contorno que torne possível que se projete e simule a parte da Gerência de Planos responsável pela Gerência de Meta-Sinalização na UNI multiponto:

Estas condições de contorno são as seguintes (vide figura 5.4):

- quando a EPMS recebe uma mensagem Assign Request ela gera uma primitiva Establish_SVC_Indication para a Gerência de Planos, onde deve obrigatoriamente

¹ A Gerência de Planos é responsável por gerenciar todas as atribuições de todas as camadas dos três planos que compõem a tecnologia ATM.

passar os parâmetros RI, SCON, PCR, SPID e opcionalmente os parâmetros PSVCI e BSVCI (de acordo com [11]);

- uma primitiva `Establish_SVC_Indication` é respondida ou com uma primitiva `Establish_SVC_Response` (que deve conter RI, SCON, PCR, CAU, SPID, PSVCI e BSVCI) ou com `Denied_Request` (que deve conter RI e CAU);
- as causas geradas pela Gerência de Planos possíveis de existir numa primitiva `Denied_Request` são a de número 1 (que ocorre quando é requisitado o estabelecimento de um canal virtual de sinalização e não há mais nenhum disponível) e a de número 3 (quando a banda requisitada para o estabelecimento de um canal virtual de sinalização não está disponível);
- uma mensagem `Check Request` é gerada a partir de uma primitiva `Check_SVC_Request` da Gerência de Planos para a EPMS, que deve conter como parâmetro o valor do canal virtual de sinalização ponto-a-ponto a ser testado ou o valor `global=1`, que indica que todos os canais virtuais de sinalização ponto-a-ponto estão sendo testados;
- uma mensagem `Check Request` pode ser respondida com nenhuma, uma ou várias mensagens `Check Response`, durante uma temporização pré-determinada realizada na EPMS. A EPMS, a partir das mensagens `Check Response` que vier a receber, monta uma primitiva `Check_Result` para a Gerência de Planos, que contém como parâmetros os valores dos diversos PSVCI's recebidos nas mensagens `Check Response` que chegaram durante a temporização que havia realizado.
- duas mensagens `Removed` são geradas a partir de uma primitiva `Remove_Request` enviada da Gerência de Planos para a EPMS, devendo conter como parâmetros o valor do canal virtual de sinalização a ser removido e a causa da remoção. A UNI multiponto pode remover um PSVCI, um BSVCI (com todos os PSVCI's a ele associados) ou todos os SVCI's (neste caso, ela indica o valor `global=1`). Um terminal conectado somente pode remover o PSVCI a ele alocado.
- a recepção de uma mensagem `Removed` pela EPMS provoca a geração de uma primitiva `Removed` para a Gerência de Planos, contendo o valor do SVCI a ser removido e a causa da remoção.

Diante do que foi exposto, estabelecemos agora quais os recursos necessários para que a Gerência de Meta-Sinalização (que é uma parte da Gerência de Planos) possa implementar adequadamente a estrutura de primitivas com o comportamento indicado acima:

Primeiramente, a UNI multiponto precisa ser configurada de modo que possa gerenciar os canais virtuais de sinalização contratados por um cliente. Para isso ela precisará conter uma tabela que indique:

- os valores dos VCI's alocados para sinalização;
- o estado dos VCI's alocados para sinalização que podem ser: idle (quando não foi atribuído a nenhum terminal diretamente conectado), point (quando foi atribuído como PSVCI a um terminal diretamente conectado) e broad (quando foi atribuído como BSVCI a um ou mais terminais diretamente conectados);
- se o VCI está ou não em teste, considerando-se como "estar em teste" o fato de ter sido enviada primitiva Check_SVC_Request que exija uma resposta do mesmo;
- para VCI's no estado point (PSVCI's), o valor do BSVCI associado;
- para VCI's no estado point (PSVCI's), o valor do SPID associado.

Além destas informações deve poder ser configurado na UNI, quais os SPID's que ela irá suportar, bem como qual a máxima taxa total e por VCI disponível para sinalização.

A partir destas informações (mínimas) e da existência de um software adequado na UNI multiponto (que corresponde ao bloco funcional de Gerência de Meta-Sinalização), esta deverá ser capaz de receber, responder e enviar primitivas de meta-sinalização adequadamente.

6.2 – O PROJETO

A partir das condições anteriores elaborou-se o seguinte projeto de software:

- 1- Inicialmente configura-se como será o serviço a ser oferecido ao cliente: devem ser informados os parâmetros `vciini` (que corresponde ao primeiro VCI disponível para ser alocado para sinalização por procedimento de meta-sinalização), `vciqtde` (corresponde à quantidade de VCI's disponíveis para serem alocados para sinalização), `spid's` (corresponde aos valores de SPID a serem suportados pela UNI), `pertot` (corresponde à banda total disponível para sinalização) e `pcr` (corresponde à máxima banda disponível por VCI de sinalização)².
- 2- Após este passo, o software automaticamente deixa o modo de simulação e entra no modo de comandos onde temos os comandos:
 - 2.1- "help" (que lista os comandos disponíveis);
 - 2.2- "quit" (que finaliza o programa);
 - 2.3- "check" (que provoca o envio de uma primitiva Check_Request a partir da Gerência de Meta-Sinalização);

² Estabeleceu-se valores máximos para estes parâmetros para se facilitar a visualização em ambiente de simulação.

- 2.4- “tudorem” (que provoca o envio de primitiva Remove_Request a partir da Gerência de Meta-Sinalização requisitando a remoção de todos os SVCI’s);
 - 2.5- “psvcrem” (que provoca o envio de primitiva Remove_Request a partir da Gerência de Meta-Sinalização requisitando a remoção de um PSVCI);
 - 2.6- “bsvcrem” (que provoca o envio de primitiva Remove_Request a partir da Gerência de Meta-Sinalização requisitando a remoção de um BSVCI);
 - 2.7- “run” (que coloca a Gerência de Meta-Sinalização no modo de recepção de primitivas provenientes da EPMS).
- 3- Para simularmos uma primitiva entrante após termos entrado o comando “run” devemos entrar com a primitiva e parâmetros obrigatórios e se quisermos, os opcionais, na seguinte estrutura:
- 3.1- A primitiva Establish_Request deve ser entrada na seguinte forma: 01RRRSSDDDDDDPPPPBBBB;
 - 3.2- A primitiva Check_Response na seguinte forma: 05TTPPPP(PPPP);
 - 3.3- A primitiva Removed na seguinte forma: 06PPPPCC;

onde:

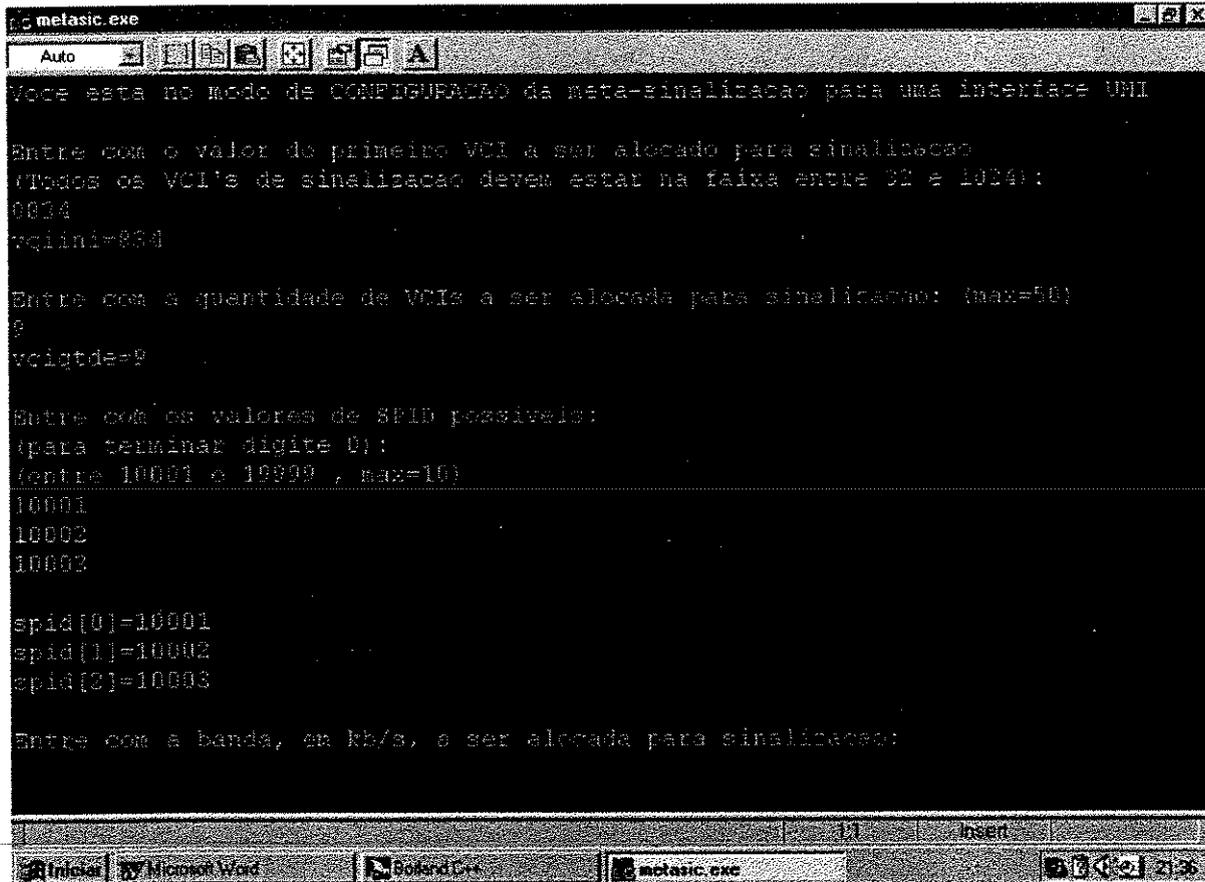
RRR: valor entre 001 e 255, correspondendo ao RI;
SS: valor 0 ou 1, correspondendo ao SCON;
DDDDD: valor entre 10001 e 19999, correspondendo ao SPID;
PPPP: valor entre 0032 e 1024, correspondendo ao PSVCI;
BBBB: valor entre 0032 e 1024, correspondendo ao BSVCI;
TT: valor de ponteiro, indicando a quantidade de PSVCI’s existente no vetor;
CC: valor entre 00 e 07, correspondendo a Cause.

Passemos então à simulação:

6.3- A SIMULAÇÃO

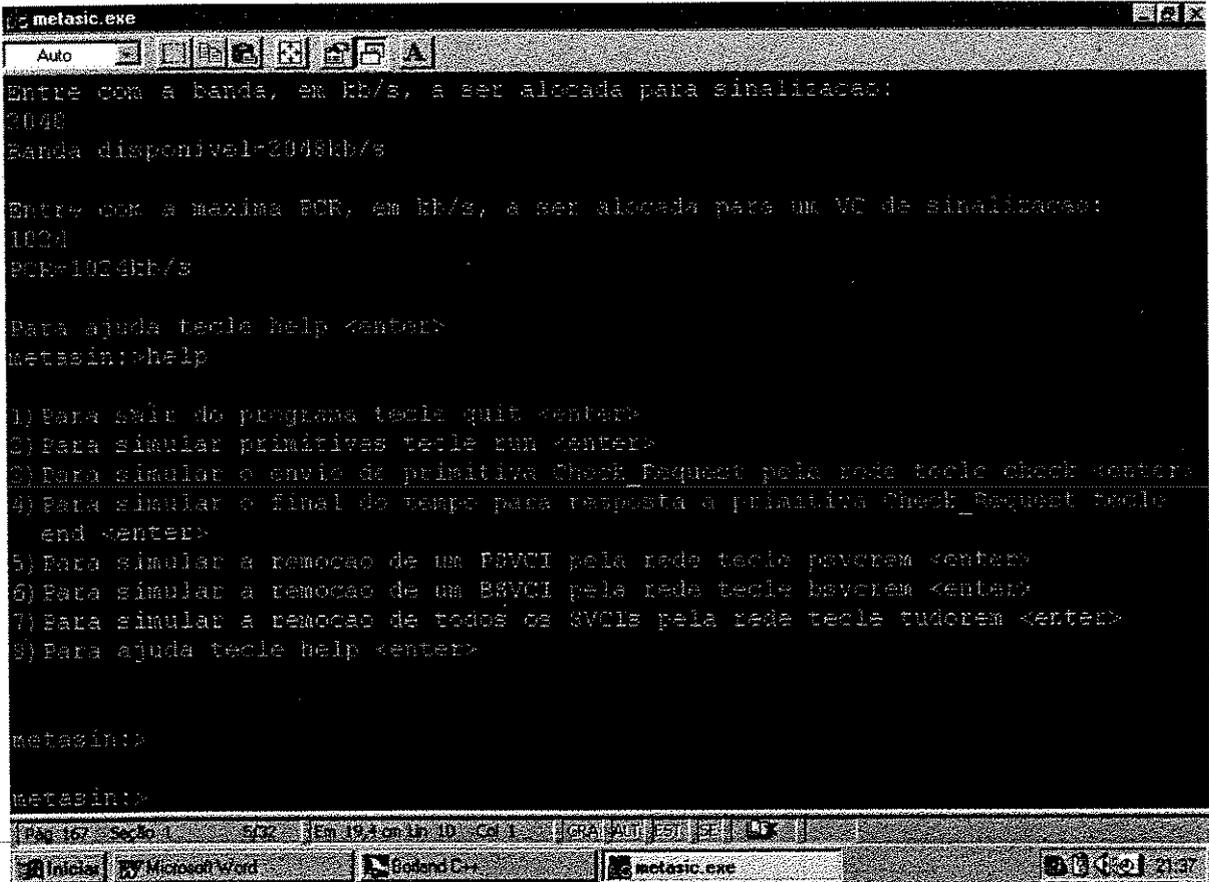
A partir da próxima página serão mostradas telas sequenciais com os resultados obtidos pelo programa desenvolvido sob as premissas anteriormente colocadas. O programa, em linguagem C, consta do Anexo C:

Observação Importante: O programa possui mais recursos do que os mostrados nesta simulação. Estes poderão ser demonstrados.



```
metasic.exe
Auto
Voce esta no modo de CONFIGURACAO da meta-sinalizacao para uma interface UNI
Entre com o valor do primeiro VCI a ser alocado para sinalizacao
(Todos os VCI's de sinalizacao devem estar na faixa entre 32 e 1024):
0034
vciini=834
Entre com a quantidade de VCIs a ser alocada para sinalizacao: (max=50)
9
vciqtde=9
Entre com os valores de SPID possiveis:
(para terminar digite 0):
(entre 10001 e 19999 , max=10)
10001
10002
10003
spid[0]=10001
spid[1]=10002
spid[2]=10003
Entre com a banda, em kb/s, a ser alocada para sinalizacao:
```

Iniciou-se no modo de configuração. Foram configurados $vciini=834$, e $vciqtde=9$; isto significa que os VCI's de 834 a 842 estarão disponíveis para sinalização. Foram configurados para serem suportados os SPID's 10001, 10002 e 10003.



```
metasic.exe
Auto
Entre com a banda, em kb/s, a ser alocada para sinalização:
2048
Banda disponível=2048kb/s

Entre com a máxima PCR, em kb/s, a ser alocada para um VC de sinalização:
1024
PCR=1024kb/s

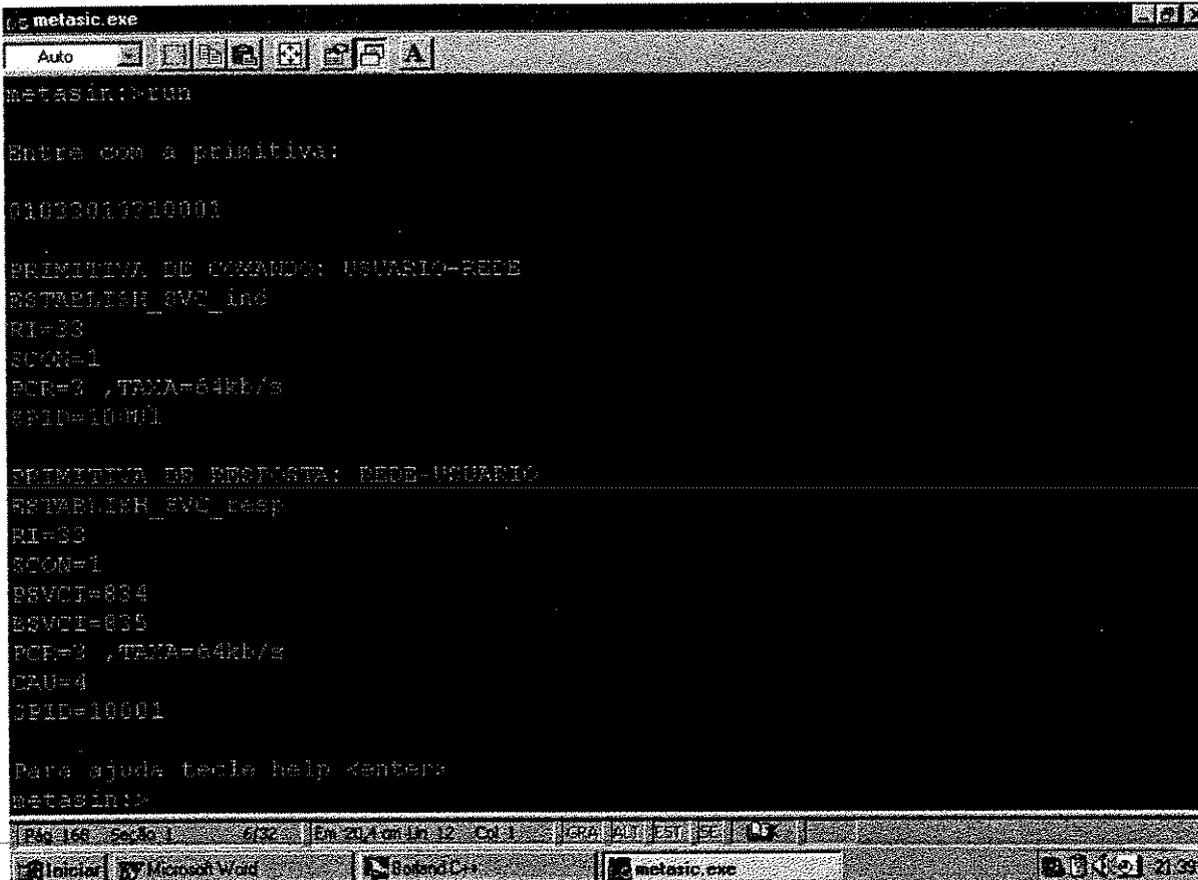
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>help

1) Para sair do programa tecle quit <enter>
2) Para simular primitivas tecle run <enter>
3) Para simular o envio de primitiva Check_Request pela rede tecle check <enter>
4) Para simular o final do tempo para resposta a primitiva Check_Request tecle
   end <enter>
5) Para simular a remoção de um FSVCI pela rede tecle pavorer <enter>
6) Para simular a remoção de um BSVCI pela rede tecle bavorer <enter>
7) Para simular a remoção de todos os SVCIz pela rede tecle tudorem <enter>
8) Para ajuda tecle help <enter>

metasim:>
metasim:>
```

Foram configuradas como Banda Total Disponível para sinalização, a taxa de 2048 kb/s e a máxima taxa disponível por VCI de sinalização como sendo 1024 kb/s.

O programa saiu do modo de configuração e foi teclado o comando help que enviou a tela de ajuda.



```
metasic.exe
Auto
metasim:>run
Entre com a primitiva:
01000010010001
PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
ESTABLISH_SVC_in6
RI=33
RCON=1
PCR=3 ,TMA=64kb/s
SPID=10001
PRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO
ESTABLISH_SVC_resp
RI=33
RCON=1
PSVCI=834
BSVCI=835
PCR=3 ,TMA=64kb/s
CAU=4
SPID=10001
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
```

Foi teclado comando Run e entrada a primitiva de estabelecimento sem os parâmetros opcionais PSVCI e BSVCI.

Como nenhum SVCi havia sido alocado, foram alocados os primeiros da tabela : o 834 (como PSVCI) e o 0835 (como BSVCI) . A taxa pedida para o PSVCI foi de 64kb/s, tendo sido atendida. O BSVCI foi alocado com banda de 16 kb/s (adotou-se como condição padrão para este projeto).

O SPID foi reconhecido (CAU=4), o que permitiu a alocação do BSVCI pedido.

```

metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:run

Entre com a primitiva:

Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCIs de sinalização, neste instante, eh:

VCI      STATUS    TESTES    DIFUSAO    SPID      TAXA
834      point     no        835        10001     64
835      broad     no        0          0         16
836      idle      no        0          0         0
837      idle      no        0          0         0
838      idle      no        0          0         0
839      idle      no        0          0         0
840      idle      no        0          0         0
841      idle      no        0          0         0
842      idle      no        0          0         0

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>

```

Foi teclado run e <barra de espaço>, o que mostrou a tabela de alocação, que confirma o que foi requisitado por primitivas na página anterior.

O VCI 834 foi alocado como ponto-a-ponto (point), sendo associado ao SPID 10001, que é associado ao BSVCI 835 com taxa de 64kb/s.

O VCI 835 foi alocado como de difusão (broad) com taxa de 16kb/s.



```
metasic.exe
Auto
Entre com a primitiva:
0122201071000108380840
PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
ESTABLISH SVC_ind
RI=222
SCOM=1
PCR=7 ,TAXA=1024kb/s
SPID=10001
PSVCI=838
BSVCI=842
PRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO
ESTABLISH SVC_resp
RI=222
SCOM=1
PSVCI=838
BSVCI=835
PCR=7 ,TAXA=1024kb/s
CAU=4
SPID=10001
Para ajuda tecle help <enter>
metasic:>
```

Foi teclado run e foi entrada primitiva de estabelecimento requisitando PSVCI=838, BSVCI=842, SPID=10001 e taxa=1024kb/s.

Foi estabelecido o circuito com PSVCI=838 (conforme requisitado) e BSVCI=835 (pois este BSVCI já está relacionado com o SPID 10001; vide página anterior) e taxa de 1024kb/s. O SPID 10001, que é suportado, foi reconhecido (CAU=4).

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:run

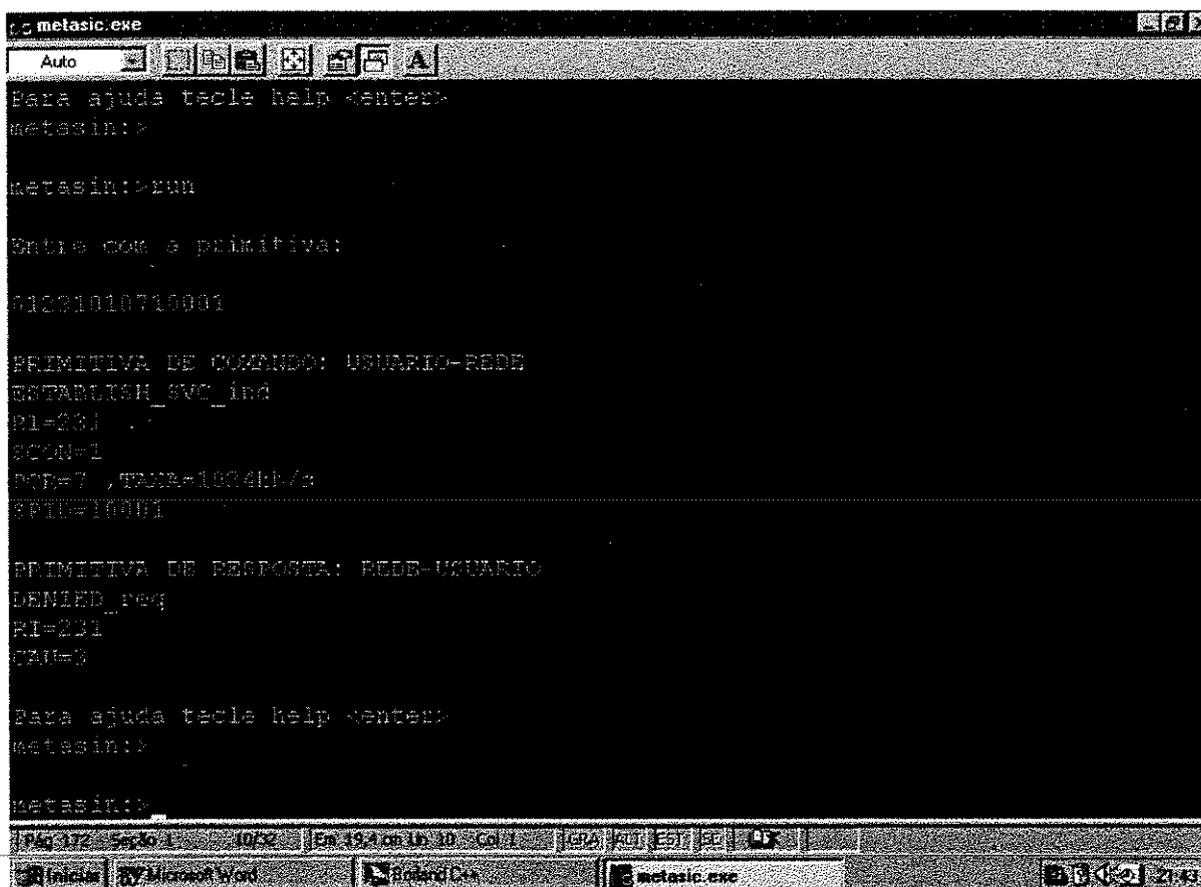
Entre com a primitiva:

Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCIs de sinalização, neste instante, eh:

VCI	ESTADO	TESTE	DESENHO	SPID	TAXA
834	point	no	835	10001	64
835	broad	no	0	0	16
836	idle	no	0	0	0
837	idle	no	0	0	0
838	point	no	835	10001	1024
839	idle	no	0	0	0
840	idle	no	0	0	0
841	idle	no	0	0	0
842	idle	no	0	0	0

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:
metasim:

A tabela mostra o que foi feito até agora a partir das duas primitivas entradas. Note que dos 2048kb/s alocados na configuração para a sinalização 1104kb/s já foram utilizados.



```
metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>run
Entre com a primitiva:
01221010710001
PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
ESTABLISH_SVC_ind
RI=231
STOR=1
DCR=7 ,TADR=1024kb/s
RPLD=1000
PRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO
DENIED_req
RI=231
CAU=3
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>
```

Foi enviada nova primitiva de estabelecimento requisitando uma taxa de 1024kb/s. Como comentou-se na página anterior, 1104kb/s dos 2048kb/s foram alocados, portanto tem-se disponível apenas 944kb/s para alocação, não sendo possível atender à requisição.

Em resposta foi gerada primitiva Denied indicando a não existência da banda requisitada (CAU=3).

```

metasin:
metasin:run
Entre com a primitiva:

Não foi entrada uma primitiva!
A tabela da alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, é:

VCI      ESTADO      TESTES      DEFUSAO      SETO      TAMO
834      point      no          835          10001     64
835      broad      no          0            0         16
836      idle       no          0            0         0
837      idle       no          0            0         0
838      point      no          835          10001     1024
839      idle       no          0            0         0
840      idle       no          0            0         0
841      idle       no          0            0         0
842      idle       no          0            0         0

Para ajuda tecle help <enter>
metasin:>
metasin:

```

A tabela mostra a mesma situação da página 170, comprovando que a alocação da página 171 não foi realizada:

```

metasim.exe
Auto
Entre com a primitiva:

0124301051000208340837

PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-PEDE
ESTABELECH_SVC_ind
RI=243
SCOM=1
PCR=5 ,TAXA=256kb/s
SPID=10002
PSVCI=834
BSVCI=837

PRIMITIVA DE RESPOSTA: PEDE-USUARIO
ESTABELECH_SVC_ind
RI=243
SCOM=1
PSVCI=836
BSVCI=837
PCR=5 ,TAXA=256kb/s
CAU=4
SPID=10002

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:

```

Foi requisitado PSVCI=834 (pela tabela da página anterior, já está alocado), BSVCI=837, taxa de 256kb/s para o PSVCI e o SPID 10002 (que foi configurado como suportado).

