

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE ELETRICIDADE

**UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA
LEITURA E ANÁLISE DE MENSAGENS ISUP DO
SISTEMA MÓVEL CELULAR**

CARLOS AFONSO ARAÚJO MELO

SÃO LUÍS
2002

UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA LEITURA E ANÁLISE DE MENSAGENS ISUP DO SISTEMA MÓVEL CELULAR

Dissertação de mestrado submetida à Coordenação do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade da UFMA como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciência da Computação.

Por

CARLOS AFONSO ARAÚJO MELO

AGOSTO, 2002

Melo, Carlos Afonso Araújo

Um sistema computacional para leitura e análise de mensagens ISUP do sistema móvel celular. / Carlos Afonso Araújo Melo. - São Luís, 2002.

117 p. : il

Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Maranhão, 2002.

1.Sinalização 2.Telefonia celular 3.ISDN 4.ISUP I.Título.

CDD 621.385
CDU 621.325.38

UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA LEITURA E ANÁLISE DE
MENSAGENS ISUP DO SISTEMA MÓVEL CELULAR

CARLOS AFONSO ARAÚJO MELO

Dissertação aprovada em 3 de outubro de 2002.

Prof. Dr. Zair Abdelouahab
(Orientador)

Prof. Dr. Glauco Fontgalland
(Membro da Banca Examinadora)

Prof. Dr. Sofiane Labidi
(Membro da Banca Examinadora)

**UM SISTEMA COMPUTACIONAL PARA
LEITURA E ANÁLISE DE MENSAGENS ISUP
DO SISTEMA MÓVEL CELULAR**

MESTRADO

Área de Concentração: CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

CARLOS AFONSO ARAÚJO MELO

Orientador: PhD. ZAIR ABDELOUAHAB

Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Eletricidade da
Universidade Federal do Maranhão

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que ajudaram a edificá-lo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo motivo de minha existência.

Aos meus pais, Carlos Augusto Ribeiro Melo e Rosilene de Araújo Melo, pelo incessante incentivo ao longo de toda minha vida e por me propiciar excelentes condições de estudo.

Às minhas irmãs Silvana e Rosehelen, e à minha Cinthia pelo constante apoio.

Aos meus familiares pela força nos principais momentos ao longo da minha vida, principalmente a Dom José Carlos Melo e Afonso Celso de Melo Júnior.

Ao professor orientador, Zair Abdelouahab, que colaborou da melhor maneira possível, proporcionando segurança e precisão na orientação.

Aos amigos, em especial a Calvino Almeida Vieira Júnior, pela revisão ortográfica deste trabalho e apoio técnico.

Aos colegas desta Universidade, pelo auxílio em cada um dos momentos difíceis que passamos e com os quais aprendi a superá-los.

Aos colegas da Amazônia Celular, em especial ao eng. Berilo Macedo pela solidariedade incondicional.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho monográfico.

RESUMO

Neste trabalho é proposto um sistema para minimizar o tempo de busca de possíveis falhas em mensagens ISUP. A entrada do sistema proposto é representada por arquivos contendo mensagens da parte de usuário ISDN, que podem ser desde a ACM (Address complete) até aUSR (User-to-user information). A saída do sistema proposto é exibida através de um outro arquivo contendo a mensagem lida e todo o seu significado, assim como uma análise da tradução. Os resultados obtidos mostram que o tempo para decodificação é extremamente reduzido. A consideração apresentada gera tomada de decisão demonstrando a aplicabilidade do sistema proposto.

ABSTRACT

In this work a system is proposed to minimize the time of search of possible flaws in messages ISUP. The entrance of the proposed system is represented by files containing messages of user's part ISDN, they can be from ACM (Address completes) to USR (User-to-user information). the exit of the proposed system is exhibited through another file containing the reads message and all your meaning, as well as an analysis of the translation. The results obtained show that the time for decoding is extremely reduced. The consideration presented generates taking of decision demonstrating the applicability of the proposed system.

SUMÁRIO

	p.
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xi
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Motivação	14
1.2 Objetivo	16
1.3 Estrutura da Dissertação	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Estação Móvel.....	20
2.2 Estação Rádio Base	21
2.2.1 As Células	21
2.2.2 Canais de Rádio	23
2.3 Central de Comutação e Controle.....	28
2.4 Sinalização Telefônica	31
2.4.1 Sinalização por Canal Associado	35
2.4.2 Sinalização por Canal Comum	38
2.5 Resumo	44
3 ABORDAGEM DO PROBLEMA.....	45
3.1 A Detecção de Falhas da Sinalização por Canal Comum	45
3.2 Visualizando uma Solução	54
3.3 Resumo	55
4 Visão Geral do Analisador ISUP para AXE	57
4.1 Leitura das Mensagens ISUP	57

4.2	Análise das Mensagens ISUP	73
4.3	Comparação com o Analisador de Protocolos	78
4.4	Resumo	80
5	IMPLEMENTAÇÃO DO ANALISADOR ISUP PARA AXE	81
5.1	Exemplo de Codificação	81
5.2	Lógica para Implementação do Sistema	91
5.3	Mensagens Lidas	94
5.4	Falhas Estudadas	94
5.5	Conclusões Apresentadas	95
5.6	Resumo	96
6	TESTES COM O ANALISADOR ISUP PARA AXE	97
6.1	Detalhamento da Aplicação	97
6.2	Executando o Aplicativo	100
6.2.1	Falha no Envio da Categoria do Assinante Chamador	104
6.2.2	Falha no Envio do Assinante Chamado	104
6.2.3	Falha no Envio do Indicador de Causa	105
6.2.4	Falha de Transmissão	107
6.3	Desempenho do Aplicativo	107
6.4	Custo de Implantação	108
6.5	Resumo	108
7	CONCLUSÃO	110
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114

LISTA DE TABELAS

	p.
Tabela 2.1 – Vantagens do canal comum.....	44
Tabela 4.1 – Codificação dos tipos de mensagem, retirado da recomendação Q. 763.....	66
Tabela 4.2 – Código dos Parâmetros, retirado da recomendação Q. 763.....	68

LISTA DE FIGURAS

	p.
Figura 2.1 – Sistema Celular Básico	19
Figura 2.2 – Estações Móveis	20
Figura 2.3 – Células Omnidirecionais	22
Figura 2.4 – Células Setorizadas	23
Figura 2.5 – Canal de Rádio	24
Figura 2.6 – Canais de Voz.....	26
Figura 2.7 – Canal de Controle	26
Figura 2.8 – Canais de controle: um para cada uma das células da estação rádio base.....	27
Figura 2.9 – Uma Central CPA	29
Figura 2.10 – Estados da Sinalização.....	33
Figura 2.11 – Comparativo entre a sinalização de canal associado com a canal comum	35
Figura 2.12 – Transporte da sinalização número 7	41
Figura 3.1 – Divisão do sistema de sinalização	45
Figura 3.2 – Relação entre MTP, UP e níveis funcionais.....	48
Figura 3.3 – Exemplo de entroncamento utilizando pontos de sinalização.....	50
Figura 3.4 – Cenário de integração das centrais digitais a uma mesma rede de sinalização	51
Figura 3.5 – Estrutura hierárquica da rede de sinalização nacional.....	52
Figura 3.6 – Unidade de Sinalização	53
Figura 4.1 – Exemplo de mensagens ISUP em uma chamada ISDN	58
Figura 4.2 – Formato da MSU.....	59
Figura 4.3 – Octeto de Informação de Serviço.....	61
Figura 4.4 – Rótulo de Endereço	62
Figura 4.5 – Código de identificação de circuito	63
Figura 4.6 – Código do tipo de mensagem dentro do campo SIF da MSU	64

Figura 4.7 – Parte Fixa Obrigatória	70
Figura 4.8 – Parte Variável Obrigatória.....	71
Figura 4.9 – Parte Opcional	72
Figura 4.10 – Seqüência de Sinalização.....	74
Figura 4.11 – Troca de mensagens ocorridas em uma chamada básica.....	76
Figura 4.12 – Troca de mensagem realizada no momento em que haverá uma desconexão de chamada	76
Figura 5.1 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 1)	81
Figura 5.2 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 2)	82
Figura 5.3 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 3), tabela 32 da recomendação Q. 763	83
Figura 5.4 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 4)	84
Figura 5.5 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 5)	84
Figura 5.6 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 6)	85
Figura 5.7 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 7)	86
Figura 5.8 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 8)	86
Figura 5.9 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 9)	87
Figura 5.10 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 10)	88
Figura 5.11 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 11)	88
Figura 5.12 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 12)	89
Figura 5.13 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 13)	90
Figura 5.14 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 14)	90
Figura 6.1 – Informações apresentadas pela função do fabricante	96
Figura 6.2 – Estrutura do rótulo	97
Figura 6.3 – Uma mensagem IAM apresentada conforme a função do fabricante	97
Figura 6.4 – Três centrais de comutação utilizando a sinalização canal comum	98
Figura 6.5 – Interface do aplicativo desenvolvido	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AC	Acesso no Canal de Controle
ACM	<i>Address Complete</i>
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANM	<i>Answer</i>
AXE	<i>Automatic Exchange Electronic</i>
CAS	Sinalização de Canal Associado
CC	Canal de Controle
CCC	Central de Comutação e Controle
CCITT	Consultative Committee for International Telegraph and Telephone
CCS	Sinalização de Canal Comum
CIC	Código de identificação do circuito de voz
CMS	<i>Celular Mobile System</i>
CPA	Controlado por Programa Armazenado
CV	Canal de Voz
DPC	Código de Ponto de Destino
EM	Estação Móvel
ERB	Estação Rádio Base
FISU	<i>Fill in Signal Unit</i>
HDLC	<i>High Level Data Link Control</i>
IAM	<i>Initial Address</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
ISUP	<i>ISDN User Part</i>
ITU-T	<i>Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union</i>
LSSU	<i>Link Status Signal Unit</i>
MFC	Multifrequencial Compelida
MSC	<i>Mobile Switching Center</i>
MSU	<i>Message Signal Unit</i>
MTP	Message Transfer Part
OPC	Código de Ponto de Origem
PAC	Acesso e Busca no Canal de Controle

PC	Busca no Canal de Controle
PS	Ponto de Sinalização
<i>PSTN</i>	<i>Public Switched Telephone Network</i>
PTS	Ponto de Transferência de Sinalização
RDSI	Rede Digital de Serviços Integrados
<i>REL</i>	<i>Release</i>
RLC	<i>Release Complete</i>
SIF	Campo de Informação de Sinalização
SIO	Octeto de Informação de Serviço
SLC	<i>Signalling Link Code</i>
SLS	<i>Signalling Link Selection</i>
SMC	Sistema Móvel Celular
TAS	Tom de Áudio de Supervisão
TS	Tom de Sinalização
<i>TUP</i>	<i>Telephone User Part</i>
<i>UP</i>	<i>User Part</i>
US	Unidade de Sinalização
<i>USR</i>	<i>User-to-user information</i>
<i>UPMTI</i>	<i>ISUP Message Monitor</i>

1 INTRODUÇÃO

Operações de rede estão constantemente exigindo um crescimento da demanda em telecomunicações, em termos de volume de tráfego, novos serviços integrados e mais alta qualidade [7,18,19], caracterizada pelo paradigma da computação baseada em redes de computadores [21,47]. O aumento da competição em Telecomunicações significa que a rede de operação deve ser realizada com o mais baixo investimento possível. Isto fundamentalmente significa mais assinantes por central, serviços integrados e crescimento na funcionalidade dos equipamentos. Para controlar este crescimento do sistema de comutação são necessários centrais cada vez mais potentes, em termos de capacidade de processamento e memórias de grande armazenamento.

O SMC (Sistema Móvel Celular) representa uma grande parte das novas subscrições em telefonia em todo o mundo e o seu crescimento espetacular continua, tanto que na década de 90 teve, em certas áreas, 10% dos assinantes em telefonia são móveis. A longo prazo, o sistema Rádio Celular utilizando tecnologia digital tornar-se-á um meio de comunicação universal [1, 9,27,45].

Dentro deste sistema temos a CCC (Central de Comutação e Controle), que é o coração do que se tornou uma das aplicações de maior demanda e velocidade do presente momento, a Telefonia Móvel Celular. A CCC é a responsável pelo processamento de praticamente todo o sistema celular [4,5].

Para comunicação entre diversas centrais o protocolo de comunicação que vem sendo muito utilizado é o canal comum, mais especificamente a número 7. Assim, a sinalização de canal comum número 7 é o protocolo para implementar comunicações entre centrais de comutação compatíveis, seguindo convenções de comutação de dados compactados [26,29].

Neste protocolo, a sinalização e a voz são carregados em vias separadas. Um tronco de voz nunca carregará nenhum tipo de informação de sinalização. O uso de Sinalização de Canal Comum (CCS) permite que a rede realize a função "*look ahead*", ou seja, verificar se a parte chamada pode ser

alcançada antes de ocupar o tronco de voz e incorrer em custos desnecessários [29, 42].

A sinalização de canal comum (CCS) é mais onerosa que a sinalização de canal associado (CAS), onde toda informação de voz e sinalização é carregada sobre os mesmos vias. Esta aparente desvantagem é compensada pela maior eficiência de utilização dos troncos de voz. Esse acréscimo no custo está ligado ao hardware necessário no enlace de sinalização [6, 22,23].

Por exemplo, pelo fato dos troncos de voz não serem ocupados, a menos que a chamada possa ser completada, o número de troncos de voz pode ser reduzido, minimizando assim os custos.

Outro benefício é o menor tempo que o assinante chamador tem que esperar pelo estabelecimento da chamada. Por causa da velocidade dos enlaces de sinalização, o tempo total para estabelecer a chamada (determinado pela disponibilidade da parte chamada e transmissão necessária de dígitos discados) é grandemente reduzido quando comparada ao tempo de CAS. A maioria das chamadas CCS podem ser feitas em metade do tempo necessário para uma chamada CAS [29,42].

A monitoração de CCS representa uma excelente oportunidade para detecção de possíveis falhas de sinalização entre CCC's, que se detectada com antecedência contribuirá significativamente para o aumento do índice de completamento de chamadas, otimizando portanto o desempenho das centrais [8].

1.1. Motivação

Com a crescente utilização, nos últimos anos, da sinalização por canal comum número 7 [2,3] da parte de usuário ISDN (*Integrated Services Digital Network*) [28,43], ISUP (*ISDN User Part*), os engenheiros de comutação vem encontrando dificuldades para identificar o motivo pelo qual algumas chamadas telefônicas não são completadas e como esse protocolo pode estar sendo influenciado para causar esta falha.

Em virtude da necessidade de observar as informações que estão sendo trocadas entre as centrais de comutação, deve-se fazer uso de um analisador de protocolos. O analisador de protocolos é um equipamento em hardware e software, para traduzir as mensagens que são trocadas entre as partes (centrais). Esse equipamento por ter um custo elevado, não está disponível em grande quantidade nas operadoras de telefonia celular. Em função disso, faz-se necessário o seu transporte quando de sua utilização, o que demanda tempo e custo.

De posse das informações fornecidas pelo analisador, faz-se uma análise do conteúdo das mensagens e a partir daí chega-se a uma conclusão do que pode ter levado ao não estabelecimento de uma ligação telefônica. Quando este equipamento não está disponível, o processo todo é manual, consumindo um tempo considerável.

Essas mensagens trazem uma gama de informações relacionadas às chamadas que estão sendo trocadas, tais como tipo do assinante chamado, número do assinante chamado, número do assinante chamador, dentre outros. Dentro dessas informações, podem estar as falhas relacionadas a troca de sinalização, sendo possível verificar, dentre outras coisas, por que certas chamadas não estão sendo completadas, fazendo com que os índices de completamento de chamadas sejam afetados.

Por isso, a monitoração deste tipo de sinalização se faz necessária já que possibilitará, de certa forma, verificar se algum tipo de falha de sinalização está ocorrendo, em que instante e se alguma ação deve ser tomada para que esta não volte a ocorrer. Fazendo com que o faturamento das empresas seja incrementado.

Como o sistema da Ericsson é proprietário, fechado e não dispõe de nenhuma ferramenta específica apenas em software, busca-se fazer um sistema que disponibilize o conteúdo das mensagens, assim como uma análise das mesmas para que os índices de chamadas completadas sejam maximizados.

Essa busca é enfatizada pela nova política de telecomunicações regida pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) e exigências do mercado, no que diz respeito a qualidade do serviço prestado de telefonia móvel, que envolve níveis de satisfação, variações de qualidade e continuidade no fornecimento do serviço.

As empresas de telefonia, em particular a Amazônia Celular, têm buscado trabalhar no sentido de minimizar essas dificuldades, buscando atender as exigências do mercado.

1.2 Objetivo

O objetivo (principal) deste trabalho é a partir das mensagens apresentadas gerar uma decodificação e com isso disponibilizar soluções para sanar de uma forma rápida falhas de sinalização por canal comum. Isto é, implementar um sistema computacional para auxiliar engenheiros de comutação da Amazônia Celular a detectar as possíveis falhas de sinalização por canal comum que por ventura venham a aparecer. Permitindo, assim, que as medidas necessárias para a sua correção sejam disponibilizadas e realizadas, através de um sistema computacional que monitorará a troca de sinalização realizada por canal comum.

Dessa forma, faremos com que o desempenho apresentado pelas centrais de comutação seja otimizado, através da detecção das possíveis falhas e atuação nas mesmas. Como resultado, teremos um aumento do índice de chamadas completadas com sucesso e, conseqüentemente, melhoria na qualidade de serviço.

Este trabalho se propõe a fornecer uma alternativa à utilização do analisador de protocolo disponível na Amazônia Celular. Como este equipamento atende a empresa nos cinco estados em que a mesma atua (Amapá, Amazonas, Maranhão, Pará e Roraima) é necessário solicitá-lo à sede em Belém quando o mesmo se faz necessário.

A solução para a leitura e análise de mensagens ISUP no sistema da Ericsson aponta para o uso de um sistema apenas em software, já que isso traria agilidade com baixos custos.

As entradas do sistema proposto representam arquivos contendo mensagens da parte de usuário ISDN, que podem ser desde a ACM (*Address complete*) até a USR (*User-to-user information*). Esse arquivo deverá ser gerado através da monitoração de um determinado circuito, no qual supõe-se está ocorrendo falhas de sinalização, por uso de uma função proprietária.

A saída do sistema proposto é representada por um outro arquivo contendo a mensagem lida e todo o seu significado, assim como uma análise da tradução. Esta análise baseia-se principalmente nos parâmetros fixos e variáveis da IAM (*Initial address*) e da REL (Release), com ênfase para categoria da parte chamadora e indicadores de causa.

Portanto, a especificação do sistema proposto considera arquivos contendo texto alfanumérico, como sendo as entradas a serem analisadas para a determinação de uma conclusão, que pode ocasionar uma tomada de decisão por parte do usuário. Quando se analisa mensagens ISUP de uma dada chamada telefônica, se analisa primeiramente a mensagem REL, que contém uma indicação (parâmetro indicadores de causa) a ser enviada aos outros equipamentos quando alguns eventos ocorrem durante uma chamada ISDN (*user busy, no user responding*, dentre outras). Após isso, parte-se para a análise da IAM, onde observando se o REL indicado corresponde ao descrito pela primeira. Logo, fica claro a importância do que está contido na mensagem REL.

O sistema define um analisador de protocolos em software que permite a leitura e análise de mensagens ISUP. Ainda dentro dos objetivos deste trabalho pretende-se mostrar que a utilização desta ferramenta, como alternativa para utilizar o analisador de protocolos existente na Amazônia Celular, se apresenta como uma forma mais barata e ágil do que pelos meios disponíveis atualmente.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos.

No primeiro capítulo foi mostrado uma introdução ao problema e os objetivos buscados.

O desenvolvimento começa no capítulo 2, com a apresentação de uma visão geral sobre os temas abordados e estudados para a elaboração deste trabalho, tais como sistema móvel celular, protocolo de sinalização, mensagens ISUP, dentre outros.

No capítulo 3, será mostrado o problema que deu origem a este trabalho. Será abordado de uma forma crítica, mostrando a dificuldade encontrada principalmente pelo operador de sistemas de telefonia móvel, assim como das equipes que trabalham com os dados oriundos dos sistemas de supervisão de tráfego.

A seguir mostra-se, no capítulo 4, de forma geral a ferramenta que será utilizada para a leitura e análise de mensagens ISUP.

Aborda-se, no capítulo 5, a implementação do sistema em detalhes; tipos de falhas estudados, as mensagens analisadas, os tipos de tomada de decisão, dentre outros.

O sexto capítulo mostra alguns testes elaborados para uma análise qualitativa e quantitativa do sistema apresentado. Alguns exemplos, como mensagens contendo falhas, demonstram a aplicabilidade e potencialidade do sistema.

Por fim, o último capítulo é uma conclusão sobre a dissertação e pretensões futuras sobre o projeto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma fundamentação teórica sobre sistema móvel celular e temas correlacionados, visando dar uma visão geral sobre os pré-requisitos utilizados durante o desenvolvimento do sistema proposto. O capítulo está estruturado em cinco partes. As três primeiras partes estão relacionadas com os componentes básicos do sistema móvel celular, que são:

- Estação Móvel (EM);
- Estação Rádio Base (ERB);
- Central de Comutação e Controle (CCC).

Na Figura 2.1, observamos um sistema celular básico. A CCC é representada pela central AXE 10 do fabricante Ericsson.

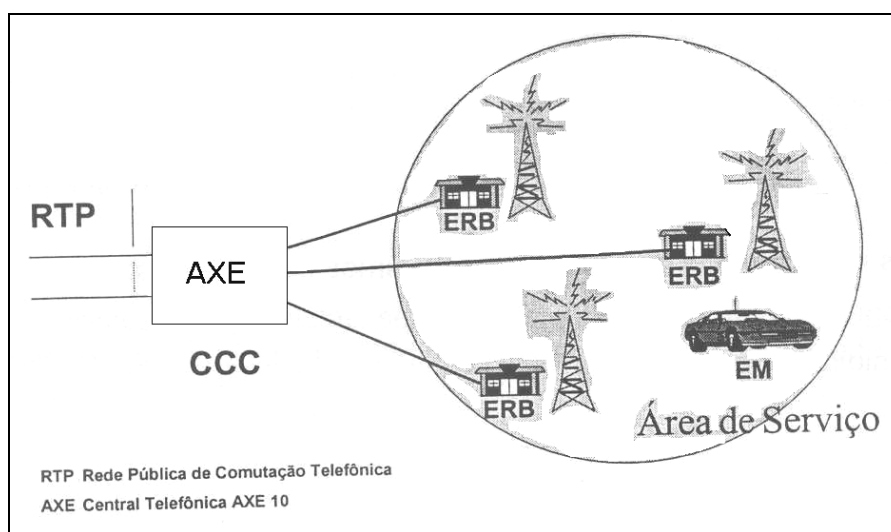


Figura 2.1 – Sistema Celular Básico.

O quarto tópico faz uma descrição sobre sinalização telefônica, por canal associado e canal comum. Por fim, este capítulo é finalizado com um resumo.

2.1 Estação Móvel

A estação móvel (EM) ou telefone móvel pode ser compreendido como uma estação de rádio com potência de bateria automática [1]. O telefone celular é conectado através do sinal de rádio a uma estação rádio base que pertença a uma rede de telefonia móvel. A estação móvel possui três itens principais:

- Equipamento Telefônico;
- Parte de Controle;
- Parte de Rádio.

A potência de transmissão de uma estação móvel deve ser suficiente em todo o momento a capacitar a estação rádio base captar seus sinais emitidos. A ERB pode, dentro dos limites definidos, ordenar à EM para aumentar ou diminuir a sua potência a qualquer momento.

As EM's podem ser portáteis, veiculares ou transportáveis, dentre outros, conforme é mostrado na figura 2.2.

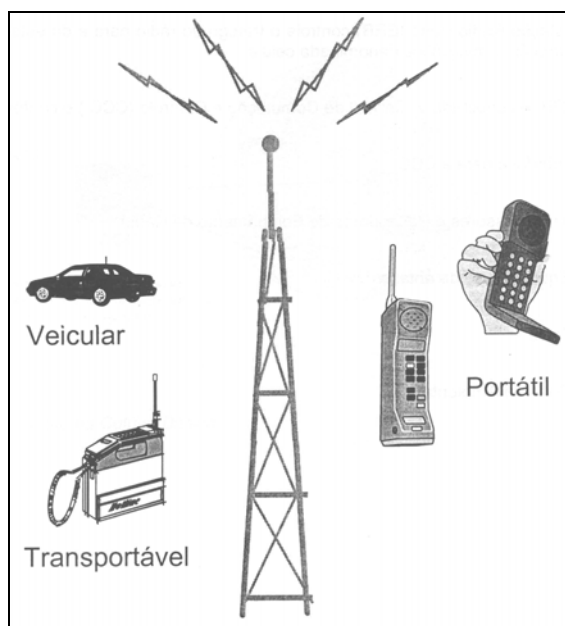


Figura 2.2 – Estações Móveis.

2.2 Estação Rádio Base

A Estação Rádio Base (ERB) controla o tráfego do rádio para a estação móvel e vice-versa dentro de uma área geográfica denominada célula [1].

A principal função da ERB é transmitir e receber sinais de rádio frequência e consequentemente fornecer os canais físicos e lógicos usados dentro da rede de rádio.

A ERB é conectada à CCC e contém:

- Interface para a CCC;
- Transmissores e Receptores de Equipamento de Rádio;
- Equipamento de Antena;
- Torre;
- Controle Ambiental.

2.2.1 As Células

A Rádio Base é capaz de estabelecer comunicação com qualquer estação móvel que esteja se deslocando em uma área em torno dela. Dependendo do tipo de antenas empregado, uma ou mais áreas poderão ser cobertas por uma única ERB [1]. Tais áreas recebem o nome de célula. Entre os tipos mais comuns de células, temos:

- Células Omnidirecionais;
- Células Setorizadas.

Nas células omnidirecionais, a Estação Rádio Base é equipada com uma antena omnidirecional, que transmitirá igualmente em todas as direções, formando assim uma área de cobertura circular, em cujo centro encontramos a ERB, conforme é visualizado na figura 2.3 (a).

Contudo para efeito de projeto de cobertura, tal célula é representada com um hexágono (ver Figura 2.3 b).

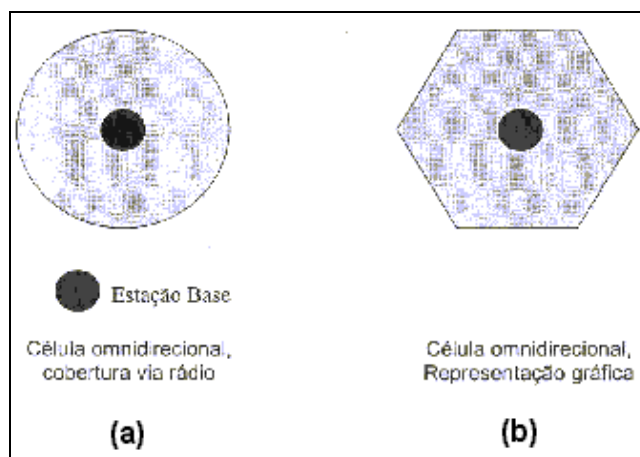


Figura 2.3 – Células Omnidirecionais.