Foi estabelecido PSVCI=836 (o primeiro valor livre, já que os valores 834 e 835 estão alocados) com taxa 256kb/s, o SPID foi reconhecido (CAU=4), e o BSVCI foi estabelecido no valor requisitado (0837), já que ainda não havia sido estabelecido BSVCI para o SPID 10002.

```

metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>run

Entre com a primitiva:

Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, eh:

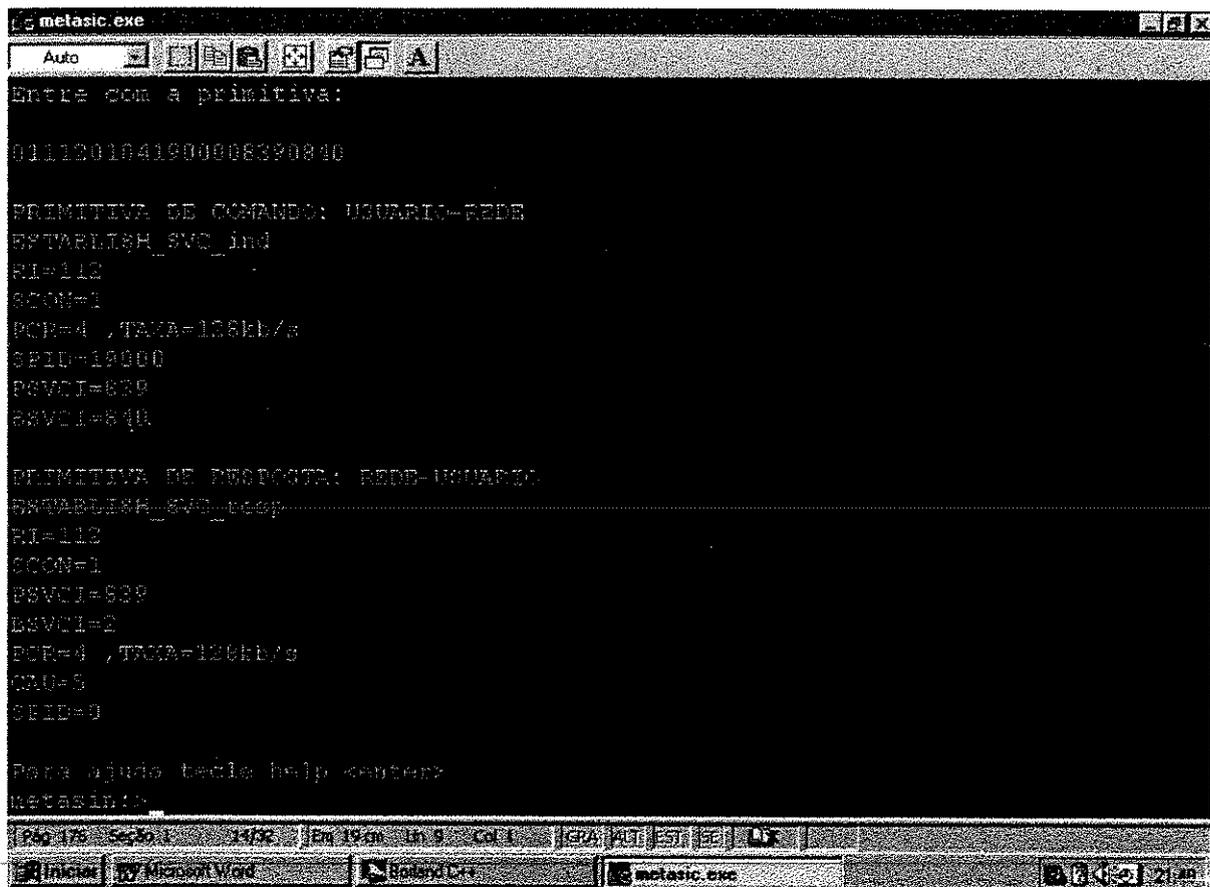
VCI      ESTADO      TESTE1     DIFUSAO     SPID      TAMIA
834      point       no         835         10001     64
835      broad       no         0           0         16
836      point       no         837         10000     64
837      broad       no         0           0         16
838      point       no         835         10001     1024
839      idle        no         0           0         0
840      idle        no         0           0         0
841      idle        no         0           0         0
842      idle        no         0           0         0

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>

metasim:>

```

A tabela reflete as alterações feitas na página anterior, mostrando a associação do BSVCI 837 com o SPID 10002.



```
metasim.exe
Auto
Entre com a primitiva:
0111201041900008390840

PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
ESTABLISH_SVC_ind
RI=112
SCOM=1
PCR=4 ,TAXA=128kb/s
SPID=19000
PSVCI=839
BSVCI=840

PRIMITIVA DE REDESTR: REDE-USUARIO
ESTABLISH_SVC_ind
RI=112
SCOM=1
PSVCI=839
BSVCI=2
PCR=4 ,TAXA=128kb/s
CAU=5
SPID=0

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:
```

Foram requisitados PSVCI=839 com taxa de 128kb/s, BSVCI=840, SPID=19000.

Foram estabelecidos o próprio PSVCI=839 com 128kb/s (este VCI estava livre), mas o BSVCI estabelecido foi o 2 (que é o valor geral) já que o SPID 19000 não foi configurado (vide página 165) não tendo sido reconhecido (CAU=5).

```

C:\metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>run

Entre com a primitiva:

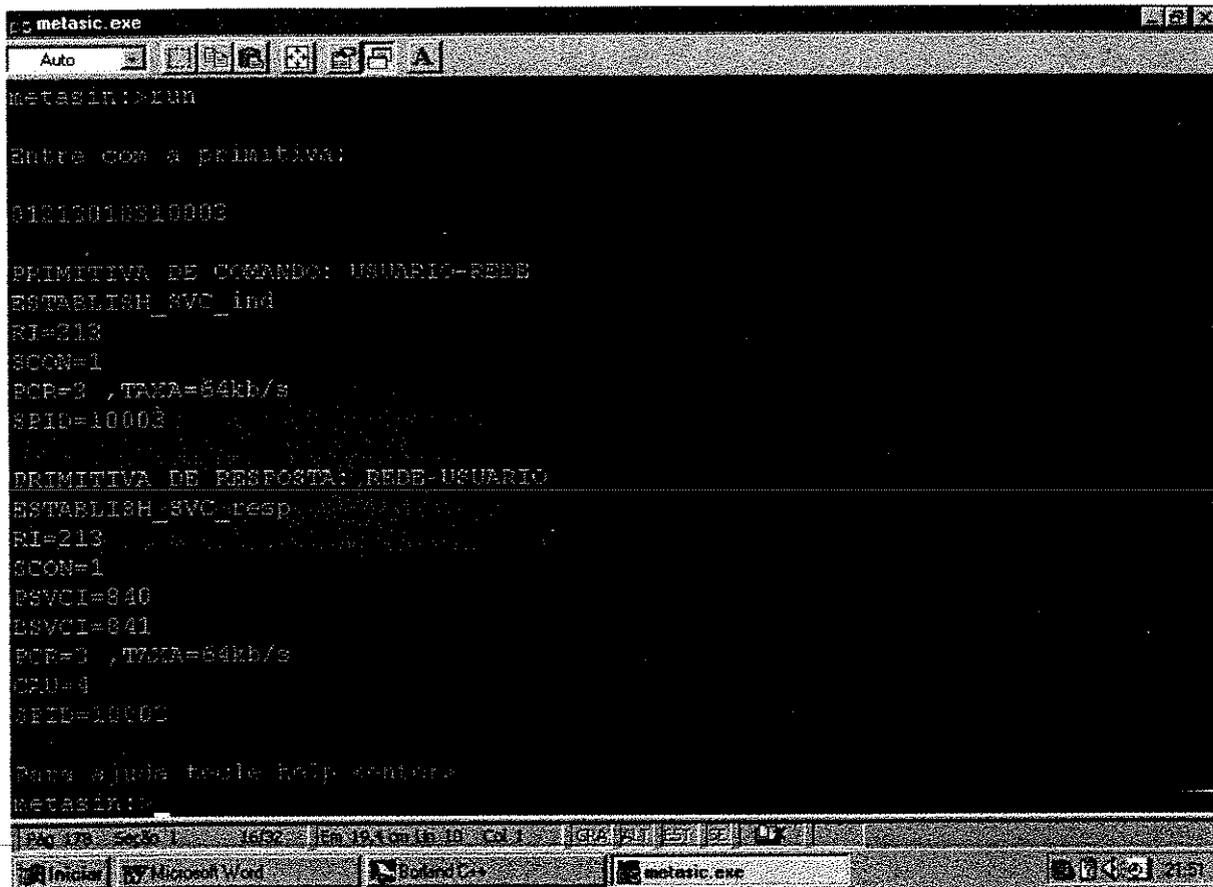
Mas foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, é:

VCI      ESTADO      TESTE?      RECURSO      SEID      TWCA
834      point       no          834          10001     54
835      broad       no          0            0         12
836      point       no          836          10002     296
837      broad       no          0            0         12
838      point       no          838          10001     1024
839      point       no          0            0         128
840      idle        no          0            0         0
841      idle        no          0            0         0
842      idle        no          0            0         0

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>

```

A tabela reflete as alterações devido à primitiva da página anterior.



```
metasim.exe
Auto
metasim:>LUM
Entre com a primitiva:
01R1201RS10003
PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
ESTABLISH_SVC_ind
RI=313
SCON=1
PCR=3 ,TAMA=64kb/s
SPID=10003
PRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO
ESTABLISH_SVC_resp
RI=213
SCON=1
PSVCI=840
BSVCI=841
PCR=3 ,TAMA=64kb/s
CFU=4
SPID=10003
Para ajuda tecle help <entrou>
metasim:>
```

Novas alocações, análise deixada para o leitor.

```
metasim.exe
Auto
metasim: > run
metasim:
Entre com a primitiva:
010210100310003

PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-FEDE
ESTABLISH_SVC_ind
RI=231
SCON=1
PCR=3 ,TAXA=64kb/s
SPID=10003

PRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO
ESTABLISH_SVC_resp
RI=231
SCON=1
PSVCI=842
BSVCI=841
PCR=3 ,TAXA=64kb/s
CAU=4
SPID=10002

Para ajuda tecle help dentro do
metasim:
[Taskbar: Inicio, Microsoft Word, Internet Explorer, metasim.exe, 21:51]
```

Novas alocações, análise deixada para o leitor.

```

metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>run

Entre com a primitiva:

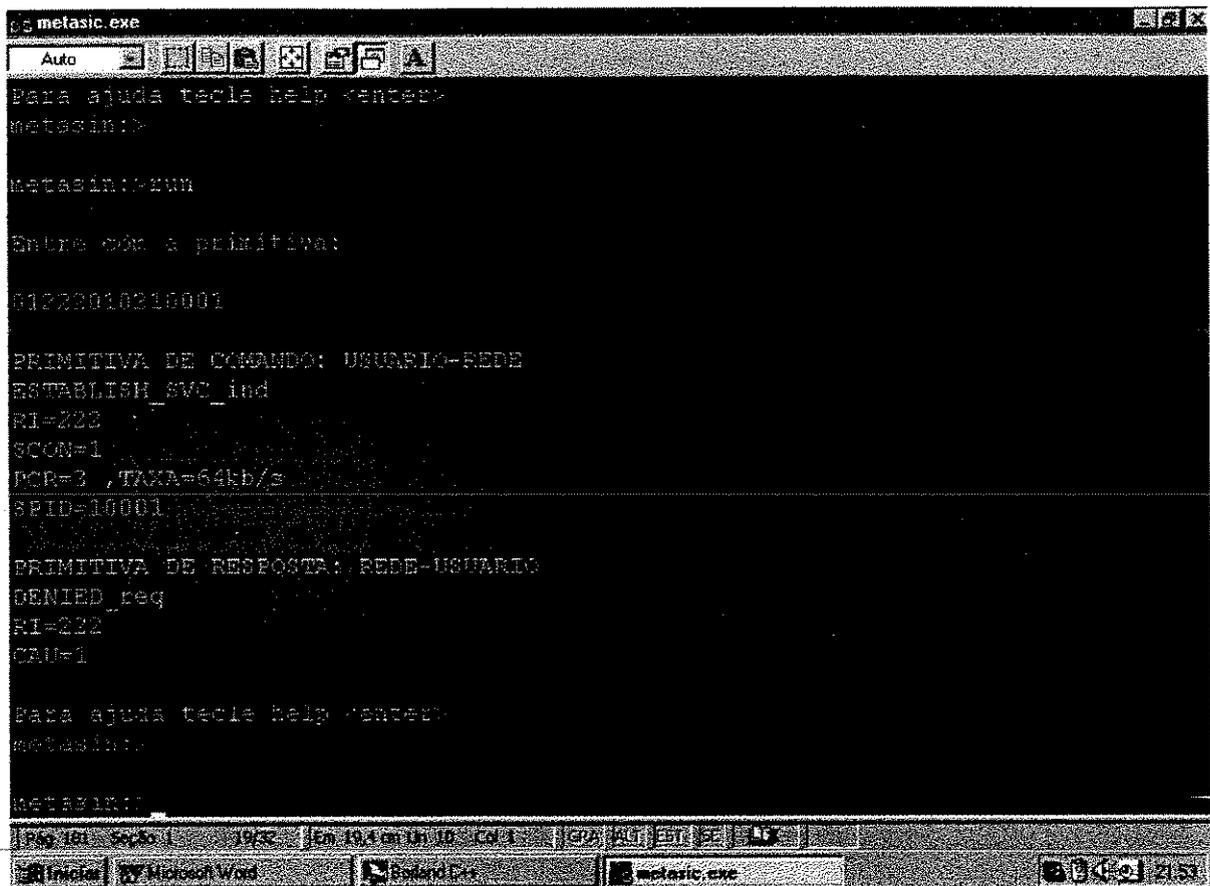
Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, é:

VCI      ESTADO      TESTE?      DIFUSAO      SVID      TWCA
834      point       no          835          10001      64
835      broad       no          0            0          16
836      point       no          837          10002      256
837      broad       no          0            0          16
838      point       no          838          10001      1024
839      point       no          2            0          128
840      point       no          841          10003      64
841      broad       no          0            0          16
842      point       no          842          10003      64

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>

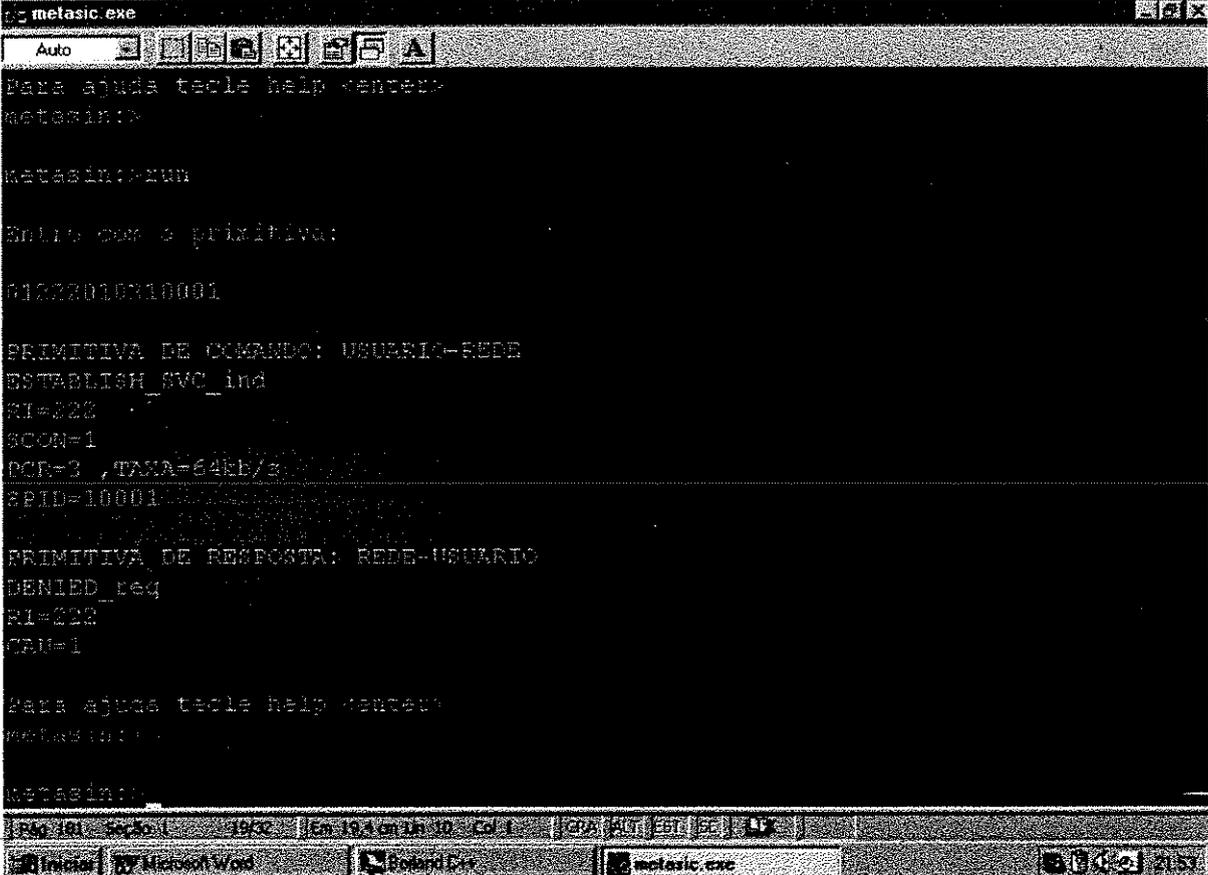
```

Em função das alocações das duas páginas anteriores, não há mais SVCIs disponíveis (nenhum com estado em “idle”).



```
cs metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim://www
Entre com a primitiva:
51223010210001
PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
ESTABLISH_svc_ind
RI=232
SCON=1
PCR=3 ,TXNA=64kb/s
SPID=10001
PRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO
DENIED_req
RI=232
CAU=1
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim://
```

Requisitou-se novos estabelecimentos, mas não foi possível, pois todos os VCI's já estão alocados (vide tabela na página anterior). Isto é indicado por CAU=1.



```
metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>run
Entrar com a primitiva:
0100001000100001
PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
ESTABLISH_SVC_ind
RI=222
SCON=1
PCR=2 ,TAXA=64kb/s
SPID=10001
PRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO
DENIED_req
RI=222
CAU=1
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>
```

Foi entrado comando `psvcrem`, que simula a remoção de um PSVCI originado pela rede, foi pedido que o PSVCI a ser removido fosse o 834. A simulação por comando fez com que a rede (UNI multiponto) gerasse a primitiva.

```

metasim.exe
Auto
metasim:>
metasim:>
metasim:>run
Entre com a primitiva:

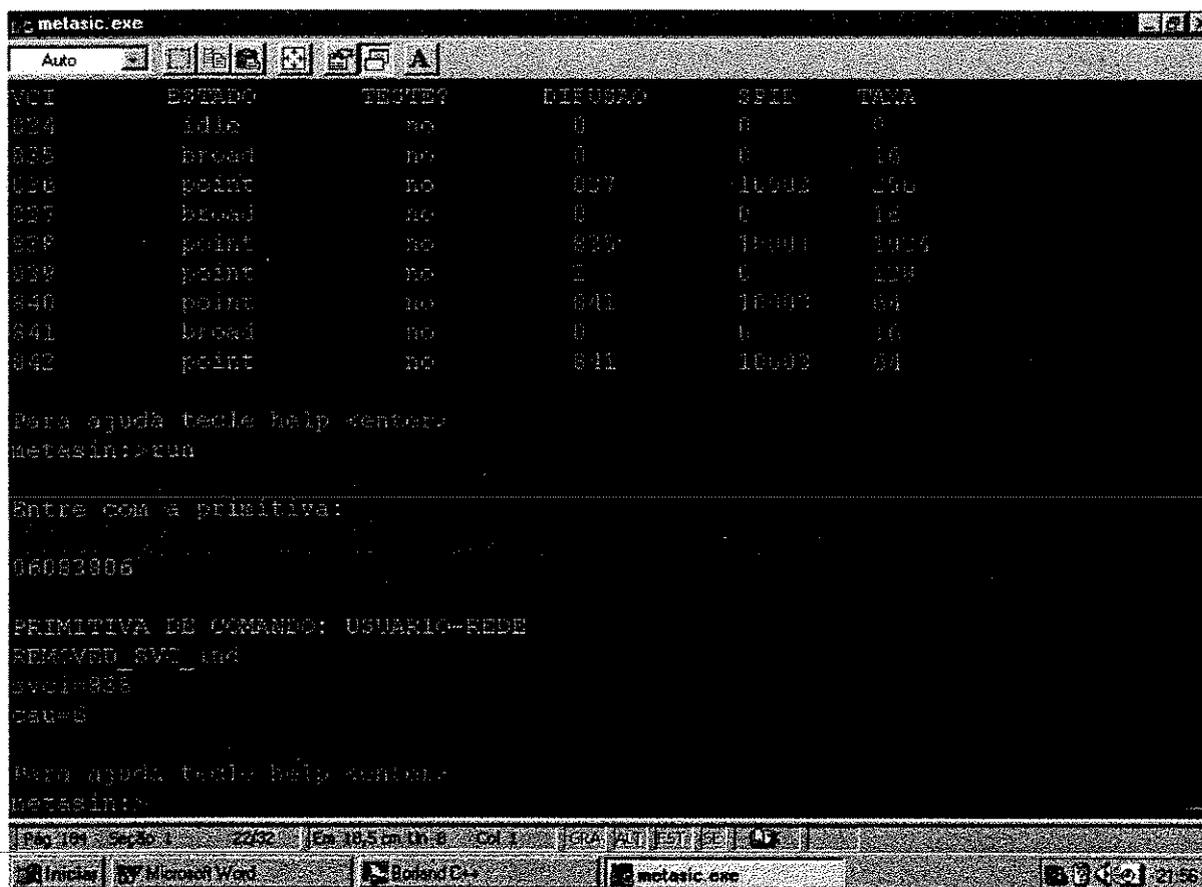
Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocao dos VCI's de sinalizacao, neste instante, eh:

VCI      ESTADO      TESTE?      DIFUSAO      SPID      TAMM
824      idle        no          0            0         0
835      broad      no          0            0         16
836      point     no          837          10002     256
837      broad      no          0            0         16
838      point     no          835          10001     1024
839      point     no          2            0         128
840      point     no          841          10003     64
841      broad      no          0            0         16
842      point     no          841          10003     64

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>

```

Verifica-se na tabela que o VCI 834 realmente foi removido.



The screenshot shows a terminal window titled 'metasim.exe' with a menu bar containing 'Auto' and several icons. The main content is a table with columns: VCI, ESTADO, TECHE?, BIFUSAO, SSID, and TAMA. Below the table, there is a prompt 'metasim:run' and a command 'PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE' followed by 'REMOVENDO SVC ind' and 'svci=838'. The terminal also shows a status bar at the bottom with various system information and icons.

VCI	ESTADO	TECHE?	BIFUSAO	SSID	TAMA
834	idle	no	0	0	0
835	broad	no	0	0	16
836	point	no	837	10002	160
837	broad	no	0	0	16
838	point	no	839	10001	1024
839	point	no	2	0	128
840	point	no	841	10003	64
841	broad	no	0	0	16
842	point	no	841	10003	64

Para ajuda tecle help center:
metasim:run

Entre com a primitiva:

PRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE
REMOVENDO SVC ind
svci=838
sau=0

Para ajuda tecle help center:
metasim:

Foi teclado comando run e entrada primitiva de remoção para a UNI multiponto, pedindo a remoção do VCI=838.

```

c:\metasic.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasin:>run

Entre com a primitiva:

Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, eh:

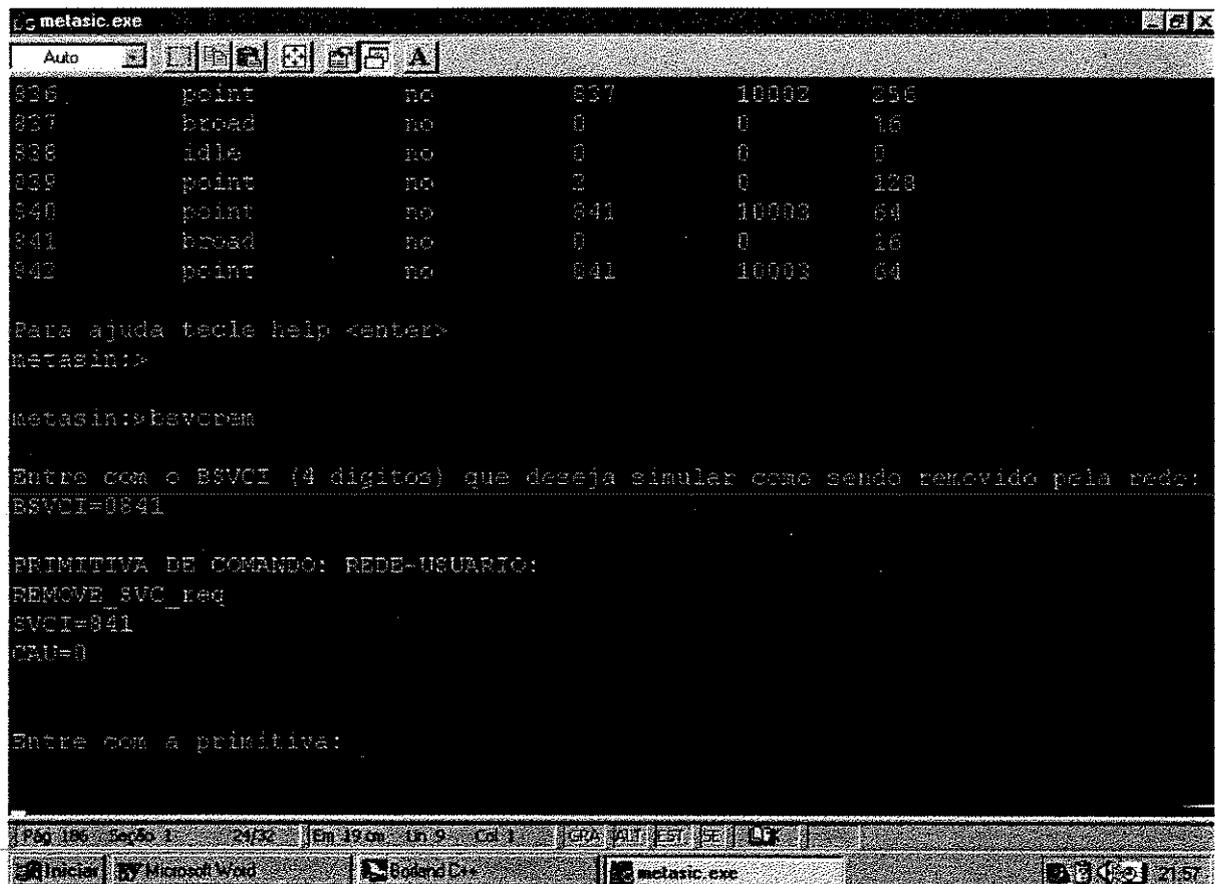
VCI      ESTADO      TESTE?      DIFUSAO      SPID      TAMA
834      idle        no          0             0         0
835      idle        no          0             0         0
836      point      no          837          10002     256
837      broad      no          0             0         16
838      idle        no          0             0         0
839      point      no          2             0         128
840      point      no          841          10003     64
841      broad      no          0             0         16
842      point      no          841          10003     64

Para ajuda tecle help <enter>
metasin:>

metasin:>