No caso das células setorizadas, a Estação Rádio Base é equipada com três antenas direcionais, cada uma cobrindo uma área de 120 graus, vide figura 2.4 (a).

Em uma ERB setorizada, um certo grupo de canais é conectado à antena que cobrirá a primeira célula, um outro grupo de canais será colocado à antena que iluminará a segunda célula e os restantes à terceira antena, fazendo com que a ERB cubra três células.

Não é necessário que a ERB cubra três células setorizadas, sendo que em alguns casos, somente uma célula setorizada pode ser empregada para cobrir, por exemplo, uma avenida.

Quando representamos células setorizadas, utilizamos três hexágonos, um para cada célula, sendo que a Estação Rádio Base encontra-se localizada na confluência dos hexágonos. A figura 2.4 (b) mostra a representação deste tipo de célula.

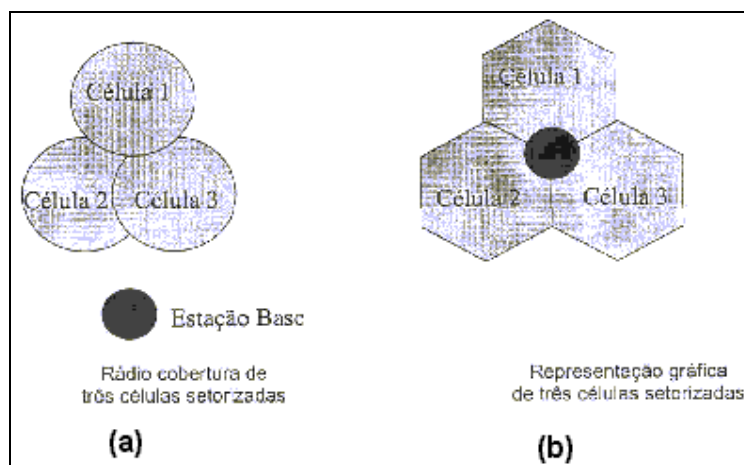


Figura 2.4 – Células Setorizadas.

Como podemos observar na figura 2.4, para obtermos a cobertura total, as células devem sobrepor-se, o que se aplica para as células vizinhas.

2.2.2 Canais de Rádio

O canal de rádio é um caminho de transmissão bidirecional entre a estação móvel e a ERB, que utiliza frequências separadas, uma para a transmissão da estação móvel e uma para transmissão da Estação Rádio Base (operação duplex). A distância entre estas duas frequências, ou o espaçamento duplex, é sempre a mesma e é de 45 MHz.

Cada canal de rádio tem sua unidade de canal colocada na Estação Rádio Base. O seu transmissor (TX) trabalha normalmente em uma frequência pré-selecionada e invariável. O mesmo se aplica ao receptor (RX).

A figura 2.5 nos mostra que uma unidade de canal está associada a uma célula, utilizando um transmissor e um receptor com espaçamento duplex de 45 MHz, conectados a uma unidade de controle.

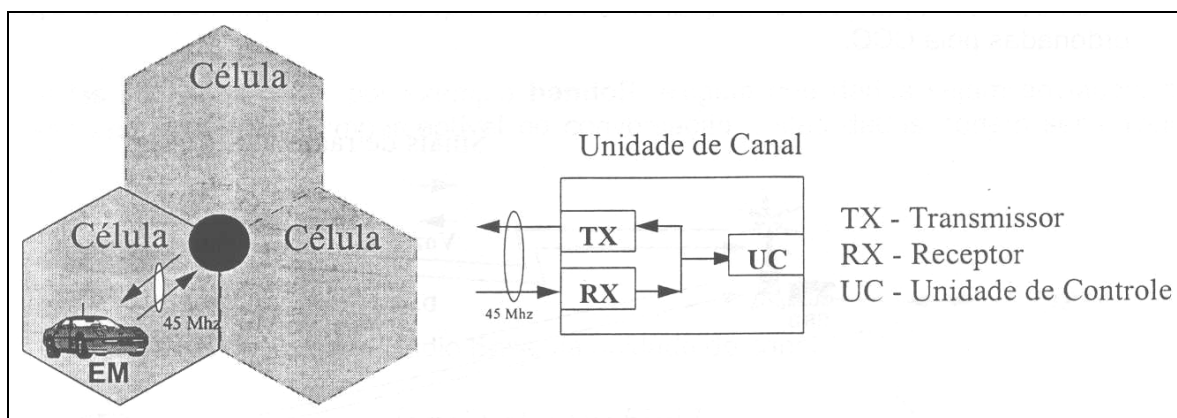


Figura 2.5 – Canal de Rádio.

A estação móvel representa um único transceptor (transmissor/receptor) que sintoniza um único canal de rádio por vez. Contudo, o transceptor pode automaticamente mudar de canal e se sintonizar em qualquer canal de rádio do espectro de frequências.

Todos os canais de rádio de uma célula trabalham com frequências diferentes, bem como os canais das células vizinhas. Esta necessidade de diferentes canais vizinhos é devida ao fato que as células se sobrepõem, o que acarretaria interferências. Para contornar este problema, os canais de mesma frequência são alocados em células convenientemente espaçadas. A esta técnica damos o nome de reutilização de canais e através dela se consegue uma alta capacidade de tráfego para a área.

Os canais podem ser classificados em:

- Canais de Voz (CV);
- Canais de Controle (CC).

Utilizaremos a figura 2.6 para mostrar o funcionamento do canal de voz. Durante o processo de estabelecimento de uma chamada, o “*Mobile Switching Center*” (MSC) selecionará em software e capturará um canal de voz (CV), que transportará a conversação. Quando esta conversação terminar, o canal de voz tornar-se-á livre, indo em seguida fazer parte de uma lista administrada pela CCC, composta dos vários canais e seus estados.

Quando um canal de voz torna-se livre, o transmissor da unidade de canal é desligado, voltando a ser ligado somente quando o canal em questão for capturado. Estas ações são ordenadas pela CCC.

Outras informações podem ser encontradas no canal de voz. Entre elas, podemos citar as seguintes:

- Tom de Áudio de Supervisão (TAS);
- Dados;
- Tom de Sinalização (TS).

O TAS é utilizado para a supervisão da qualidade de transmissão. Esse tom é enviado sempre que o canal de voz tenha sido inicializado, ou seja, é enviado continuamente durante a transmissão de voz. Uma vez que o tom TAS está muito acima da frequência de voz (em aproximadamente 6 KHz), não há o perigo de interferência. O tom TAS é retornado para ERB no canal duplex pela estação móvel.

Certas situações como, por exemplo, *handoff* (seleção de um novo canal de voz quando é percebida a perda da qualidade do sinal durante a realização de uma conversação), exige que dados sejam enviados pelo canal de controle, com uma pequena quebra imperceptível da conversação, ocasionada pela mudança do canal de voz. Esses dados podem ser enviados por: estação móvel, CCC (através da unidade de canal) e unidade de canal da ERB.

O TS enviado a partir da estação móvel tem a finalidade de servir como “sinalização de linha” no estabelecimento de uma chamada ou de um *handoff*.

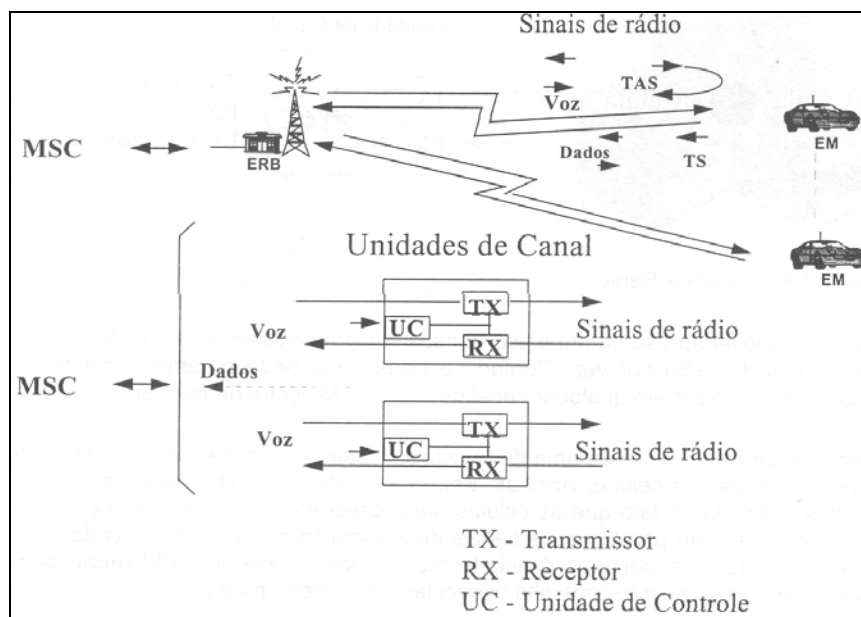


Figura 2.6 – Canais de Voz.

Normalmente, existe somente um canal de controle em cada célula e, em assim sendo uma célula omnidirecional apresentará uma Estação Rádio Base com um único canal de controle, enquanto que uma ERB que serve a três células setorizadas será equipada com três unidades de canais de controle. O canal de controle é utilizado para transmissão de dados entre a EM e a ERB.

Como é mostrado na figura 2.7, podemos observar a ligação entre o transmissor e receptor e a unidade de controle, assim como ver que parte dos dados oriundos da ERB foram enviados do canal de controle.

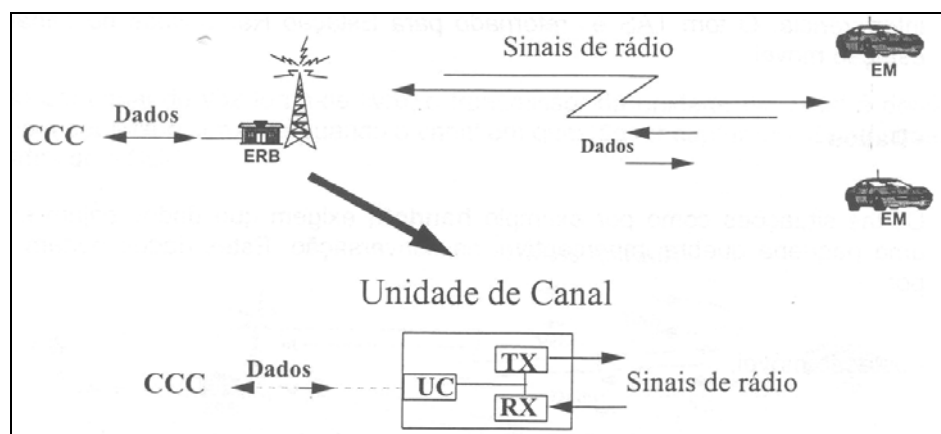


Figura 2.7 – Canal de Controle.

Toda estação móvel que esteja dentro de uma célula e não esteja no estado de conversação estará sempre sintonizada em um canal de controle da mesma, para supervisão contínua do fluxo de informação presente no canal. Isso é mostrado na figura 2.8, onde cada célula de uma das ERB's possui um canal de controle.

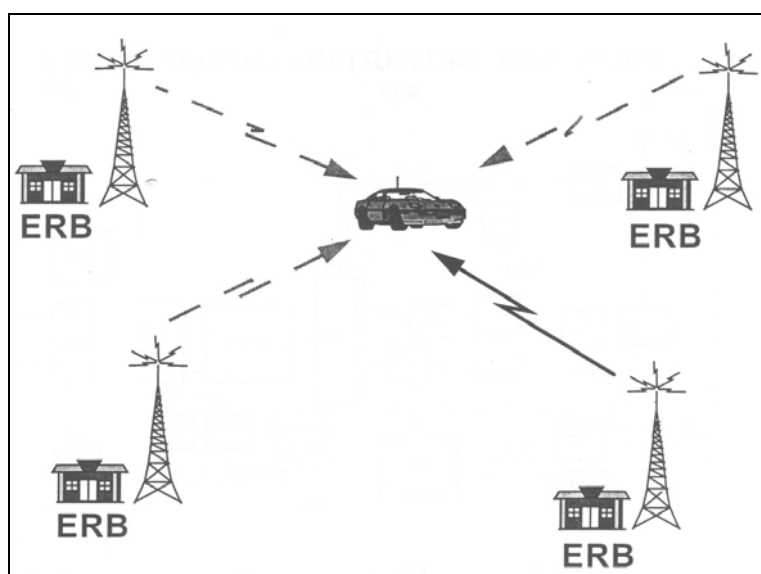


Figura 2.8 – Canais de controle: um para cada uma das células da estação rádio base.

A função **busca** corresponde a uma chamada a uma estação móvel. Justamente por isso, esta função do canal de controle (na direção da estação móvel) é freqüentemente denominada de **Busca** do Canal de Controle (PC).

Quando um assinante móvel disca um número para fazer uma chamada, a estação móvel envia uma informação de acesso a CCC (via Estação Rádio Base). Justamente por isso, esta função do canal de controle (a partir da estação móvel) é denominada de **Acesso** ao Canal de Controle (AC).

Uma vez que a função PC é utilizada em uma direção e a AC em outra, podemos falar do canal de controle como um Canal de Acesso e Busca Combinado (PAC).

2.3 Central de Comutação e Controle

No sistema CMS (*Celular Mobile System*) 8800 do fabricante Ericsson, a CCC controla a atividade de todas as ERB's conectada a ela, isso inclui monitoramento do hardware da ERB (alarmes, dentre outros) e tráfego (qualidade de transmissão de rádio, *handoff*, por exemplo). Isto dá a CCC, uma visão geral atualizada, em tempo real, da sua parte da rede de rádio. A CCC também realiza conexões de conversação para a Rede Telefônica de Centrais Públicas (PSTN, *Public Switched Telephone Network*) e outras CCC's na rede celular [1,4,5].