```

Nota-se que o VCI=838 foi removido, bem como o VCI=835 (que era um BSVCI, e deixou de estar associado a PSVCI's).



```
metasim.exe
Auto
836 point no 837 10002 256
837 broad no 0 0 16
838 idle no 0 0 0
839 point no 2 0 128
840 point no 841 10003 64
841 broad no 0 0 16
842 print no 841 10003 64

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>

metasim:>bsvcrem

Entre com o BSVCI (4 digitos) que deseja simular como sendo removido pela rede:
BSVCI=0841

PRIMITIVA DE COMANDO: REDE-USUARIO:
REMOVE_SVC_req
EVC=841
CAU=0

Entre com a primitiva:
```

Teclou-se o comando bsvcrem que simula a remoção pela rede de um BSVCI (e de todos os PSVCI's associados). Foi pedido que o BSVCI 841 fosse removido.

```

metasim.exe
Auto
Entre com a primitiva:
Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, eh:
VCI      ESTADO      TESTES      DIFUSAO      SPID      TAMM
834      idle        no          0             0          0
835      idle        no          0             0          0
836      point      no          837          10002      256
837      broad      no          0             0          16
838      idle        no          0             0          0
839      point      no          2             0          108
840      idle        no          0             0          0
841      idle        no          0             0          0
842      idle        no          0             0          0
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>
metasim:>

```

Pág 187 Seção 1 25/02 Em 19 de out In 0 Col 1 | CMA | ALT | EST | SE | SLK |
 Iniciar Microsoft Word WordPad++ metasim.exe 21:58

O BSVCI 841 (e os PSVCI's 840 e 842 que estavam a ele associados) foram removidos (vide 2 páginas anteriores).

```

metasim.exe
Auto
metasim:>check

PRIMITIVA DE COMANDO: REDE-USUARIO
CHECK_SVC_req
SVCI=1

Entre com a primitiva:

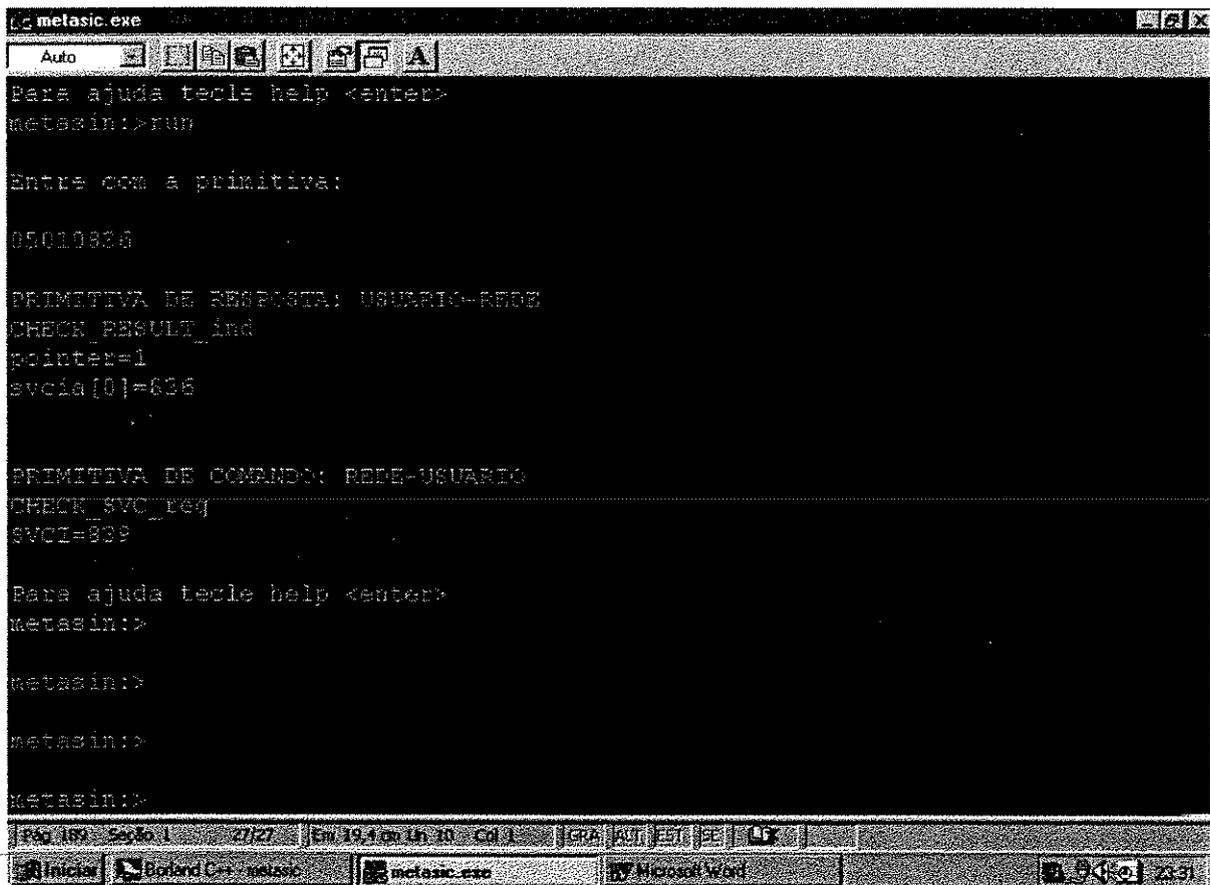
Mac foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, eh:

VCI      ESTADO      TESTE?      DIFUSAO      SPID      TAMR
834      idle        no          0             0          0
835      idle        no          0             0          0
836      point      yes         837          10000     256
837      broad      no          0             0          16
838      idle        no          0             0          0
839      point      yes         2            0          128
840      idle        no          0             0          0
841      idle        no          0             0          0
842      idle        no          0             0          0

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>

```

Foi teclado comando check que simula o envio de uma primitiva Check_Request com SVCI=1, que indica que todos os PSVCI's foram colocados em teste (teste?=yes). Isto é confirmado pela tabela.



```
metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>run

Entre com a primitiva:

05010336

PRIMITIVA DE RESPOSTA: USUARIO-REDE
CHECK_RESULT_ind
pointer=1
svcia[0]=836

PRIMITIVA DE COMANDO: REDE-USUARIO
CHECK_SVC_F04
SVCI=839

Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>

metasim:>

metasim:>

metasim:>
```

Foi simulado o recebimento pela rede de uma primitiva Check_Result (comando run e primitiva), tendo sido simulada resposta ao teste somente pelo VCI=836.

Automaticamente, a rede detecta que o VCI 839 não respondeu ao teste e gera um comando de teste somente para este VCI.

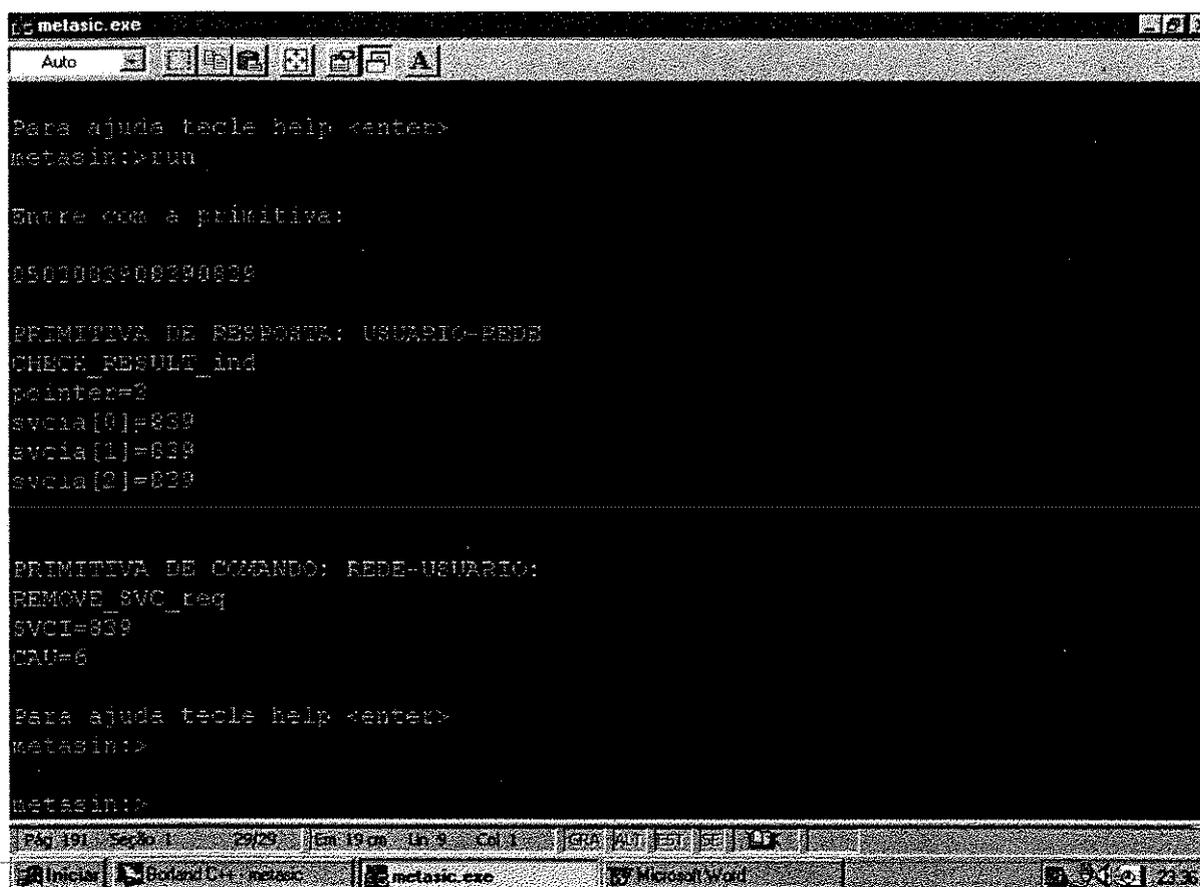
```

metasim.exe
Auto
metasim:>
metasim:>
metasim:>run
Entre com a primitiva:
Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, eh:
VCI      ESTADO      TESTES      DIFUSAO      SPID      TAMPA
834      idle        no          0             0          0
835      idle        no          0             0          0
836      point      no          837          10002      256
837      broad      no          0             0          16
838      idle        no          0             0          0
839      point      yes         2             0          128
840      idle        no          0             0          0
841      idle        no          0             0          0
842      idle        no          0             0          0
Para ajuda tecle help dentro:
metasim:>

```

Pág 190 Sec 20:1 28/28 | Em 20.4 on Lb 12 Col 1 | CPU AUT EST 9E |
 Iniciar | Botões de metasim | metasim.exe | Microsoft Word | 23:34

Nota-se pela tabela que somente o VCI 839 está em teste, conforme esperado.



```
metasplic.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasplic:>run

Entre com a primitiva:

2502003900390039

PRIMITIVA DE RESPOSTA: USUARIO-REDE
CHECK_RESULT_ind
pointer=3
svcia[0]=839
svcia[1]=839
svcia[2]=839

PRIMITIVA DE COMANDO: REDE-USUARIO:
REMOVE_SVC_req
SVCI=839
CAU=6

Para ajuda tecle help <enter>
metasplic:>

metasplic:>
```

Simulou-se que a resposta recebida fosse três terminais alocados no PSVCI=839.

A rede detectou a incoerência, e removeu o PSVCI=839, indicando que estava atribuído a mais de um terminal conectado a UNI. Isto foi feito automaticamente.

```

cc metasim.exe
Auto
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>
metasim:>run
Entra com a primitiva:
Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocao dos VCI's de sinalizacao, neste instante, eh:
VCI      ESTADO    TESTES    DIFUSAO    SPID      TAXA
834      idle      no        0          0         0
835      idle      no        0          0         0
836      point    no        837        10002     256
837      brosd    no        0          0         16
838      idle      no        0          0         0
839      idle      no        0          0         0
840      idle      no        0          0         0
841      idle      no        0          0         0
842      idle      no        0          0         0
Para ajuda tecle help <enter>
metasim:>