As ERB's são conectadas a CCC por meio de enlaces de transmissão designados por T1/E1, que transportam tráfego de assinantes em formação de controle.

Dentro do Sistema Móvel Celular Ericsson, a central de comutação do tipo digital AXE (***Automatic eXchange Eletronic***) 10 Ericsson provê as funções de Central de Comutação e Controle [1]. A função básica de uma central é conectar uma linha (geralmente um assinante) a outra de modo que qualquer assinante (ou linha) possa eventualmente se conectar.

O AXE pode ser considerado como uma central telefônica, mas pode-se dizer que representa "um sistema telefônico utilizável em todos os tipos de redes de telecomunicações tanto nacionais quanto internacionais".

O sistema *Automatic eXchange Eletronic* é tido como um sistema CPA, Controlado por Programa Armazenado, ou seja, o controle da operação da central é feito por programas monitorados por um computador.

As áreas do computador que controlam o equipamento de comutação é chamado de APZ e o equipamento de comutação telefônica para comutação de chamadas telefônicas, de APT.

A memória contém um grande número de instruções que indicam ao computador o que deve ser feito em diferentes situações. Para ilustrar isto nós devemos comparar uma central AXE com uma antiga central operada manualmente.

A configuração de uma central CPA é mostrada na figura 2.9, onde um computador envia ordens ao equipamento de comutação e recebe dados deste. O equipamento de comutação, por sua vez, é conectado a outras centrais telefônicas e ERB's.

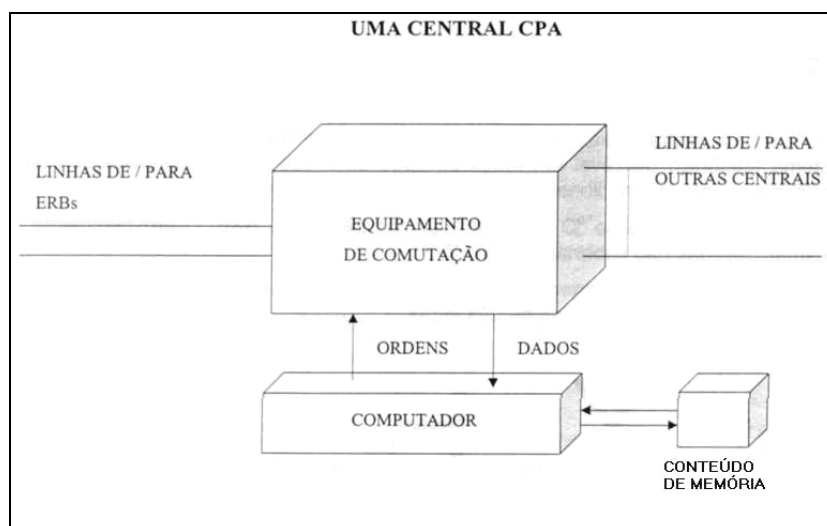


Figura 2.9 – Uma Central CPA.

O equipamento do AXE é distribuído em magazines com placas de circuito impresso. Estes magazines são os blocos de construção básica do sistema de "*packaging*". Os magazines estão instalados em prateleiras alojadas em "*racks*" ou "gabinetes", estes últimos estão organizados em filas na Sala da Central.

Uma central manual é controlada por uma telefonista. Durante as últimas décadas do século XIX e as primeiras do século XX, este foi o tipo de central mais utilizado em todo o mundo. Ainda hoje muitas centrais manuais encontram-se em operação.

Para simplificar, poderíamos dizer que no AXE as telefonistas foram substituídas por um computador de grande capacidade. A memória do computador armazena todas as informações que as telefonistas possuíam, executando as mesmas funções [4,5].

Naquele tempo “reprogramar” a telefonista significava repassar verbalmente ou via documento escrito a ela como suas ações deveriam ser modificadas. Hoje em dia, para modificar algo no AXE deve-se reprogramar o computador, isto é, modificar a lista de instruções. Existem muitas outras semelhanças entre centrais manuais e o AXE.

Por exemplo, o que aconteceria numa central manual se a telefonista ficasse doente ? A central é claro, “pararia” se houvesse uma só telefonista. Para aumentar a confiabilidade de uma central manual nós devemos ter duas telefonistas, uma das quais será tida como “reserva”. E este é o princípio usado no AXE: o equipamento de comutação é controlado por dois computadores, um dos quais é reserva. Os dois processadores são microsincronizados o que significa que eles trabalham em paralelo executando os mesmos programas.

Durante as condições normais de trabalho o lado EX (Executivo) sempre trabalha uma microinstrução à frente do lado SB (Standby). O resultado da microinstrução é enviado do lado executivo para o SB para comparação com o resultado do lado SB (o lado SB executa a mesma microinstrução do lado executivo). Com a comparação dos resultados ocorrendo um erro ou diferença isto é detectado quase que automaticamente. Os resultados dos dois lados devem ser o mesmo porque eles estão executando a mesma microinstrução. Se uma diferença ocorre isto induz algum tipo de ação de recuperação como um reinício a fim de isolar e eliminar o erro.

Para estabelecer uma chamada para outra central, a telefonista de um antigo sistema manual trocava informações verbais (“sinais”) com a telefonista da central de destino. Quando as centrais automáticas foram introduzidas, essa troca de sinais não é mais necessária. Para os diferentes sinais elétricos, há diversos significados. A sinalização pode ser dividida em 2 grupos principais: sinalização de linha e sinalização de registros.

Os sinais de linha controlam o estabelecimento e a desconexão das chamadas telefônicas. Os sinais de registrador contém informações tais como o número do assinante chamado. Estes sinais são usados somente na fase de estabelecimento da chamada.

Comparemos a sinalização automática com a maneira de comunicação das telefonistas:

Para estabelecer uma chamada para outra central a telefonista envia uma corrente através da linha, geralmente pelo pressionamento de uma chave de um gerador. A corrente causa uma indicação na mesa da telefonista de destino, indicando que uma chamada está chegando à mesa. Isto é um sinal de linha. A telefonista de destino conecta seu fone de ouvido à linha e diz “Alô”. A telefonista de origem ao ouvir isto diz: “ Por favor conectem com o número 9970-1234”. Isto é um exemplo de sinal de registrador.

Isso foi um dos primeiros procedimentos para se trocar sinais. Durante os 100 anos de história da telefonia, foram desenvolvidos vários sistemas de sinalização.

Estes sistemas de sinalização têm sido dependentes da tecnologia disponível, e conseqüentemente a “história da sinalização” cobre uma grande variedade de tipos de sinais utilizados para a comunicação de sinalização (desde simples correntes e tons até os atuais sistemas de sinalização digital de alta capacidade).

Este processo de desenvolvimento resultou numa utilização simultânea de novas e antigas tecnologias nas Redes de telecomunicações [2]. Uma central deve quase sempre ser capaz de tratar simultaneamente os muitos sistemas de sinalização existentes [39,41].

2.4 Sinalização Telefônica

Entende-se por sinalização a troca de informações de extremo a extremo, com o objetivo de colocar os terminais chamador e chamado em contato temporário. E a supervisão é a ação de controlar permanentemente os estados de sinalização e conversação, objetivando determinar mudanças de estado do sistema [24-26,42].

Os estados de sinalização são subdivididos em fases, e no que diz respeito à aplicação telefônica, temos:

- ↳ Sinalização de linha: caracterizada pela tomada do enlace físico ou canal de voz que permitirá a conversação telefônica. Ou seja, ela é a responsável pelo estabelecimento da comunicação entre as centrais nas linhas de junções e que agem durante toda a conexão. São trocas de informações relacionadas com os estágios da conexão e supervisão da linha de junção;
- ↳ Sinalização de registro: caracterizada pelo envio e recepção das informações necessárias a fim de possibilitar a detecção dos enlaces subsequentes e do terminal telefônico chamado na rede de destino. Dessa forma, realiza a troca de informações de controle entre os órgãos de controle das centrais, tais como: assinante chamado ou chamador, tipos de assinantes, condições de assinantes; que devem ser trocadas entre as centrais, para se estabelecer uma conexão;
- ↳ Sinalização acústica ou de anúncio: ela é caracterizada pelo envio de sinais ao terminal chamado de maneira que o sentido auditivo humano possa captar a chegada de informação. Assim, é a que estabelece a integração homem-máquina e, como o próprio nome indica, consiste em uma série de sinais audíveis emitidos da central para o assinante e referem-se a estados da conexão.

Na Figura 2.10, podemos visualizar as fases citadas acima. A sinalização de linha é utilizada em três estágios do estabelecimento da chamada, que são: conexão, atendimento e desconexão. Após a sinalização de linha ter realizada a conexão, temos o endereçamento da chamada realizado pela sinalização de registro. Dando continuidade, temos a sinalização acústica, fazendo o anúncio da ligação. Com o atendimento, há novamente uso da sinalização de linha. É iniciada a comunicação, onde há apenas conversação sem sinalização. Concluída a conversação, é necessário a sinalização de linha para ser realizada a desconexão.

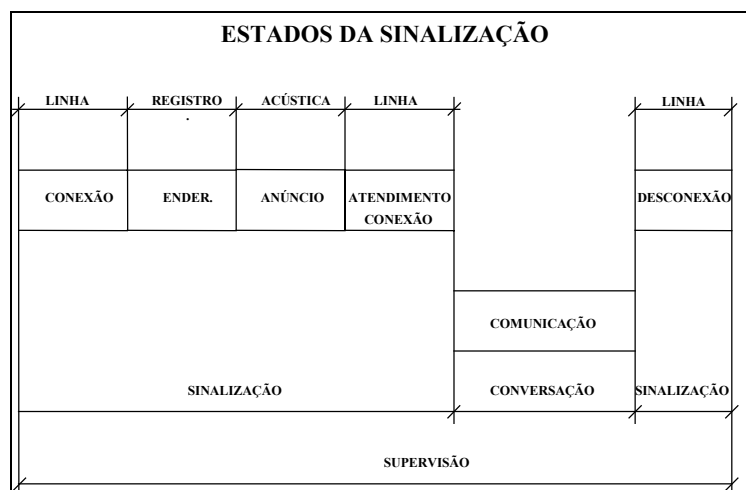


Figura 2.10 – Estados da Sinalização.

A sinalização na rede telefônica existe para escoar o tráfego telefônico entre os assinantes; sob o ponto de vista técnico, é um processo complexo que exige a transferência segura e rápida de sinais entre centrais e entre a central e o assinante. A sinalização na área de telefonia implica em:

- ↳ Todos os sinais que são necessários para o estabelecimento de chamadas ou outros serviços oferecidos pela administração;
- ↳ A tecnologia de transmissão para a transferência dos sinais. Os diversos tipos de meios de transmissão podem ser utilizados como portadores de sinais.

A sinalização por canal associado, inclui os sistemas tradicionais de sinalização, onde a sinalização e a voz caminham pelas mesmas rotas através da rede e onde existem diferentes maneiras de se transmitir os sinais. Ela é dividida em dois sistemas complementares:

- ↳ Sinalização de registrador;
- ↳ Sinalização de linha.

Com o aumento do uso de centrais do tipo CPA foi introduzido um novo conceito de sinalização. Ao invés da sinalização ser levada nos circuitos de voz, a sinalização é concentrada em enlaces de alta velocidade, relacionados aos processadores das centrais CPA envolvidas, deixando os circuitos de voz para

levarem as conversações. As sinalizações para vários circuitos podem ser tratadas por um único enlace de dados.

Este sistema é chamado de sinalização por canal comum, onde a sinalização é realizada em ambas as direções, com um canal de sinalização em cada direção.

A sinalização de canal comum (CCS) é mais cara que a sinalização de canal associado (CAS) aquela em que toda informação de voz e sinalização é carregada sobre os mesmos troncos, mas esta aparente desvantagem é compensada pela maior eficiência de utilização dos troncos de voz. Esse acréscimo de custo está ligado ao hardware necessário para ser utilizado como terminal de sinalização.

Por exemplo, pelo fato dos troncos de voz não serem ocupados a menos que a chamada possa ser completada, o número de troncos de voz pode ser reduzido, minimizando assim custos.

Outro benefício principal é o menor tempo que o assinante chamador tem que esperar pelo estabelecimento da chamada. Por causa da velocidade dos enlaces de sinalização (64 Kbps), o tempo total para estabelecer a chamada (determinando disponibilidade da parte chamada e transmissão necessária de dígitos discados) é grandemente reduzida quando comparada ao tempo de CAS. A maioria das chamadas CCS podem ser feitas em metade do tempo necessário para uma chamada CAS [29, 42].

Na Figura 2.11, vemos os dois tipos de sinalização. Observamos que voz e sinalização são enviados na mesma via quando é utilizada uma chamada em CAS. No caso de canal comum, temos uma via dedicada apenas para realizar a sinalização e as outras só para voz.

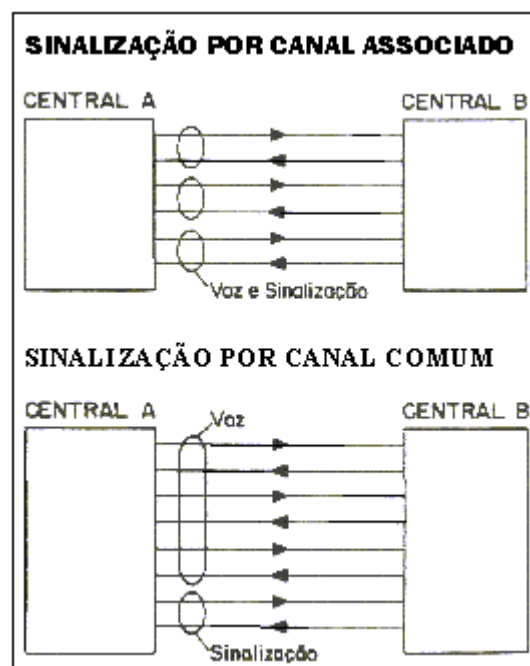


Figura 2.11 – Comparativo entre a sinalização de canal associado com a canal comum.

2.4.1 Sinalização por Canal Associado

A característica fundamental da sinalização (linha e registro) está no fato de que ela utiliza os mesmos circuitos que posteriormente irão transportar a voz. Isto nos permite dizer que existe uma associação entre sinalização de linha, sinalização de registro e voz. Esse processo de sinalização é definido como “sinalização por canal associado”.

A sinalização entre centrais é, principalmente, realizada para informar as centrais envolvidas o que deve ser feito para estabelecer e desconectar uma chamada. Durante a conversação, a necessidade de sinalização é mínima, normalmente para transferência de pulsos de tarifação.

A sinalização por canal associado é ainda a mais utilizada e engloba uma vasta gama de técnicas de transmissão [26]. Essa maior utilização está relacionada com o fato de que nem todas as centrais, ainda em uso no mercado, conseguem fazer atualização para utilizar a sinalização por canal comum. Além disso, há custos para implementar a sinalização canal comum, relacionados aos enlaces de sinalização.

A fim de que seja corretamente chamada de sinalização por canal associado, ela deve ter uma permanente associação com o canal que está levando a chamada corrente. A conversação e a sinalização seguem o mesmo caminho através da rede.

A seguir, relacionamos algumas variações que podem ocorrer:

- A sinalização é feita no mesmo canal que a conversação (sinalização DC);
- A sinalização é realizada na conexão de conversação, mas em outra faixa de frequência;
- A sinalização é levada no canal 16, onde cada canal de voz possui seu canal de sinalização fixo (sinalização PCM).

As maneiras pelas quais os sinais são transferidos depende, por exemplo, do tipo de circuito. Ela podem ser em:

- Sinalização DC;
- Sinalização baseada em frequências;
- Sinalização digital.

Deve-se salientar que diferentes sistemas de sinalização podem ser utilizados em cada um dos métodos de sinalização.

Independente do método de sinalização utilizado existem uma série de sinais que devem ser transferidos.

Dentro de um entroncamento existente entre duas centrais podemos utilizar vários enlaces para conectá-los. Um enlace é um caminho composto por 32 canais bidirecionais, que vão do canal 0 ao 31.

Com a utilização da sinalização por canal associado, cada enlace transporta a sinalização referente a seu(s) próprio(s) canal(is). Não sendo, portanto, possível o transporte de sinalização (linha/registro) relacionada a

circuito(s) de outros enlaces. No caso de sinalização de registro MFC os códigos são limitados, formados por combinações de duas frequências entre seis e sempre traduzem-se em passos elementares do tratamento de uma dada chamada. Não se pode, portanto, enviar dados alheios a uma chamada telefônica.

A conclusão do estabelecimento de uma chamada exige troca sistemática de numerosos códigos, como é o caso da multifrequencial compulsa MFC 5C (um tipo de sinalização de registro MFC) que se desenvolve dentro da banda de voz. Em consequência, não é possível sinalizar em fase de conversação.

Outro fator importante com relação às inconveniências no emprego da sinalização por canal associado é o aspecto econômico, visto que para cada enlace analógico ou canal digital, usado no estabelecimento de uma chamada, é necessário conectar-se um emissor do lado da central de origem e um receptor do lado da central de destino. Os emissores são chamados órgãos de sinalização, responsáveis pela sinalização de registro MFC. Portanto, essa multiplicidade de órgãos de sinalização desempenhando a mesma função numa central telefônica torna o sistema dispendioso, sendo entretanto a única solução técnica possível até o advento da sinalização por canal comum.

Assim, podemos resumir as limitações da sinalização por canal associado como segue:

- Relativamente lenta;
- Capacidade limitada de informações;
- Capacidade limitada de transportar informações que não estão diretamente relacionadas com a chamada;
- Incapacidade de alguns sistemas de enviar informações detalhadas de volta para o lado chamador;
- Os sistemas tendem a ser dispendiosos pelo fato de que cada circuito tem de ser equipado de maneira diferente.

2.4.2 Sinalização por Canal Comum

Nos sistemas telefônicos modernos, com o advento das centrais controladas por programa armazenado (CPA) e com a crescente digitalização do meio de transmissão, as redes de telefonia passaram a formar estruturas de processamento distribuído, necessitando com isso de uma sinalização mais eficiente, que permitisse um maior grau de comunicação entre os nós que a compõem e que, principalmente, fosse aberta para atender a crescente implementação de novos serviços, cada vez mais sofisticados, como a integração da rede telefônica a novas redes, em especial a *ISDN*. Como a sinalização por canal associado não atendia essas novas necessidades, em parte, pelas limitações surgiu uma nova técnica de sinalização entre as centrais de comutação telefônica: a sinalização por canal comum número 7 [3,6,23,36].

Os princípios básicos da sinalização por canal comum foram estabelecidos em âmbito internacional pelo CCITT (*Consultative Committee for International Telegraph and Telephone*) no início da década de 60. Após uma especificação preliminar e alguns anos de experiência em campo, uma versão considerada definitiva foi recomendada em 1972, com a denominação de sistema de sinalização número 6 [29].

Este sistema, no entanto, mostrou-se inadequado nos anos que se seguiram face a difusão de uma tecnologia que favorecia cada vez mais a digitalização e integração das redes de telecomunicações. Assim, a partir de 1973 iniciaram-se estudos para a especificação de um novo sistema de sinalização por canal comum, adequado aos meios de transmissão e comutação digitais e utilizando a experiência adquirida com os métodos de transmissão de dados desenvolvidos com as redes de pacotes.

Este sistema de sinalização por canal comum, denominado sistema número 7, foi especificado com uma elevada confiabilidade e flexibilidade de forma a abranger outras formas de trocas de informações entre centrais de comutação numa rede digital de serviços integrados.

Uma especificação considerada básica foi concluída ao final de dois períodos de estudo (1980) e editada no livro amarelo do CCITT (volume V1.6).

Ainda que o assunto não tenha sido encerrado, os conceitos fundamentais, bem como uma especificação relativamente completa das funções executadas em termos de equipamento, encontram-se disponíveis neste livro.

No período que se seguiu, até a edição do livro vermelho (1985), procedeu-se uma intensa atividade em torno destas especificações, em função de novos resultados obtidos através do desenvolvimento e experiência adquiridos com emuladores ou protótipos de teste em campo. De forma que suas especificações ficaram bastante estabilizadas para permitir uma implementação segura, pelo menos para a aplicação de controle de chamadas e circuitos na rede telefônica. Após essa data dois novos livros foram editados, aprimorando cada vez mais o sistema de sinalização por canal comum número 7, que foram: o livro azul (1988) e o livro branco (1992), as mesmas sofreram atualizações em 1993 [10 -17].

A principal característica do sistema N° 7 é que desde sua especificação inicial tenha sido concebido e projetado como um sistema multi-aplicações, isto é, o sistema N° 7 foi especificado com uma estrutura funcional que o torna um sistema "aberto" com relação a novas aplicações.

Em consequência o sistema N° 7 representa hoje:

- 1 - Uma forma de comunicação de dados suporte para um certo conjunto de aplicações.
- 2 - Um recurso funcional necessário ao desempenho das seguintes aplicações:
 - Controle de estabelecimento/liberação de chamadas em redes de circuitos comutados (rede de dados, rede telefônica e rede digital de serviços integrados);
 - Controle de programação, ativação e interrogação de facilidades relacionadas a prestação de determinados serviços suplementares como o serviço 800, serviço de cartão de credito, etc.;

- Controle de troca de informação de sinalização não associada a circuitos entre centrais de comutação, por exemplo, localização de móvel terrestre em telefonia móvel celular, teste da condição do assinante chamado, e outras interações necessárias em serviços suplementares na ISDN;
- Controle de transferência de informações de operação, manutenção e gerência de rede centralizado entre as centrais de comutação;
- Controle de transferência de informação de gerência dos recursos de sinalização na rede de telecomunicações (gerência da rede de sinalização).

A sinalização por canal comum traz uma série de vantagens. Comparado com tempo médio de uma chamada, o tempo total para sinalização é muito pequeno. Isto significa que pode-se fazer com que um único canal de sinalização controle toda a sinalização necessária para alguns milhares de chamadas (até 5.000 circuitos de conversação).

Todo o tráfego pode compartilhar um órgão de sinalização. Não é mais necessário que cada linha de conexão tenha seu próprio equipamento de sinalização de linha, fazendo com que outra importante vantagem seja a economia na quantidade de equipamento necessário.

A Figura 2.12 ilustra o transporte das mensagens de sinalização número 7 pelo canal 16 entre duas centrais de comutação (A - B). Podemos observar que essas mensagens podem ser relacionadas com os circuitos de voz do trecho A – B, tendo como principal exemplo, para essa aplicação, a telefonia, ou ainda, às não relacionadas aos circuitos de voz, como transferência de informações de operação e manutenção, gerência de rede, dentre outros.

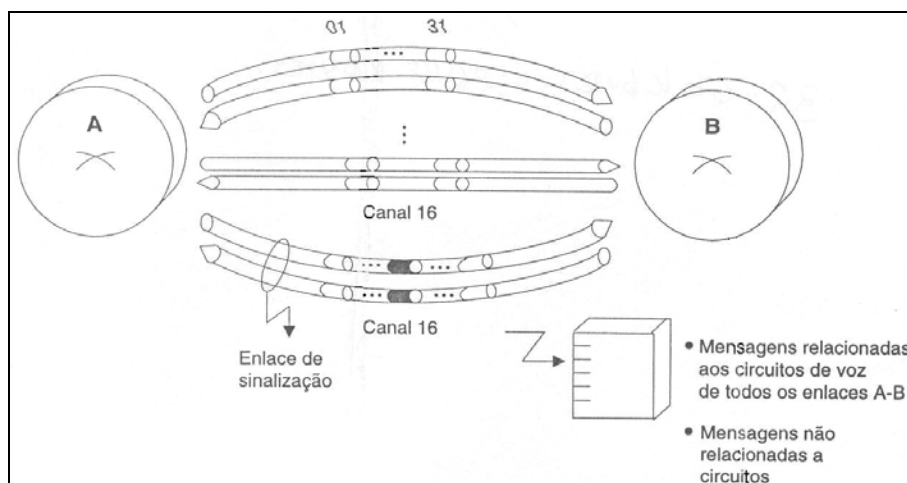


Figura 2.12 – Transporte da sinalização número 7.

A sinalização CCITT nº 7 foi projetada não somente para controlar o estabelecimento e supervisão de chamadas telefônicas, mas também para serviços não relacionados com voz.

O sistema possui uma série de características interessantes, tais como:

- A transmissão é completamente separada da comutação e da transmissão da conversação;
- É significativamente mais rápida do que a sinalização por canal associado;
- Tem potencialidade para tratar uma grande quantidade de sinais;
- Liberdade para tratar sinais durante a conversação;
- Flexibilidade para adicionar ou suprimir informações;
- Segurança devido a possibilidade de utilizar rotas de sinalização alternativas e funções de gerenciamento de rede;
- Economia sobre os grandes grupos de circuitos de conversação e também no uso de grupos pequenos devido às diferentes capacidades de configuração da rede de sinalização;

- Pode ser utilizada para controlar o estabelecimento e supervisão de serviços não relacionados com voz (ISDN);
- Segurança devido a possibilidade de utilizar rotas de sinalização alternativas e a elaboração de funções para gerenciamento de rede.

As principais vantagens da sinalização por canal comum foram reconhecidas desde a origem de sua concepção e são apresentadas a seguir:

- **Acréscimo na eficiência dos circuitos**, que com a sinalização por canal comum, somente são ocupados pelo tráfego de conversação. A rede de circuitos de conversação pode assim ser otimizada sem o efeito distorcido dos custos de sinalização;
- Real supressão dos órgãos de sinalização (enviadores e receptores MFC). Isso implica numa **redução de custos associados ao equipamento**, que por si só justifica a utilização por canal comum;
- Aumento do rendimento dos circuitos de conversação, devido a **exploração bidirecional dos circuitos digitais** nos enlaces, o que aumenta em 30% sua taxa de eficiência para o encaminhamento do tráfego, principalmente em pequenas rotas;
- **Garantia de velocidade**, por beneficiar-se de toda rapidez que permite um canal de 64 kbits/s. Neste caso, o tempo de emissão de uma mensagem completa é da ordem de alguns milissegundos (máximo de 35 ms). Pode-se esperar, portanto, que em uma aplicação telefônica o tempo de estabelecimento das chamadas reduza-se por um fator de 5 (cinco). Este ganho no tempo de estabelecimento das chamadas não será uma realidade até que a rede converta-se integralmente à sinalização por canal comum número 7, o que pode levar alguns anos. Durante este processo de transformação, coexistirão os sistemas de sinalização convencionais e o novo sistema de sinalização.
- **Possibilita-se uma considerável extensão do vocabulário da sinalização**, o que permite uma multiaplicação de serviços e aplicações. Todos os sistemas

de sinalização utilizados até agora são sistemas praticamente fechados, que usam uma quantidade limitada de sinais, sendo muito difícil suas ampliações. Pelo contrário, a sinalização por canal comum é, em seu princípio, uma transmissão de dados por mensagem que, no caso do sistema n° 7, assemelha-se estritamente a comutação de pacotes. Nestas condições, as mensagens de sinalização constituem um **protocolo aberto**, de forma que para a implementação de uma nova aplicação, basta uma simples modificação do software dos processadores encarregados de elaborar e interpretar os novos tipos de mensagens. Esta abertura de linguagem possibilita a flexibilidade necessária para a evolução das redes de telecomunicações e a introdução de novos serviços;

- A adoção de um método de sinalização do tipo transmissão de dados permite beneficiar-se de todas as vantagens dessas técnicas. Em particular, o notável **aumento da confiabilidade da sinalização com o emprego de métodos eficazes de detecção e correção de erros**. Por outro lado, na arquitetura da rede de sinalização independente, são empregadas numerosas medidas para aumentar a segurança dos seus enlaces. Estas técnicas permitem garantir, na quase totalidade dos casos, que não haverá perda das mensagens nem modificação na seqüência de sucessão das mesmas. Podemos inferir, portanto, que uma rede que empregue a sinalização por canal comum n° 7 é uma rede de altíssima segurança;
- **Possibilita-se uma grande flexibilidade na composição das mensagens**, graças ao emprego de uma técnica de transmissão de dados do tipo HDLC com mensagens de comprimento variável (a parte útil de uma mensagem pode variar de 0 a 63 octetos);
- **Permite a utilização de uma rede de sinalização com acessibilidade plena** (tanto no plano internacional como no nacional), que equivale dizer que uma mensagem pode ser trocada, sem restrição, entre dois pontos de sinalização quaisquer da rede internacional ou nacional, estando ou não interconectados por circuitos diretos. Isso é possível pelo emprego, em cada mensagem de sinalização, de um campo denominado rótulo que entre outras informações contém o endereço do nó de destino via rede. Porém, a vantagem decisiva do

sistema de sinalização n° 7 e sua principal originalidade, é ter sido concebido, ao contrário de todos os sistemas anteriores estritamente especializados, com um sistema com aplicações múltiplas, com o objetivo de construir uma rede de sinalização multiserviço.