```

Pág 192 Seção 1 30/30 Em 19/04/99 Cd 1 CMA ALT ETT EF

Inicio Bonard L. metasim metasim.exe Microsoft Word

A tabela mostra que o PSVCI 839 foi removido (“idle”).

```

metasim.exe
Auto
Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalização, neste instante, eh:

VCI      ESTADO      TESTES      DIFUSAO      SRID      TAXA
824      idle        no          0             0          0
835      idle        no          0             0          0
836      point      no          827          10000     256
837      broad      no          0             0          16
838      idle        no          0             0          0
839      idle        no          0             0          0
840      idle        no          0             0          0
841      idle        no          0             0          0
842      idle        no          0             0          0

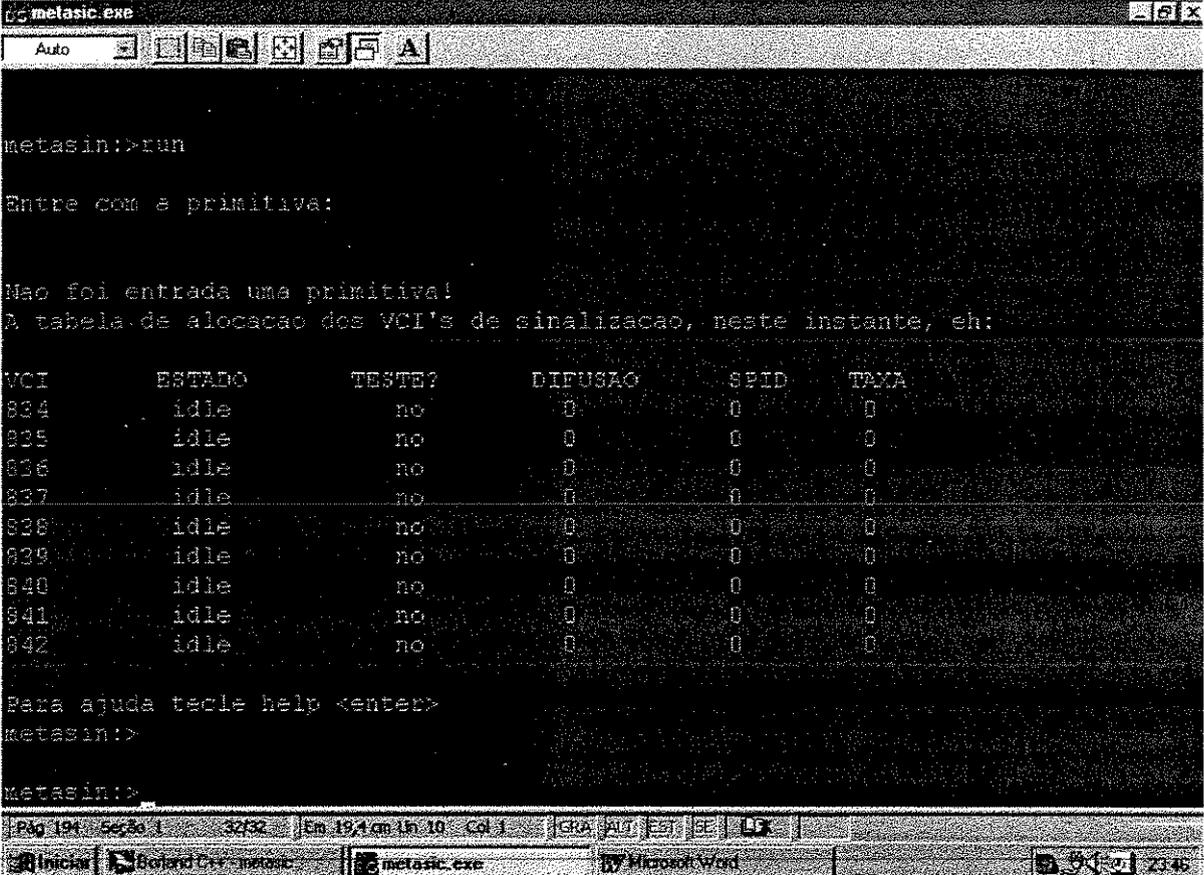
Para ajuda tecla help <enter>
metasim:>tudorem

PRIMITIVA DE COMANDO: REDE-USUARIO:
REMOVE_SVC_req
SVCI=1
CAU=7

METASIM:>

```

Foi simulado um envio de primitiva `Remove_Request` pela rede, requisitando a remoção de todos os SVCI's, por motivo de reinicialização de sistema (CAU=7).



```
metasic.exe
Auto
metasin:>run
Entre com a primitiva:
Nao foi entrada uma primitiva!
A tabela de alocação dos VCI's de sinalizacao, neste instante, eh:
VCI      ESTADO    TESTE?    DIFUSAO    SPID    TAXA
834      idle      no        0          0       0
835      idle      no        0          0       0
836      idle      no        0          0       0
837      idle      no        0          0       0
838      idle      no        0          0       0
839      idle      no        0          0       0
840      idle      no        0          0       0
841      idle      no        0          0       0
842      idle      no        0          0       0
Para ajuda tecle help <enter>
metasin:>
metasin:>
```

Pág. 194 - Seção 1 - 32/32 - Em 19,4 cm ln 10 - Col 1 - GRA - ALT - EST - GE - LG

Iniciar - Roberto C. ... - metasic.exe - Microsoft Word - 5x - 21 - 23:45

A tabela mostra que todos os VCI's estão "idle", disponíveis para serem novamente alocados pelos terminais do cliente que requisitou este serviço.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÃO

Pode-se chegar a várias conclusões a partir do que foi, neste trabalho, apresentado:

- a estrutura dos protocolos de sinalização muito evoluiu desde a Sinalização por Canal Associado até a Sinalização utilizada na RDSI-FL, porém seu princípio permanece o mesmo, inclusive para a B-ISUP: o de trocar-se mensagens de sinalização endereçadas aos equipamentos seguintes que possam trocar mensagens de sinalização (e não diretamente fim-a-fim);
- no caso da tecnologia de transporte de mensagens, tanto sua estrutura, como seu princípio muito evoluíram: a comutação evoluiu ou de comutação por circuitos ou por pacotes para comutação das células, e protocolos para adaptação das informações dos diversos serviços foram criados (os tipos de AAL);
- a definição da célula ATM com um tamanho fixo ocorreu para que se pudesse desenvolver dispositivos comutadores por hardware para esta tecnologia, pois, caso contrário, sendo o tamanho variável seria muito mais difícil desenvolver-se comutadores por hardware;
- devido a pouca evolução nos princípios de funcionamento da sinalização, mesmo a utilizada na RDSI-FL continua realizando roteamento por mensagens, mas criou-se maneiras de se inserir estas informações na própria célula ATM (através da SAAL), que se mostra mais eficiente para a transferência destas informações na RDSI-FL do que as estruturas de transporte até então utilizadas;
- a criação de protocolos como o de meta-sinalização é preponderante, para que se possa utilizar de toda a facilidade de integração de equipamentos e serviços proposta pela tecnologia ATM;

- a simulação da Gerência da Meta-Sinalização (que não é padronizada como a EPMS, mas “implementation dependent”), mostra uma total consistência do protocolo de meta-sinalização e, mesmo tendo sido esta realizada por software, em linguagem C, ela representa adequadamente quais seriam as informações gerenciáveis numa UNI multiponto e o tempo de gerenciamento, já que mensagens de meta-sinalização não ocorrem com frequência e, portanto, células de meta-sinalização não são geradas com frequência pelos equipamentos interconectados na UNI multiponto e pela própria interface, razão pela qual esta simulação por software representa a realidade da tecnologia para esta estrutura.

É importante ressaltar, diante do que foi comentado, que o processamento “por hardware”, deve ser realizado nas camadas ATM e AAL, que obrigatoriamente operarão a altas velocidades, já o processamento de mensagens inseridas nestas células (sejam de meta-sinalização, sinalização, gerência, e mesmo, de usuário) pode ser realizado por software.

Os diversos protocolos desenvolvidos para a tecnologia ATM, tais como os de sinalização, meta-sinalização, operação e manutenção (OAM), bem como o completo gerenciamento tal como foi proposto até então, demonstram claramente que, a simplificação conseguida no processo de comutação (realizado na camada ATM) implica em funções de controle e gerência mais apuradas, e conseqüentemente mais complexas do que as até então existentes, razão pela qual todos estes protocolos que compõem esta tecnologia foram desenvolvidos. De uma maneira geral, estes protocolos têm demonstrado, em estudos, serem adequados para o atendimento das características que se espera ter, em redes que operem com a tecnologia ATM.

Este trabalho procurou mostrar, de uma maneira concisa, os aspectos de sinalização propostos em cerca de 30 draft's do ITU-T, bem como a meta-sinalização, e como implementar a gerência desta para uma interface usuário-rede que a atenda, e isto, de forma que seja atendido o que está proposto como interfaceamento com a EPMS conforme descrito nos diagramas SDL da Q.2120.

Espera-se assim, estar contribuindo para o entendimento do que está proposto como sinalização para a RDSI-FL, bem como, através da implementação realizada, que este trabalho, e o raciocínio empregado para executá-lo, sejam continuados no desenvolvimento de novos trabalhos como, por exemplo, uma implementação inicial da Q.2120 incluindo o anexo C, e implementações de outras funções de equipamentos ATM que sejam implementáveis em software, como sinalização, OAM, outros aspectos de gerência, etc.. Os modelos (tabelas internas, processamento) a serem propostos nestes tipos de implementação constituem-se em valiosa contribuição para o desenvolvimento de equipamentos que atendam a estas arquiteturas abertas conforme definido por órgão padronizador competente e para que, com a implementação de novas características nestes equipamentos, novos serviços possam ser oferecidos ao usuário final.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Abdi R. Modarressi, Ronald A. Skoog – “An Overview of Signalling System N° 7” – Proceedings of the IEEE, Vol. 80, N° 4, April 1992 – pag 590 – 606
- [2] Al Stevens – “Aprenda Você Mesmo C++” – Livros Técnicos e Científicos Editora – Brasil – 1991
- [3] Anthony Alles – “ATM Internetworking” – Cisco Systems, Inc. – May 1995
- [4] Bijan Jabbari – “Common Channel Signalling System Number 7 for ISDN and Intelligent Networks” – Proceedings of the IEEE, Vol. 79, N° 2, February 1991 – pag 155–169
- [5] “B-ISDN Signalling” – Documento da NTT Network Services Systems Laboratories – October 1994
- [6] Bryan Law – “Signalling in the ATM Network” – BT Technological Journal, Vol.12, N° 3, July 1994 – pag 93 a 107
- [7] David J. Wright, “Voice over ATM: Na Evaluation of Implementing Alternatives” – IEEE Communications Magazine – May 1996 – pag 72 a 80
- [8] Draft New ITU-T Recommendation Q.2010 – B-ISDN Overview – Signalling Capability Set 1, Release 1 – Study Group XI – February 1994
- [9] Draft New ITU-T Recommendation Q.2100 – B-ISDN Signalling ATM Adaptation Layer (SAAL) Overview Description - Study Group XI – December 1993
- [10] Draft New ITU-T Recommendation Q.2110 – B-ISDN ATM Adaptation Layer – Service Specific Connection Oriented Protocol (SSCOP) – Signalling Capability Set 1, Release 1 – Study Group XI – February 1994
- [11] Draft New ITU-T Recommendation Q.2120 – B-ISDN Meta-Signalling Protocol - Study Group XI – February 1994

- [12] Draft New ITU-T Recommendation Q.2130 – B-ISDN SAAL Service Specific Coordination Function at UNI – Study Group XI – January 1994
- [13] Draft New ITU-T Recommendation Q.2140 – B-ISDN SAAL Service Specific Coordination Function at NNI - Study Group XI – February 1994
- [14] Draft New ITU-T Recommendation Q.2610 – B-ISDN Usage of Cause and Location in B-ISDN User Part and DSS2 - Study Group XI – February 1994
- [15] Draft New ITU-T Recommendation Q.2650 – B-ISDN Interworking between SS#7 B-ISUP and DSS2 - Study Group XI – February 1994
- [16] Draft New ITU-T Recommendation Q.2660 – B-ISDN Interworking between SS#7 B-ISUP and SS#7 N-ISUP - Study Group XI – February 1994
- [17] Draft New ITU-T Recommendation Q.2730 – B-ISDN SS#7 B-ISUP Supplementary Services - Study Group XI – February 1994
- [18] Draft New ITU-T Recommendation Q.2761 – Function Description of the B-ISDN User Part (B-ISUP) of Signalling System No. 7 – Study Group XI – February 1994
- [19] Draft New ITU-T Recommendation Q.2762 – General Function of Messages and Signals of the B-ISDN User Part (B-ISUP) of Signalling System No. 7 – Study Group XI – February 1994
- [20] Draft New ITU-T Recommendation Q.2763 – B-ISUP Formats and Codes – Study Group XI – February 1994
- [21] Draft New ITU-T Recommendation Q.2764 – B-ISUP Basic Call Procedures – Study Group XI – February 1994
- [22] Draft New ITU-T Recommendation Q.2931 – B-ISDN Digital Subscriber Signalling System No. 2 (DSS2) User Network Interface (UNI) Layer 3 Specification for Basic Call/Connection Control – Study Group XI – February 1994
- [23] Draft New ITU-T Recommendation Q.2951 – B-ISUP Stage 3 Description for Number Identification Supplementary Services Using DSS2 Basic Call – Study Group XI – December 1994
- [24] Draft New ITU-T Recommendation Q.2957 – B-ISUP Stage 3 Description for Additional Information Transfer Supplementary Services Using DSS2 Basic Call – Study Group XI – December 1994
- [25] Draft New ITU-T Recommendation Q.2971 – B-ISDN Digital Subscriber Signalling System No. 2 (DSS2) User Network Interface (UNI) Layer 3 Specification for Point-to-Multipoint Call/Connection Control – Study Group XI – June 1995

- [26] ITU-T Recommendation I.121 – Broadband Aspects of Integrated Services Digital Network – Study Group XVIII – April 1991
- [27] ITU-T Recommendation I.150 – B-ISDN Asynchronous Transfer Mode Functional Characteristics – Study Group XVIII – March 1993
- [28] ITU-T Recommendation I.311 – B-ISDN General Network Aspects – Study Group XVIII – March 1993
- [29] ITU-T Recommendation I.324 – ISDN Network Architecture – Overall Network Aspects and Functions, ISDN User-Network Interfaces – Study Group XVIII – October 1991
- [30] ITU-T Recommendation I.361 – B-ISDN ATM Layer Specification – Study Group XVIII – March 1993
- [31] ITU-T Recommendation I.362 – B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) Functional Description – Study Group XVIII – March 1993
- [32] ITU-T Recommendation I.363 – B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) Specification- Study Group XVIII – March 1993
- [33] ITU-T Recommendation I.364 – Support of Broadband Connectionless Data Service on B-ISDN – Study Group XVIII – March 1993
-
- [34] ITU-T Recommendation I.371 – Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN – Study Group XVIII – March 1993
- [35] ITU-T Recommendation I.413 – B-ISDN User Network Interface – Study Group XVIII – March 1993
- [36] ITU-T Recommendation I.432 – B-ISDN User Network Interface – Physical Layer Specification – Study Group XVIII – March 1993
- [37] ITU-T Report R20 – Amendments to I.432 – March 1994
- [38] ITU-T Recommendation I.610 – B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions – Study Group XVIII – March 1993
- [39] ITU-T Recommendation Q.700 – Introduction to Signalling System No. 7 – Study Group XI – November 1988
- [40] ITU-T Recommendation Q.702 – Signalling Data Link – Study Group XI – November 1988
- [41] ITU-T Recommendation Q.703 – Signalling Link – Study Group XI – November 1988