Na tabela 2.1, temos as vantagens do canal comum tanto para o assinante quanto para a operadora.

Para o assinante	Para a empresa operadora
Redução do tempo de estabelecimento das chamadas (de 5 a 10 vezes menor); Adaptação a novos serviços; Diminuição do número de chamadas ineficazes.	Unificação da sinalização; Enlaces bidirecionais; Supressão de terminais de sinalização (enviadores e receptores) nos enlaces; Adaptação aos métodos modernos de gerência de rede; Facilidade no planejamento de planos estruturais da rede.

Tabela 2.1 - Vantagens do canal comum.

2.5 Resumo

Este capítulo mostrou basicamente uma visão geral a respeito do sistema móvel celular, relatando as tendências atuais em termos da utilização da sinalização por canal comum, como o principal protocolo de sinalização para reger a comunicação entre as centrais de comutação e controle com as demais centrais de comutação existentes no mercado de telefonia.

Foi mostrado algumas limitações da sinalização por canal associado que impulsionaram o advento de um novo sistema de sinalização. E ressaltado a sinalização por canal comum, com suas vantagens e características.

3 ABORDAGEM DO PROBLEMA

Este capítulo trata num primeiro momento das dificuldades encontradas atualmente pelos engenheiros de comutação, encarregados pela Operação & Manutenção do sistema celular, desde a complexidade do sistema de telecomunicações até a dificuldade de detectar falhas por sinalização de canal comum, e num segundo momento problemas ocasionados, focando sempre a sinalização canal comum para o tipo de usuário ISDN.

3.1 A Detecção de Falhas da Sinalização por Canal Comum

A nossa abordagem está centrada na sinalização por canal comum nº 7 do tipo ISDN. O sistema de sinalização por canal comum foi estruturado pelo CCITT para ser modular e flexível, com a finalidade de poder ser expandido em futuras aplicações. Desse modo, o CCITT o dividiu, em uma primeira análise, em dois níveis de subsistemas:

- Subsistemas de usuários (UP);
- Subsistema de transferência de mensagem (MTP).

A Figura 3.1 ilustra a divisão do sistema de sinalização por canal comum.

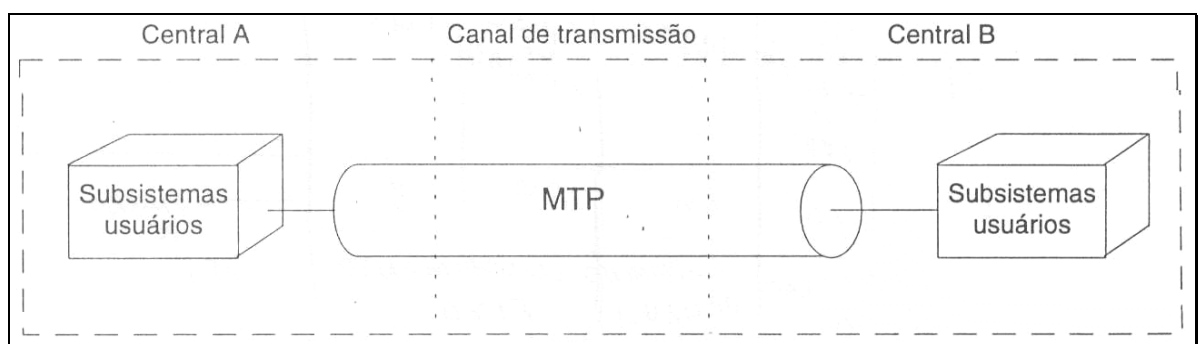


Figura 3.1 – Divisão do sistema de sinalização.

Os subsistemas de usuário (UP: *User Part*) representam os diversos tipos de usuários como telefonia (TUP: *Telephone User Part*) [30], rede digital de serviços integrados (ISUP: *ISDN User Part*) [36], dentre outros. Inclui também, as

funções relacionadas com a geração e tratamento das informações que devem ser trocadas entre os subsistemas de usuários correspondentes.

O subsistema de transferência de mensagem (MTP: *Message Transfer Part*) é comum aos diversos tipos de usuário e sua função principal é estabelecer um caminho de comunicação de sinalização que seja rápido e confiável interligando os diversos subsistemas de usuários que necessitam trocar informações [37,38].

O CCITT define para o sistema de sinalização por canal comum n° 7, quatro níveis funcionais [29]. O primeiro deles, o nível 1, está associado ao aspecto físico e serve como suporte hardware para o transporte das mensagens entre os “nós” da rede. Os níveis 2, 3 e 4 são entidades de software com funções bem definidas que serão apresentadas a seguir.

O *Nível 1 (funções de enlace de dados de sinalização)* define as características elétricas e físicas do enlace de dados de sinalização e os meios de acessá-lo para transmissão dos dados de sinalização. Para o meio de transmissão digital, a taxa de transmissão é de 64 kbits/s.

O *Nível 2 (funções de enlace de sinalização)* proporciona confiabilidade ao enlace de sinalização, através das funções relacionadas abaixo:

- Delimitação de mensagens através de *flags*;
- Prevenção contra duplicação de *flags*;
- Detecção de mensagem recebida incorretamente (detecção de erros);
- Correção de erros;
- Controle de seqüência de mensagens recebidas e transmitidas;
- Detecção de falhas no enlace de sinalização e recuperação do mesmo.

O *nível 3 (funções de rede de sinalização)* apresenta as seguintes funções:

- Função de tratamento das mensagens de sinalização.

Na originação de uma chamada, o nível 3 encarrega-se de encaminhar a mensagem ao ponto de destino. Na recepção de chamada, o nível 3 analisa a mensagem quanto ao seu destino. Se for chamada terminada, a mensagem é entregue ao nível 4; se for para outra central, a mensagem é reencaminhada ao seu destino.

- Função de gerência de rede.

Funções de gerência de rede possibilitam a reconfiguração da rede de sinalização na ocorrência de falhas. Isto é feito através do roteamento do tráfego de sinalização de enlaces em falha, para enlaces em serviço.

No *nível 4 (funções de subsistema de usuário)*, são definidas funções específicas para cada tipo de usuário, seja ele de telefonia, dados ou outros. Para o usuário de telefonia são citadas, como exemplos de funções: recepção de dígitos do assinante chamado, procedimentos de dupla ocupação, gerência dos circuitos de voz, dentre outros.

O subsistema de usuário ISDN (ISUP: *ISDN User Part*) é uma entidade de software de nível 4 dentro da estrutura de sinalização por canal comum número 7 e sua função é trocar, com seu homólogo de outro ponto de sinalização, mensagens que possibilitem o estabelecimento e liberação de chamadas telefônicas.

As mensagens de sinalização relativas a uma dada chamada são transportadas por um enlace selecionado. O canal de voz atribuído a essa chamada pode pertencer ou não ao enlace de sinalização em questão.

O subsistema de usuário ISDN, ISUP, para fazer chegar a mensagem a seu homólogo a entrega a MTP acrescida de alguns campos que indicam:

- O usuário ISUP;

- O código de ponto de origem (OPC);
- O código de ponto de destino (DPC);
- O código de identificação do circuito de voz (CIC);
- O corpo da própria mensagem com um código de ação a executar.

Conhecendo-se a função desempenhada pelo Subsistema de Transferência de Mensagens (MTP), pode-se dizer que o mesmo desempenha as funções dos níveis 1, 2 e 3 que conjugadas proporcionam enlaces de sinalização confiáveis e conseqüentemente uma rede confiável. Assim, o MTP executa uma série de funções, como mostra a figura 3.2.

Da mesma forma, pode-se dizer que os subsistemas de usuários desempenham a função do nível 4. Isso também é ilustrado pela figura 3.2.

A Figura 3.2 ilustra ainda essas relações, mostrando a interligação de subsistemas de usuário (TUP, ISUP e outros) via subsistema de transferência de mensagem e seus diversos níveis funcionais [29,31-34].

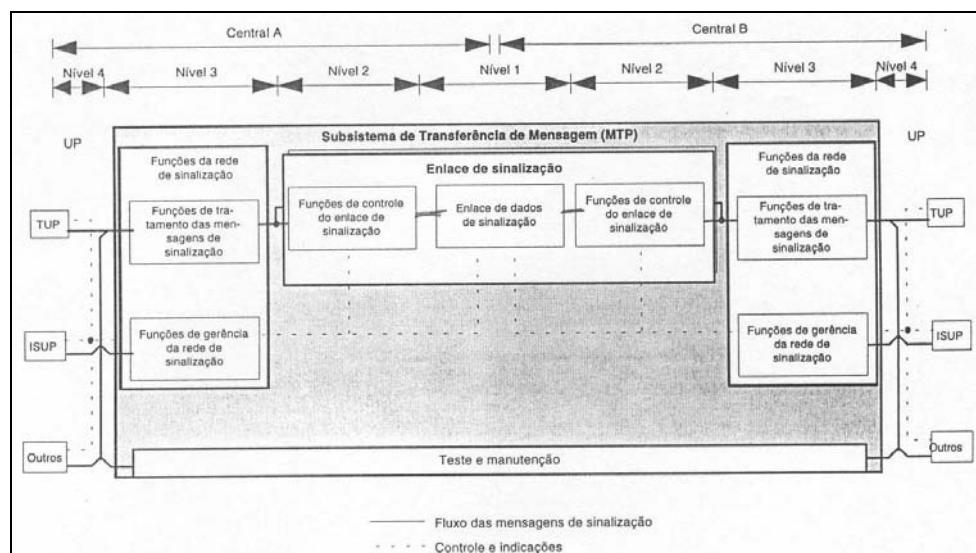


Figura 3.2 – Relação entre MTP, UP e níveis funcionais.

Uma rede de telecomunicações servida pela sinalização de canal comum é composta por um certo número de nós de comutação e processamento

interconectados por enlaces de transmissão. Os nós, na rede de telecomunicações, que são dotados de recursos para sinalização por canal comum são referidos como Pontos de Sinalização (PS). Na figura 3.3, é mostrado vários PS e a comunicação entre os mesmos, que é dada através do canal 16.

Para quaisquer dois destes pontos a sinalização por canal comum realiza-se através da troca de sinais, denominada mensagem de sinalização. As mensagens de sinalização são transferidas através de enlaces de transmissão de dados, denominados Enlaces de Sinalização.

Um ponto de sinalização no qual uma mensagem de sinalização é gerada denomina-se Ponto de Origem para aquela mensagem. Da mesma forma, o ponto de sinalização ao qual a mensagem é destinada é denominado Ponto de Destino para aquela mensagem. Para o estabelecimento de circuitos associados a chamadas telefônicas, por exemplo, ambas as extremidades trocam mensagens de sinalização, funcionando ora como ponto de origem, ora como ponto de destino para aquelas mensagens.

A troca de mensagens de sinalização realiza-se através de um enlace de sinalização, conectando diretamente os pontos de origem e destino ou através de uma subrede de sinalização, isto é, através de um conjunto de enlaces de sinalização e pontos intermediários que atuam como retransmissores das mensagens de sinalização. Um ponto de sinalização no qual as mensagens recebidas sobre um enlace de sinalização são transferidas sobre outro enlace, isto é, nem ponto de origem nem ponto de destino, é denominado Ponto de Transferência de Sinalização (PTS), veja figura 3.3.

A Figura 3.3 nos mostra cinco centrais de comutação se comunicando através da sinalização por canal comum, com os enlaces de sinalização sendo instalados nos canais 16 dos mesmos. Assim, vemos que há enlaces de sinalização entre as centrais A e B, A e C, B e C, C e D, C e E. E relação de sinalização entre todas as centrais, onde a central C funciona como um PTS e todas as outras como PS.