- [42] ITU-T Recommendation Q.704 – Signalling Network Functions and Messages – Study Group XI – November 1988
- [43] ITU-T Recommendation Q.708 – Numbering of International Signalling Point Codes – Study Group XI – November 1988
- [44] ITU-T Recommendation Q.711 – Functional Description of Signalling Connection Control Part – Study Group XI – November 1988
- [45] ITU-T Recommendation Q.712 – Definition and Function of SCCP Messages – Study Group XI – November 1988
- [46] ITU-T Recommendation Q.713 – SCCP Formats and Codes – Study Group XI – November 1988
- [47] ITU-T Recommendation Q.714 – Signalling Connection Control Part Procedures – Study Group XI – November 1988
- [48] ITU-T Recommendation Q.721 – Function Description of the Signalling System No. 7 Telephone User Part – Study Group XI – November 1988
- [49] ITU-T Recommendation Q.722 – General Function of Telephone Messages and Signals – Study Group XI – November 1988
-
- [50] ITU-T Recommendation Q.723 – TUP Formats and Codes – Study Group XI – November 1988
- [51] ITU-T Recommendation Q.724 – TUP Signalling Procedures – Study Group XI – November 1988
- [52] ITU-T Recommendation Q.761 – Function Description of the ISDN User Part of Signalling System No. 7 – Study Group XI – November 1988
- [53] ITU-T Recommendation Q.762 – General Function of Messages and Signals – Study Group XI – November 1988
- [54] ITU-T Recommendation Q.763 – ISUP Formats and Codes – Study Group XI – November 1988
- [55] ITU-T Recommendation Q.764 – ISUP Signalling Procedures – Study Group XI – November 1988
- [56] ITU-T Recommendation Q.931 – ISDN User Network Interface Layer 3 Specification for Basic Call Control – Study Group XI – November 1988
- [57] John Berry – Tradução: Márcio Moro Fecchio – “Programando em C++” – Makron Books do Brasil – 1991

- [58] Joseph Hui – “Switching Integrated Broadband Services by Sort-Banyan Networks” – Proceedings of the IEEE, Vol. 79, Nº 2, February 1991 – pag 145 a 154
- [59] Kris Jamsa – Tradução: Eduardo Márcio de Barros Franco – “C Library Bibliotecas” – McGraw Hill – Brasil – 1988
- [60] Les Hancock, Morris Krieger – Tradução: Maria Cristina Villares – “Manual de Linguagem C” – Editora Campus – Brasil - 1986
- [61] Luis Fernando B. Baptistella, Marcio Patusco L. Lobo – “Rede Digital de Serviços Integrados” – McGraw Hill – Brasil – 1990
- [62] Luiz Fernando Gomes Soares, Guido Lemos, Sérgio Colcher – “Das LANs, MANs e WANs às Redes ATM” – Editora Campus – Brasil – 1995
- [63] Martin de Prycker – “Asynchronous Transfer Mode: Solution for Broadband ISDN” – Prentice Hall – UK – 1995
- [64] Moacyr Brajterman – “Sinalização na RDSI Faixa Larga (FL)” – Nota Técnica Telebrás – 1995
- [65] Paulo Roberto Gião – “Básico de Sinalização por Canal Comum Nº 7” – Telebrás – 1994
-
- [66] Paulo Roberto Gião – “Planejamento da Rede de Sinalização por Canal Comum Nº 7 no Sistema Telebrás” – Nota Técnica Telebrás – 1995
- [67] Rege Romeu Scarabucci – “Introdução à Comutação de Alta Velocidade” – Apostila de Curso de Pós-Graduação – 1995
- [68] T. Evers, H. Bradlow, G. Anido – “Signalling Message Transfer Part for B-ISDN” – University of Wollongong
- [69] Thomas M. Chen, Steve S. Liu, Vijay K. Samalam – “The Available Bit Rate Service for Data in ATM Networks” – IEEE Communications Magazine – May 1996 – pag 56 a 71
- [70] Travis Russel – “Signalling System #7” – McGraw Hill – USA – 1995
- [71] Tsong-Ho Wu, Noriaki Yoshikai, Hiroyuki Fujii – “ATM Signalling Transport Network Architectures and Analysis” – IEEE Communications Magazine - December 1995 – pag 90 a 98
- [72] Yiwei Thomas Hou, Leandros Tassiulas, H. Jonathan Chao – “Overview of Implementing ATM-Based Enterprise Local Area Network for Desktop Multimedia Computing” – IEEE Communication Magazine – April 1996 – pag 70 a 76
- [73] Waldemar B. Fortes Jr. – “Redes ATM” – Apostila de Treinamento - 1997

ANEXO

SIMULAÇÃO DA GERÊNCIA DE META-SINALIZAÇÃO

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
```

```
#define MAX 50
#define M 10
```

```
struct aloca
{
    int vci;
    char *estado;
    char *teste;
    int broad;
    int prof;
    int taxa;
};
```

```
static char primen[ ]="Entre com o valor do primeiro VCI a ser alocado para
sinalizacao\n(Todos os VCI's de sinalizacao devem estar na faixa entre 32 e 1024).";
static char segmen[ ]="\nEntre com a quantidade de VCIs a ser alocada para sinalizacao:
(max=";
static char termen[ ]="\nEntre com os valores de SPID possiveis:\n(para terminar digite 0):
\n(entre 10001 e 19999 , max=";
static char quamen[ ]="\nEntre com a banda, em kb/s, a ser alocada para sinalizacao:";
static char quimen[ ]="\nEntre com a maxima PCR, em kb/s, a ser alocada para um VC de
sinalizacao:";
```

```
int vetspid[ ]={0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
```

```
static int vciini;
static int vciqtde;
static int pertot=0;
static int pcrn=0;
int auxd=0;
int auxl=0;
char primitiva[25];
char discrimin[3];
int valdis;
struct aloca sinal[50];
int x;
char *idle="idle \0";
char *point="point\0";
char *broad="broad\0";
char *no="no \0";
char *yes="yes\0";
char *run="run\0";
char *quit="quit\0";
char *end="end\0";
char *check="check\0";
char *help="help\0";
char *remtudo="tudorem\0";
char *remp="psvcrem\0";
char *remb="bsvcrem\0";
int taxamax;

int cdecl ajuda ()
{
    printf ("\n1)Para sair do programa tecle quit <enter>\n");
    printf ("2)Para simular primitivas tecle run <enter>\n");
    printf ("3)Para simular o envio de primitiva Check_Request pela rede tecle check
<enter>\n");
    printf ("4)Para simular o final do tempo para resposta a primitiva Check_Request
tecle\n end <enter>\n");
    printf ("5)Para ajuda tecle help <enter>\n\n");
    return 0;
}

int cdecl estabelecimento (char *l)
{
    int z=strlen(l);
    char ris [4];
    char scon[3];
    char pcrs[3];
    char spids[6];
```

```

char psvcis[5];
char bsvcis[5];
int ri=0;
int scon=0;
int pcr=0;
int spid=0;
int psvci=0;
int bsvci=0;
int cau=0;
int psvcial=0;
int bsvcial=0;
int i=0;
int j=0;
int k=0;
int taxa=0;
int aux=0;
int auxa=0;

printf ("\nPRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE\n");
printf("ESTABLISH_SVC_ind\n");

if ((z<14) || (z>22)) {printf ("\nERRO:\nEsta primitiva deve conter os seguintes
campos:\nRI (3 digitos)\nSCON (2 digitos)\n");
                                                                    printf ("PCR (2
digitos)\nSPID (5 digitos)\ne opcionalmente os campos:\nPSVCI (4 digitos)\nBSVCI (4
digitos)\n\n");
                                                                    return 0;}

l=1+2;
strncpy(ri,l,3);
ri[3]='\0';
ri=atoi(ri);
printf("RI=%d\n",ri);
if (ri>255)
{
printf("\nERRO:\nO maximo valor de RI recebido por primitiva eh
255.\n\n");
return 0;
}

l=1+3;
strncpy(scon,l,2);
scon[2]='\0';
scon=atoi(scon);
printf("SCON=%d\n",scon);
if (scon!=1)
{
printf("\nERRO:\nO valor de SCON recebido por primitiva nao eh
suportado.\n\n");
}

```

```

        return 0;
    }

    l=l+2;
    strncpy(pcrs,l,2);
    pcrs[2]='\0';
    pcr=atoi(pcrs);
    switch (pcr)
    {
        case 1: taxa=16;
                break;
        case 2: taxa=32;
                break;
        case 3: taxa=64;
                break;
        case 4: taxa=128;
                break;
        case 5: taxa=256;
                break;
        case 6: taxa=512;
                break;
        case 7: taxa=1024;
                break;
        default:
                break;
    }
    printf("PCR=%d ,TAXA=%dkb/s\n",pcr,taxa);
    if (taxa>pcrm)
    {
        printf("\nERRO:\nO valor de PCR recebido por primitiva nao eh
suportado.\n\n");
        return 0;
    }

    l=l+2;
    strncpy(spids,l,5);
    spids[5]='\0';
    spid=atoi(spids);
    printf("SPID=%d\n",spid);
    if (((spid!=0)&&(spid<10001))||(spid>19999))
    {
        printf("\nERRO:\nO valor de SPID recebido por primitiva nao eh
suportado.\n\n");
        return 0;
    }

```

```

if ((z==18)|| (z==22))
{
l=l+5;
strncpy(psvcis,l,4);
psvcis[4]='\0';
psvci=atoi(psvcis);
printf("PSVCI=%d\n",psvci);
if ((psvci<32)|| (psvci>1024))
{
printf("\nERRO:\nO valor de PSCVI recebido por primitiva nao eh
suportado.\n\n");
return 0;
}
}

if (z==22)
{
l=l+4;
strncpy(bsvcis,l,4);
bsvcis[4]='\0';
bsvci=atoi(bsvcis);
printf("BSVCI=%d\n",bsvci);
if ((psvci<32)|| (psvci>1024))
{
printf("\nERRO:\nO valor de BSVCI recebido por primitiva nao eh
suportado.\n\n");
return 0;
}
}

cau=0;
if(taxa>taxamax)
{
cau=3;
}
else
taxamax=taxamax-taxa;

k=0;
for (j=0;j<vciqtde;++j)
{
if ((*sinal[j].estado==*idle)&&(cau!=3))
{
if (cau!=3)
{
cau=0;
}
}
}

```

```

    }
    break;
  }
  else
  {
    k=k+1;
  }
}

if ((k==vciqtde)&&(cau!=3))
{
  cau=1;
}

i=psvci-vciini;
if ((*sinal[i].estado==*idle)&&(cau!=3)&&(cau!=1))
{
  sinal[i].estado="point\0";
  sinal[i].taxa=taxa;
  psvcial=psvci;
}
else
{
  for (j=0;j<vciqtde;++j)
  {
    if ((*sinal[j].estado==*idle)&&(cau!=3)&&(cau!=1))
    {
      sinal[j].estado="point\0";
      sinal[j].taxa=taxa;
      psvcial=sinal[j].vci;
      i=j;
      break;
    }
  }

  k=0;
  for (j=0;j<vciqtde;++j)
  {
    if
    (((*sinal[j].estado==*idle)&&(cau!=3)&&(spid!=0)&&(cau!=1))||((sinal[j].prof==spid))
    {
      if (!((cau==3)||((cau==1))))
      {
        cau=10;
      }
    }
  }
}

```

```

        break;
    }
    else
    {
        k=k+1;
    }
}

if ((k==vciqtde)&&(cau!=3)&&(cau!=1))
{
    cau=4;
    sinal[i].broad=2;
    bsvcial=2;
}

if ((spid==0)&&(cau!=1)&&(cau!=3))
{
    cau=0;
    sinal[i].broad=2;
}

if ((cau!=1)&&(cau!=4)&&(cau!=0)&&(cau!=3))
{
    for (j=0;j<M;++j)
    {
        if ((vetspid[j]!=0)&&(cau!=3)&&(cau!=0)&&(cau!=1))
        {
            cau=5;
        }

        if ((vetspid[j]==spid)&&(cau!=3)&&(spid!=0)&&(cau!=1))
        {
            cau=4;
            aux=30;
            break;
        }
    }

    k=bsvci-vciini;
    for (j=0;j<vciqtde;++j)
    {
        if ((sinal[j].prof==spid)&&(aux==30)&&(cau!=3)&&(cau!=1))
        {
            bsvcial=sinal[j].broad;
            sinal[i].broad=bsvcial;
            sinal[i].prof=spid;
            aux=30;
        }
    }
}

```

```

        break;
    }
}
if
(((*sinal[k].estado==*idle)&&(auxa!=30)&&(aux==30)&&(cau!=3)&&(cau!=1))
{
    bsvcial=sinal[k].vci;
    sinal[k].estado="broad\0";
    sinal[k].taxa=16;
    taxamax=taxamax-16;
    sinal[i].broad=bsvcial;
    sinal[i].prof=spid;
}
else
{
    for (j=0;j<vcigtde;++j)
    {
        if
        ((*sinal[j].estado==*idle)&&(aux==30)&&(auxa!=30)&&(cau!=3)&&(cau!=1))
        {
            sinal[j].estado="broad\0";
            bsvcial=sinal[j].vci;
            sinal[j].taxa=16;
            taxamax=taxamax-16;
            sinal[i].broad=bsvcial;
            sinal[i].prof=spid;
            break;
        }
    }
}
if (((aux!=30)&&(cau!=3)&&(cau!=1)))
{
    sinal[i].broad=2; /* atribui GBSVCI */
}
}

printf ("\nPRIMITIVA DE RESPOSTA: REDE-USUARIO\n");
if ((cau==3)||(cau==1))
{
    printf ("DENIED_req\nRI=%d\nCAU=%d\n",ri,cau);
}
else
{
    printf("ESTABLISH_SVC_resp\nRI=%d\nSCON=%d\nPSVCI=%d",ri,scon,psvcial);
    if (cau==4) printf("\nBSVCI=%d\n",bsvcial);
    if ((cau==5)||(cau==0)) printf("\nBSVCI=2\n");
    printf("PCR=%d ,TAXA=%dkb/s\nCAU=%d\n",pcr,taxa,cau);
}

```