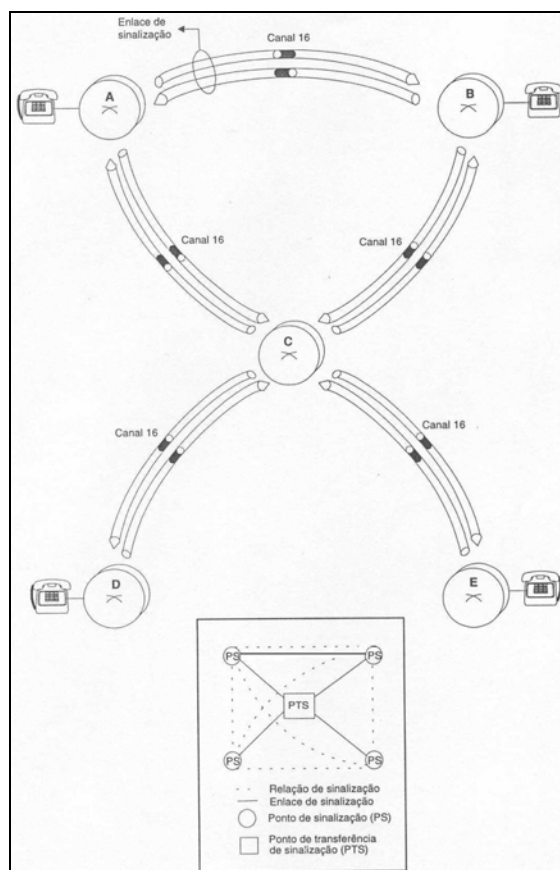


Figura 3.3 – Exemplo de entroncamento utilizando pontos de sinalização.

Quando, entre dois pontos quaisquer da rede de sinalização, existe a possibilidade de comunicação entre seus correspondentes Subsistemas do Usuário, diz-se que esses pontos têm uma relação de sinalização.

O termo relação de sinalização é genérico, abrangendo qualquer interação entre subsistemas de usuário dos pontos de sinalização da rede, sejam eles subsistemas de telefonia, dados ou outros.

Quando dois pontos de sinalização estão ligados diretamente por um enlace de sinalização, são denominados pontos de sinalização adjacentes. Caso contrário, os pontos são ditos não adjacentes.

Os modos de sinalização são definidos levando-se em consideração o caminho seguido por uma determinada relação de sinalização e o caminho seguido pelas mensagens de sinalização a elas referentes, são eles: associado, não-associado e quase-associado.

As falhas de sinalização surgem quando há troca de mensagens, quer sejam enviadas ou recebidas. E esse processo se inicia sempre que se deseja realizar uma chamada telefônica.

Assim, podemos dividir as falhas de sinalização relacionadas às tentativas de chamadas originadas ou recebidas. Para o primeiro caso, faz-se a análise das mensagens enviadas e no segundo caso, das recebidas.

Para permitir uma utilização otimizada do seu potencial de recursos, em âmbito nacional, o sistema n° 7 exige a interconexão de todas as centrais digitais do país a uma mesma rede de sinalização.

A Figura 3.4 mostra essa interconexão, através de centrais trânsito e locais, relacionadas pela rede de sinalização. Esta rede de sinalização consiste de dois ou mais pares de pontos de transferência de sinalização entrelaçados entre si, permitindo todas as facilidades de supervisão e reconfiguração de falhas especificadas pelo CCITT.

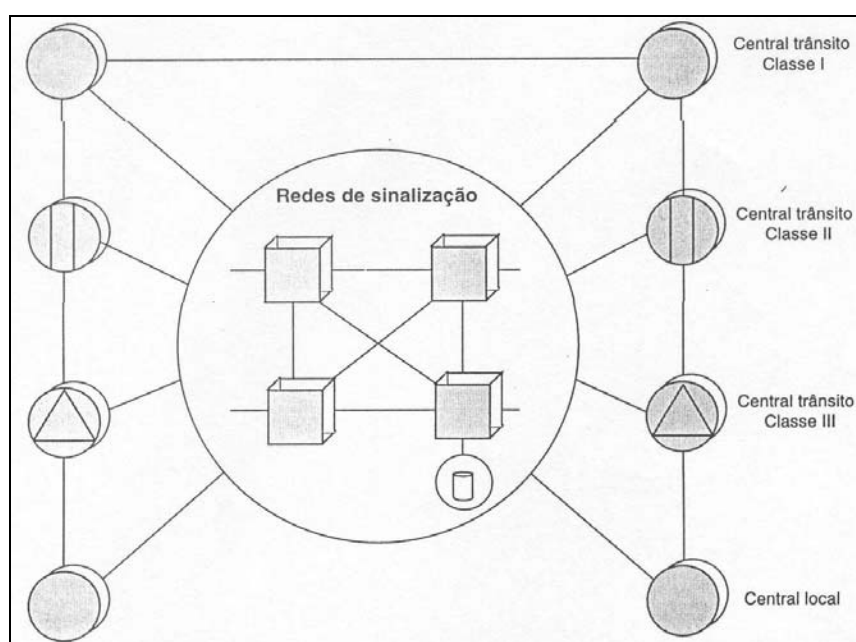


Figura 3.4 – Cenário de integração das centrais digitais a uma mesma rede de sinalização.

Devido a divisão territorial do Brasil, a rede de sinalização foi definida como uma rede de hierarquia com pontos de transferência denominados primários, no seu nível de maior hierarquia, pontos de transferência denominados secundários no seu nível inferior e centrais digitais ou centralizados de gerência conectados aos pontos de transferência primários ou secundários. Na Figura 3.5, observamos essa estrutura hierárquica.

Desta forma, o país foi dividido em diversas regiões, cada uma delas servida por um par de pontos de transferência de sinalização primários, cuja principal finalidade é estender a conectividade de sinalização de uma região a outra. Em algumas regiões, com elevada concentração de tráfego de sinalização interno pares de ponto de transferência secundários podem ser utilizados para aliviar os pontos de transferência primários.

As centrais digitais ou centralizados de gerência conectam-se sempre a um par de pontos de transferência primários ou secundários, dependendo do seu interesse de tráfego de sinalização, através de um par de enlace de sinalização, pelo menos.

A Figura 3.5 mostra a conexão das centrais da região A com as da região B, onde o caminho percorrido envolve par de PTS primários e, em alguns casos também, de par secundários, no âmbito da sinalização nacional.

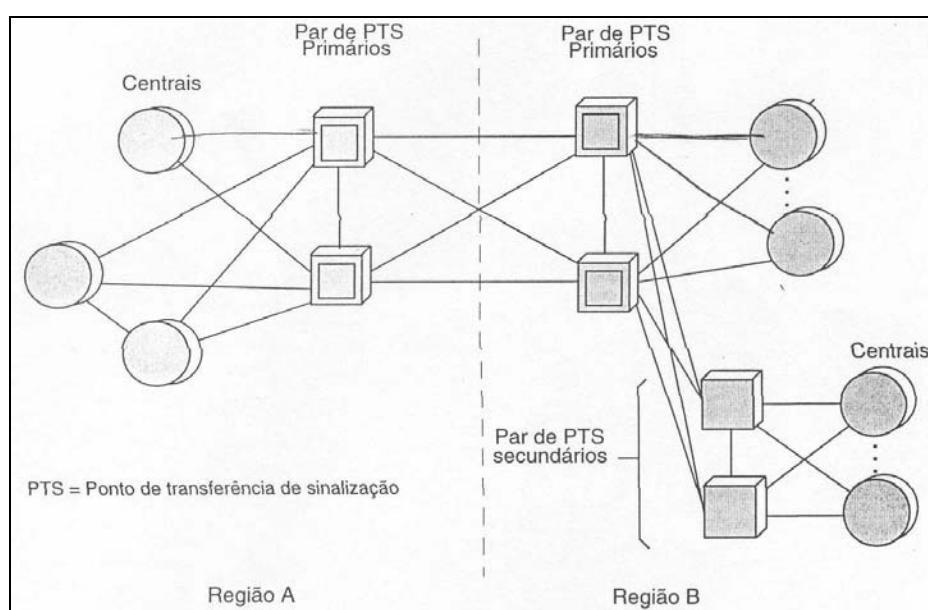


Figura 3.5 – Estrutura hierárquica da rede de sinalização nacional.

Quando duas centrais digitais fazem parte de uma rede de sinalização por canal comum número 7, elas constantemente trocam informações entre si, através de mensagens denominadas unidades de sinalização. As unidades de sinalização podem conter informações para o encaminhamento de uma conexão, de gerência de rede, informações de controle do enlace de sinalização, dentre outros.

As informações relacionadas para o encaminhamento de uma conexão são os principais dados utilizados por este trabalho, pois acredita-se que podemos detectar falhas através do estudo de parâmetros das mensagens ISUP. As mensagens IAM (Inicial Adress) e REL (Release) são aquelas que possuem as principais informações que podem contribuir para se chegar a conclusões acerca dos motivos que podem ter contribuído ao não completamento de chamadas.

Uma unidade de sinalização é composta por um conjunto de bits subdivididos em bits de controle, bits de dados, bits de detecção de erro e bits delimitadores da mensagem denominados flags. Cada subdivisão forma um campo da unidade da sinalização. A figura 3.6 apresenta o formato geral de uma unidade de sinalização, assim como os seus componentes.

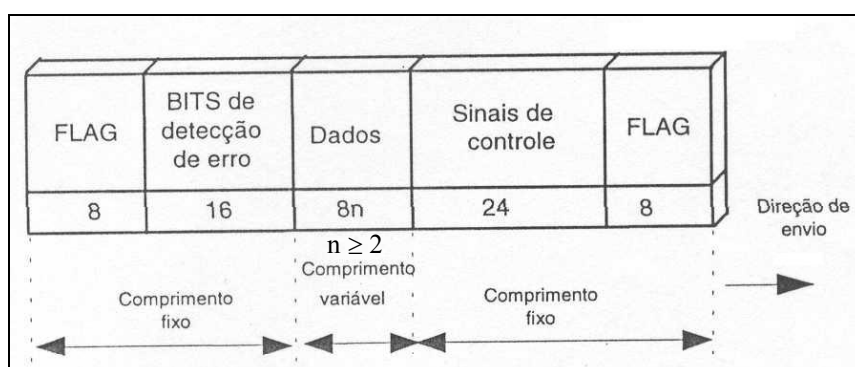


Figura 3.6 – Unidade de Sinalização.

O significado dos campos da unidade de sinalização são os seguintes:

- Flag: marca o início e o fim da mensagem, atuando como um delimitador;

- Sinais de controle: utilizados para o controle de seqüência e solicitação de retransmissão da mensagem;
- Bits de detecção de erro: utilizados para garantir a recepção correta da mensagem sem erros;
- Dados: contém informações para o estabelecimento de conexão entre usuários.

O campo de dados possui comprimento variável, pois depende do tipo de unidade de sinalização empregada e qual informação está sendo transmitida por ela, enquanto que os campos de flag, sinais de controle e detecção de erros possuem um comprimento fixo, independentemente do tipo de unidade de sinalização em uso.

3.2 Visualizando uma Solução

Para chegarmos a uma solução de uma falha de sinalização, primeiramente, precisamos traduzir as informações de sinalização que estão sendo trazidas dentro das mensagens de sinalização, compostas por vários octetos (bytes), transportadas através do canal 16.

Para o sistema proprietário do fabricante Ericsson não há nenhum método específico, apenas em software, para a tradução das mensagens trocadas entre as centrais de comutação. Quando se deseja fazer uma decodificação, pega-se a mensagem desejada, transforma-se todos os seus octetos expressos em hexadecimal para binário, e com a utilização da recomendação Q. 763 do ITU-T, se observa quais informações estão sendo transportadas dentro daquelas mensagens. Esta recomendação possui as especificações do sistema de sinalização N° 7; formatos e códigos da parte de usuário ISDN do sistema de sinalização N° 7.

O processo de decodificação consome um tempo considerável para verificar o que uma determinada combinação de bits significa. Atualmente, a ferramenta que é utilizada para realizar esse trabalho é o analisador de protocolos que é um equipamento muito caro, composto de hardware e software, e que nem

sempre está disponível na localidade em que o problema surgiu. Necessitando, por isso, ser transportado, o que demanda em tempo e custos adicionais.

O analisador de protocolos gera decodificação, análise das mensagens, propõe ações a serem tomadas quando detecta uma falha. É utilizado para os mais diversos tipos de sinalização existentes. Sendo necessário a conexão física entre o mesmo e a CCC para a sua utilização. Suas funções são executadas em tempo real.

Como não tínhamos outra alternativa além do analisador de protocolos, geralmente, partia-se para a decodificação manual das mensagens. Quando há um problema de sinalização, geralmente, afeta os indicadores de completamento de chamada de forma muito significativa, assim como causa uma redução da receita das empresas, uma vez que um menor número de chamadas está sendo completadas. Desta forma, quando mais rápido obtivermos a decodificação, mais otimizado será a solução adotada para sanar a falha detectada.

Quando o operador dispõe das informações contidas dentro das mensagens, ele inicia o processo de análise das mesmas. Assim, verifica se os valores dos parâmetros das mensagens expressam a necessidade para que a chamada seja completada.

Para fazer isto, é levado em conta principalmente os parâmetros das mensagens fixos da IAM e REL, mensagens responsáveis pelo estabelecimento e desconexão das chamadas. E a aprendizagem para detecção de falhas se dá através da experiência humana.

3.3 Resumo

Neste capítulo, foram relatadas as dificuldades de operar um protocolo de sinalização em um complexo sistema de telecomunicações. Focalizando-se no ISUP, foram mostradas as suas áreas de aplicação e todo o universo que está relacionado a esse subsistema. Foi enfatizada o difícil trabalho de detectar e sanar falhas de sinalização num sistema de telecomunicações através de analisadores de protocolo em hardware e software.

Mostrou-se a hierarquia do sistema de sinalização, assim como os tipos de falhas que podem estar relacionadas ao ISUP. Finalizou-se mostrando como as empresas estão fazendo, em especial a Amazônia Celular, para detectar e corrigir falhas de sinalização por canal comum.

4 Visão Geral do Analisador ISUP para AXE

Este capítulo apresenta o sistema proposto com suas funcionalidades e potencialidades sendo apresentadas de forma generalizada, sem entrar em detalhes de implementação. Faz-se uma comparação entre o sistema desenvolvido e o uso do analisador de protocolo para a mesma finalidade. Por fim, temos um resumo do capítulo.