```

        if ((cau==4)&&(bsvcial!=2)) printf("SPID=%d\n\n",spid);
        if ((cau==0)||cau==5)||((cau==4)&&(bsvcial==2))) printf("SPID=0\n\n");
    }

    .....

return 0;
}

int cdecl remove (int svci, int l)
{
    int i;
    int j;
    int k;

    if (svci==1)
    {
        for (j=0;j<vciqtde;++j)
        {
            sinal[j].estado="idle \0";
            sinal[j].teste="no \0";
            sinal[j].broad=0;
            sinal[j].prof=0;
            sinal[j].taxa=0;
            taxamax=pcrtot;
        }
    }
    else
    {
        i=svci-vciini;
        if (*sinal[i].estado!=*broad)
        {
            if (*sinal[i].estado!=*idle)
            {
                sinal[i].estado="idle \0";
                sinal[i].teste="no \0";
                k=sinal[i].broad;
                sinal[i].broad=0;
                sinal[i].prof=0;
                taxamax=taxamax+sinal[i].taxa;
                sinal[i].taxa=0;
            }
            else
            {

```



```

        i=k-vciini;
        sinal[i].estado="idle \0";
        sinal[i].teste="no \0";
        sinal[i].taxa=0;
    }
    return (l);
}

int cdecl fim (int psvci)
{
    int j=0;
    char jota[4];
    int m=0;

    for (j=0;j<vciqtde;++j)
    {
        if (*sinal[j].teste==*yes)
        {
            psvci=sinal[j].vci;
            break;
        }
    }
    printf("\nPara considerar que o tempo de resposta passou, sem que nenhuma
resposta fosse\nenviada:\n");
    printf("Tecla 123 <enter>\n");
    gets(jota);
    jota[3]='\0';
    j=atoi(jota);
    if ((j==123)&&(auxl==777))
    {
        m=2;
        remove(psvci,m);
    }
    return (psvci);
}

int cdecl chec (int auxh)
{
    int i;
    int psvci;

    i=auxh-vciini;
    sinal[i].teste="yes\0";
    psvci=sinal[i].vci;

```

```

        printf ("\nPRIMITIVA DE COMANDO: REDE-USUARIO\n");
        printf ("CHECK_SVC_req\n");
        printf ("SVCi=%d\n\n",psvci);
        auxl=777;

        .....

        return (auxh);
    }

int cdecl remocao (char *k)
{
    int x=strlen(k);
    char svcis[5];
    char caus[3];
    int svci;
    int cau;
    int i=0;
    int j=0;
    int auxb=0;
    int auxc=0;

    printf ("\nPRIMITIVA DE COMANDO: USUARIO-REDE\n");
    printf ("REMOVED_SVC_ind\n");
    if (x!=8) {printf ("\nERRO:\nA primitiva de remocao deve conter os parametros
SVCi (4 digitos) e CAU (2 digitos)\n");
                                                    return 0;}

    k=k+2;
    strncpy(svcis,k,4);
    svci=atoi(svcis);
    printf ("svci=%d\n",svci);
    if ((svci<32)|| (svci>1024))
    {
        printf ("\nERRO:\nO valor de PSCVI recebido por primitiva nao eh
suportado.\n\n");
        return 0;
    }

    k=k+4;
    strncpy(caus,k,2);
    cau=atoi(caus);
    printf ("cau=%d\n\n",cau);
    if (cau>9)
    {
        printf ("\nERRO:\nO valor de CAU recebido por primitiva nao eh
suportado.\n\n");
        return 0;
    }

    if (!((cau==6)|| (cau==7)))

```

```
{
  chec (svci);
  return 0;
}

.....

for (j=0;j<vciqtde;++j)
{
  if (svci==sinal[j].vci)
  {
    if (*sinal[j].estado==*point)
    {
      sinal[j].estado="idle \0";
      sinal[j].teste="no \0";
      taxamax=taxamax+sinal[j].taxa;
      auxb=sinal[j].broad;
      sinal[j].broad=0;
      sinal[j].prof=0;
      sinal[j].taxa=0;
      break;
    }
  }
}
```

```
for (j=0;j<vciqtde;++j)
{
  if (auxb==sinal[j].broad)
  {
    break;
  }
  else
  {
    auxc=auxc+1;
  }
}

if (auxc==vciqtde)
{
  i=auxb-vciini;
  if (*sinal[i].estado==*broad)
  {
    sinal[i].estado="idle \0";
    sinal[i].teste="no \0";
    taxamax=taxamax+sinal[i].taxa;
    sinal[i].taxa=0;
  }
}
```

```

return 0;
}

.....

static int cdecl checagem (char *m,int auxg)
{
int y=strlen(m);
char pointers[3];
int pointer;
int svcia[52];
char svcias [5];
int p=0;
int j=0;
int k=0;
int cau=0;

auxg=0;
printf ("\nPRIMITIVA DE RESPOSTA: USUARIO-REDE\n");
printf("CHECK_RESULT_ind\n");

.....

m=m+2;
strncpy(pointers,m,2);
pointers[2]='\0';
pointer=atoi(pointers);
if ((pointer*4)!=y-4) {printf ("\nERRO:\nA quantidade de VCI's discriminadas
em pointer esta diferente da quantidade existente no vetor\n");
return 0;}

printf("pointer=%d\n",pointer);

for (p=0;p<pointer;++p)
{
if (p==0)
m=m+2;
else
m=m+4;
strncpy(svcias,m,4);
svcias[4]='\0';
svcia[p]=atoi(svcias);
printf("svcia[%d]=%d\n",p,svcia[p]);
}
printf("\n");

p=0;
for(j=0;j<vcigtde;++j)
{

```

```

        if (*sinal[j].teste==*no)
        {
            p=p+1;
        }
    }

    if (p==vciqtde)
    {
        auxd=0;
        return 0;
    }

    p=0;
    j=0;
    for (p=0;p<vciqtde;++p)
    {
        for (j=0;j<vciqtde;++j)
        {
            if
            ((p!=j)&&(svcia[p]==svcia[j])&&(svcia[p]>=vciini)&&(svcia[p]<(vciini+vciqtde)))
            {
                cau=6;
                remove(svcia[p],cau);
                svcia[p]=0;
                svcia[j]=0;
            }
        }
    }

    if (auxd==2)
    {
        for (j=0;j<vciqtde;++j)
        {
            for (k=0;k<pointer;++k)
            {
                if (sinal[j].vci==svcia[k])
                {
                    sinal[j].teste="no \0";
                }
            }
        }
        for (j=0;j<vciqtde;++j)
        {
            if (*sinal[j].teste==*yes)
            {
                auxg=sinal[j].vci;
                chec (auxg);
            }
        }
    }

```

```

        auxl=777;
    }
}
else
{
    k=svcia[0]-vciini;
    sinal[k].teste="no \0";
}
return (auxg);
}

```

```

int cdecl tabela ()
{
    int i;
    printf("Nao foi entrada uma primitiva!\nA tabela de alocao dos VCI's de sinalizacao,
    neste instante, eh:\n\n");
    printf("VCI    ESTADO    TESTE?    DIFUSAO    SPID    TAXA \n");
    for(i=0;i<vciqtde;++i)
    printf("%d    %s    %s \t    %d \t%d \t%"
    d\n",sinal[i].vci,sinal[i].estado,sinal[i].teste,sinal[i].broad,sinal[i].prof,sinal[i].taxa);
    printf("\n");
    return 0;
}

```

```

int cdecl checgeral ()
{
    int j=0;
    int psvci=0;

    auxd=2;
    auxl=2;
    for (j=0;j<vciqtde;++j)
    {
        if (*sinal[j].estado==*point)
        {
            sinal[j].teste="yes\0";
            psvci=1;
        }
    }
    for (j=0;j<vciqtde;++j)
    {
        if (*sinal[j].estado==*point)
        {
            printf ("\nPRIMITIVA DE COMANDO: REDE-USUARIO\n");
            printf ("CHECK_SVC_req\n");
            printf ("SVCi=%d\n",psvci);
        }
    }
}

```

```

        break;
    }
}

return 0;
}

int cdecl rempsvci ()
{
    int vc;
    char vcs[4];
    int r=0;
    int i=0;

    printf ("\nEntre com o PSVCI (4 digitos) que deseja simular como sendo removido
pela rede:\nPSVCI=");
    gets (vcs);
    vcs[4]='\0';
    vc=atoi(vcs);
    r=6;
    i=vc-vciini;
    if (*sinal[i].estado!=*point)
    {
        printf ("\nO valor entrado nao e de um PSVCI.\n\n");
        return 0;
    }
    remove (vc,r);
    return 0;
}

int cdecl rembsvci ()
{
    int vc;
    char vcs[4];
    int r=0;
    int i=0;

    printf ("\nEntre com o BSVCI (4 digitos) que deseja simular como sendo removido
pela rede:\nBSVCI=");
    gets (vcs);
    vcs[4]='\0';
    vc=atoi(vcs);
    r=0;
    i=vc-vciini;
    if (*sinal[i].estado!=*broad)
    {
        printf ("\nO valor entrado nao e de um BSVCI.\n\n");
        return 0;
    }
}

```

```

    }
    remove (vc,r);
    return 0;
}

```

```

void main()
{
char ini[5];
char qtde[3];
char spid[6];
char tot[5];
char rate[5];
int i=0;
char *jota;
int j=0;
int remsvc=0;

jota="\0";

```

```

printf ("Voce esta no modo de CONFIGURACAO da meta-sinalizacao para uma interface
UNI\n\n");

```

```

inicio : printf("%s\n",primen);
vciini=atoi(gets(ini));
if (vciini<32)
{
printf("\nERRO DE CONFIGURACAO:\nO VCI solicitado esta na faixa
reservada\n\n\n");
goto inicio;
}
if (vciini>1024)
{
printf("\nERRO DE CONFIGURACAO:\nO VCI solicitado esta fora da faixa
suportada.\n\n\n");
goto inicio;
}
printf("vciini=%d\n",vciini);

printf("%s%d\n",segmen,MAX);
vciqtde=atoi(gets(qtde));
if (vciqtde>50)
{
printf("\nERRO DE CONFIGURACAO:\nA maxima quantidade de VCI's a ser
alocada para sinalizacao eh %d.\n\n\n",MAX);
}

```

```
        goto inicio;
    }
if ((vciqtde+vciini)>1024)
    {
        printf("\nERRO DE CONFIGURACAO:\nAlguns VCI's solicitados para serem
alocados estao fora da faixa suportada.\n\n");
        goto inicio;
    }

printf("vciqtde=%d\n",vciqtde);

for(i=0;i<vciqtde;++i)
    {
        sinal[i].vci=vciini+i;
        sinal[i].estado="idle \0";
        sinal[i].teste="no \0";
        sinal[i].broad=j;
        sinal[i].prof=j;
        sinal[i].taxa=j;
    };

printf("%s%d\n",termen,M);
for(i=0;i<M;++i)
    {
        entrada: gets(spид);
        spид[6]='\0';
        vetspid[i]=atoi(spид);
        if (vetspid[i]==0)
            {break;}
        if ((vetspid[i]<10001)||((vetspid[i]>19999)))
            {
                printf ("\nERRO DE CONFIGURACAO:\nEste valor de SPID esta fora da faixa
suportada, digite-o novamante:\n");
                goto entrada;
            }
    }
for(i=0;i<M;++i)
    {
        if (vetspid[i]!=0)
            printf("spид[%d]=%d\n",i,vetspid[i]);
    }

printf("%s\n",quamen);
pcrtot=atoi(gets(tot));
if (pcrtot>2048)
    {
```

```

printf("\nERRO DE CONFIGURACAO: \nA banda total maxima a ser alocada
para sinalizacao nao pode exceder 2048 kb/s.\n\n\n");
goto inicio;
}
printf("Banda disponivel=%dkb/s \n",pcrtot);
taxamax=pcrtot;

printf("%s\n",quimen);
pcrm=atoi(gets(rate));
if (pcrm>1024)
{
printf("\nERRO DE CONFIGURACAO: \nA banda maxima a ser alocada para um
VCI de sinalizacao nao pode exceder 1024 kb/s.\n\n\n");
goto inicio;
}
if (pcrm<=pcrtot)
printf("PCR=%dkb/s\n\n",pcrm);
else
{
printf("\nERRO DE CONFIGURACAO: \nPCR deve ser menor ou igual a
PCRTOT.\n\n\n");
goto inicio;
}
}

```

```

repita: printf("Para ajuda tecle help <enter>");
repete: for (j=0;j<10;++j)
{
jota[j]='\0';
}
printf ("\nmetasin:>");
gets(jota);
if (*jota==*run) goto prim;
if (*jota==*quit) goto end;
if (*jota==*help) ajuda();
if (*jota==*end) fim (remsvc);
if (*jota==*check) {checgeral();goto prim;}
if (*jota==*remtudo) {remsvc=1;j=7;remove(remsvc,j);}
if (*jota==*remp) {rempsvci();}
if (*jota==*remb) {rembsvci();}
else goto repete;

```

```

prim: printf("\nEntre com a primitiva:\n\n");
gets(primitiva);

```

```

x= strlen(primitiva);

```

```
strncpy(discrimin,primitiva,2);
valdis=atoi(discrimin);

switch (valdis)
{
    case 1:estabelecimento(primitiva); break;
    case 6:remocao(primitiva); break;
    case 5:checagem(primitiva,remsvc);break;
    default:tabela();break;
}

goto repita;

end:j=j+1;
}
```