4.1 Leitura das Mensagens ISUP

O rápido crescimento de tecnologias como telefonia celular, redes locais de computadores sem fios e serviços de satélite permitem ao usuário mobilidade para acessar informações em qualquer lugar e a qualquer tempo. A integração de tecnologias que permitem a conexão de equipamentos sem fio e móveis em uma rede ISDN lida com um número de informações que são dinamicamente modificadas [3,7,9,18,19]. Quando um usuário se conecta a uma rede móvel informações como sua identificação, autenticação, caracterização e sua localidade devem ser dinamicamente estabelecidas e serviços devem ser ofertados a este usuário de acordo com seus direitos e privilégios.

Neste trabalho, utiliza-se um aplicativo para a leitura e posterior análise de mensagens ISUP trocadas entre centrais telefônicas, como uma forma de realizar os mesmos passos seguidos por um operador humano na detecção de uma falha, conforme foi descrito no item 3.2.

As entradas do sistema proposto representam arquivos contendo mensagens da parte de usuário ISDN, que podem ser desde a ACM (*Address complete*) até a USR (*User-to-user information*). Esse arquivo deverá ser gerado através da monitoração de um determinado circuito, por uso da função UPMTI (*Isup Message Monitor*) do fabricante Ericsson.

Na Figura 4.1, temos a forma como as mensagens são mostradas para o usuário quando se utiliza a função citada acima. Essas mensagens podem ser salvas em arquivos, fazendo uso do software que se comunica com a CCC.

Assim, observamos, dentre as informações, o CIC, tipo de mensagem (IAM, ACM), o tempo em que foi realizado a coleta da mensagem e se a mensagem foi enviada (S) ou recebida (R) através do campo DIR.

ISUP MESSAGE MONITOR RESULT												
USER	SI	CIC	SP	DEV		CALLREF						
AT-4	ISUP4BR	8	2-70	UPDN3-8								
TIME	MSG	DIR	DATA									
14:08:22:7	IAM	R	85	0B	80	11	10	08	00	01	00	60
			00	0A	03	02	08	06	83	10	49	14
			32	04	0A	07	83	13	11	49	45	23
			01	00								
TIME	MSG	DIR	DATA									
14:59:50:9	ACM	S	85	46	C0	02	10	08	00	06	16	04
			00									
TIME	MSG	DIR	DATA									
15:00:20:3	REL	R	85	0B	80	11	10	08	00	0C	02	00
			02	84	90							
TIME	MSG	DIR	DATA									
15:00:20:4	RLC	S	85	46	C0	02	10	08	00	10	00	
END												

Figura 4.1 – Exemplo de mensagens ISUP em uma chamada ISDN.

O sistema de sinalização n° 7 é um sistema de sinalização por canal comum constituído de uma Parte de Transferência de Mensagem, MTP e uma Parte de Usuário, UP. As funções de sinalização para operações em ISDN estão contidas na Parte de Usuário ISDN, ISUP.

A função implementada no sistema Ericsson atende aos requisitos do antigo sistema TELEBRÁS baseado nas recomendações do livro azul do CCITT. Esta função controla o estabelecimento das chamadas telefônicas nos diversos tipos de circuitos e executa verificações necessárias na qualidade de transmissão desses circuitos. O rótulo padrão da CCITT na mensagem indicando a central de origem, a central de destino e circuito, é traduzida para os termos Ericsson por esta função.

Na sinalização por canal comum, as informações são transferidas de uma maneira diferente se comparada com os sistemas de sinalização tradicionais, onde os sinais são transportados na forma de pulsos, tons codificados, dentre outros.

No CCITT no. 7, as informações são transferidas em unidades de sinal (US), ou seja, dígitos binários, zeros e uns, dispostos como um conjunto de dados com campos onde a combinação dos bits tem diferentes significados. Na realidade, a sinalização CCITT n° 7 é uma forma de comunicação de dados.

A sinalização originada da Parte de Usuário de ISDN é transferida via enlaces de sinalização pelas unidades de sinal de mensagem, MSU (*Message Signal Unit*).

Uma MSU é constituída de um campo de informação de sinalização de comprimento variável, que contém a informação gerada pela parte ISDN e um número de campos de comprimentos fixos, que contém informações necessárias para o controle da transferência de mensagem

Na Figura 4.2, observamos todos os campos de uma MSU. O campo F (Flag) indica o início de uma unidade de sinal. O flag de início de uma unidade de sinal é normalmente o flag de encerramento da mensagem procedente indicando o fim da unidade de sinal. O flag é representado pelo valor binário:01111110.

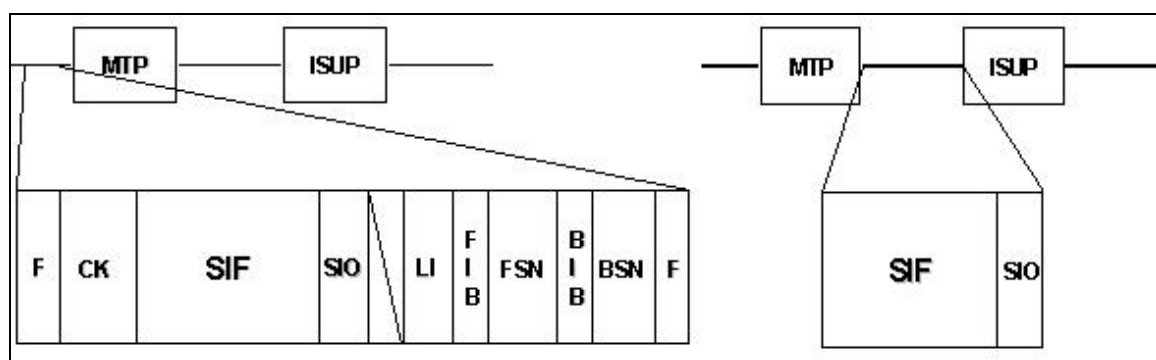


Figura 4.2 – Formato da MSU

O campo CK (*Checksum*) é utilizado devido ao fato de que nos enlaces de dados pode existir interferência na transmissão (enlace PCM, repetidor, dentre outros) que pode resultar em que a mensagem seja prejudicada. O terminal de saída faz um cálculo usando um polinômio definido, isto resulta em um “checksum” de 16 bits. O cálculo leva em consideração os bits entre os campos F e CK. O terminal de entrada realiza a correspondente codificação para verificar se a mensagem está correta.

Os campos FSN e BSN indicam número de seqüência, assim FSN é o número de seqüência para frente. É o número de seqüência da unidade de sinal. E BSN é o número de seqüência para trás. É o número de seqüência de unidade de sinal sendo reconhecida para trás. O valor do FSN da última MSU aceita é indicado no BSN da próxima SU enviada na direção oposta.

Os bits FIB e BIB juntamente com os números de seqüência de mensagem para frente e para trás são usados no método básico de controle de erro para possibilitar as funções de controle de seqüência de unidade de sinal e reconhecimento. Os campos FIB e BIB indicam Bits de Indicação de Retransmissão, onde FIB é o Bit Indicador para frente e BIB, o Bit Indicador para trás.

O Indicador de Comprimento (LI) é um campo de seis bits que diferencia entre os três tipos de unidade de sinal, MSU, LSSU (*Link Status Signal Unit*) e FISU (*Fill In Signal Unit*). No caso do valor binário ser menor que 63 indica o comprimento da unidade de sinal.

Como é mostrado na figura 4.2 para o subsistema de usuário ISUP, teremos apenas os campos SIO e SIF, que serão descritos a seguir.

O SIO (octeto de informação de serviço) de uma MSU contém o indicador de serviço e o campo de sub-serviço. O indicador de serviço é usado para as funções de encaminhamento de tráfego para realizar a distribuição das mensagens.

Todos os indicadores de serviços exceto 0 e 1 podem ser alocados livremente. O campo de sub-serviço contém o indicador de rede (NI) nos bits C e D, redes nacionais ou internacionais. Os bits A e B não são alocados. A alocação recomendada para ISUP de rede nacional é mostrada na figura 4.3. Assim, o octeto 85 em hexadecimal formado pelos 8 bits representa 0100 0101, no qual 0100 indica rede nacional e 0101, ISUP.



Figura 4.3 – Octeto de Informação de Serviço

O SIF (Campo de Informação de Sinalização) consiste de um número inteiro de octeto, maior ou igual a quatro e menor ou igual a 272. O campo de informação de sinalização de cada unidade de sinal de mensagem contém uma mensagem parte de usuário ISDN que consiste em um número integrante de octetos e inclui as seguintes partes:

- a) rótulo de endereço;
- b) código de identificação de circuito;
- c) código do tipo de mensagem;
- d) a parte fixa obrigatória;
- e) a parte variável obrigatória;
- f) a parte opcional, que pode conter comprimento fixo e campos de parâmetro de comprimento variável.

O rótulo de endereço contém a codificação do DPC (14 bits), OPC (14bits) e SLS (4 bits), Seleção de Enlace de Sinalização, conforme é mostrado na figura 4.4 e estes campos são descritos a seguir. Para cada conexão de

circuito individual, o mesmo rótulo de endereço deverá ser usado para cada mensagem que é transmitida para aquela conexão.

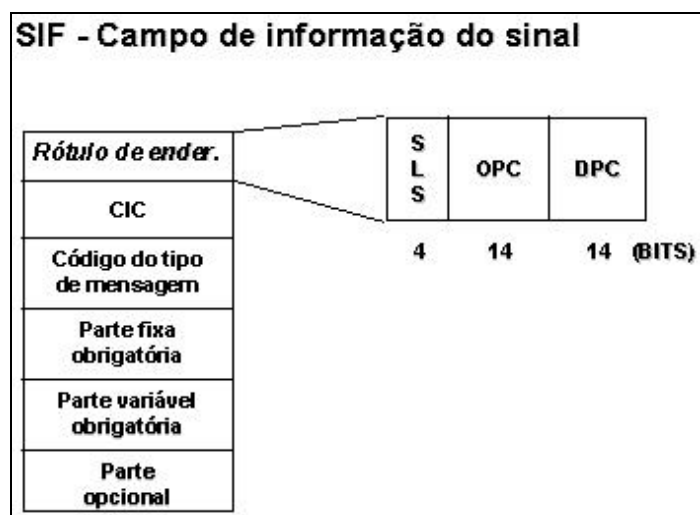


Figura 4.4 – Rótulo de Endereço

O código do ponto de destino (DPC) indica o ponto de sinalização para o qual se destina a mensagem, enquanto que código do ponto de origem (OPC) indica o ponto de sinalização que originou a mensagem. Essa estrutura requer que a cada central telefônica atuando como ponto de sinalização seja atribuído um código dentro do plano de codificação estabelecido para a identificação não ambígua dos pontos de sinalização.

Planos de códigos separados serão utilizados para a rede de sinalização internacional e para as diferentes redes de sinalização nacional.

O campo SLS é usado para realizar a divisão de carga. Este campo existe em todos os tipos de mensagens e sempre na mesma posição. A única exceção a esta regra são algumas mensagens da MTP nível 3 (ordem *changeover*), para a qual a função de roteamento da mensagem na parte de ponto de sinalização de origem da mensagem não é dependente deste campo; neste caso particular, o campo é substituído por outra informação (no uso de ordem de “*changeover*”, temos a identidade do enlace com falha).

No caso de mensagens de MTP nível 3 este campo, correspondente ao código de enlace de sinalização (SLC), indica o enlace de sinalização entre o ponto de origem e o ponto de destino ao qual a mensagem se refere.

O código de identificação de circuito (CIC) indica um circuito de conversação entre aqueles que interconectam diretamente os pontos de origem ao de destino.

A alocação dos códigos de identificação de circuitos para os circuitos telefônicos individuais é determinada através de acordo bilateral e/ou regras pré-determinadas. De acordo com o tipo de transmissão utilizada para a conexão entre as centrais telefônicas, tem-se uma regra para a alocação dos identificadores de circuitos, sendo um total de quatro regras.

Como é mostrado na figura 4.5, 12 bits são utilizados para expressar o CIC, dos quais 4 bits são reservas.

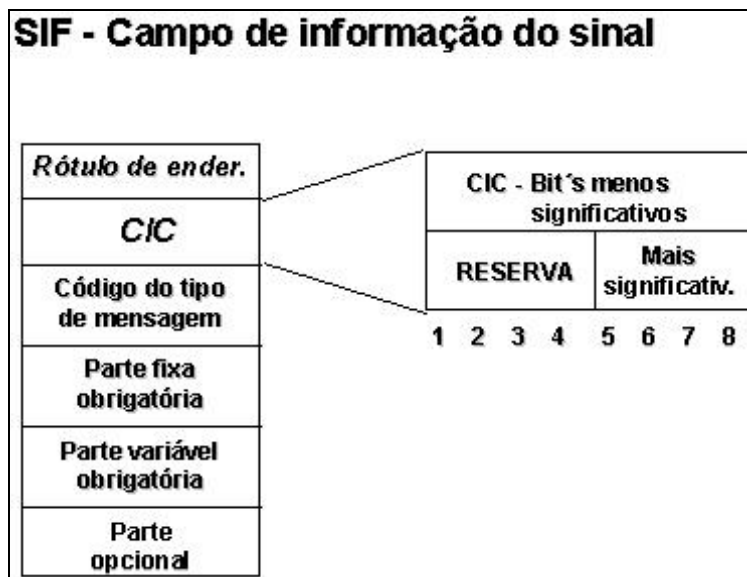


Figura 4.5 – Código de identificação de circuito.

O código do tipo de mensagem consiste em um campo de um octeto e é obrigatório para todas as mensagens. O código de tipo de mensagem define, exclusivamente, a função e formato de cada mensagem da parte de usuário ISDN. Ele é constituído de 8 bits, como mostrado na Figura 4.6.

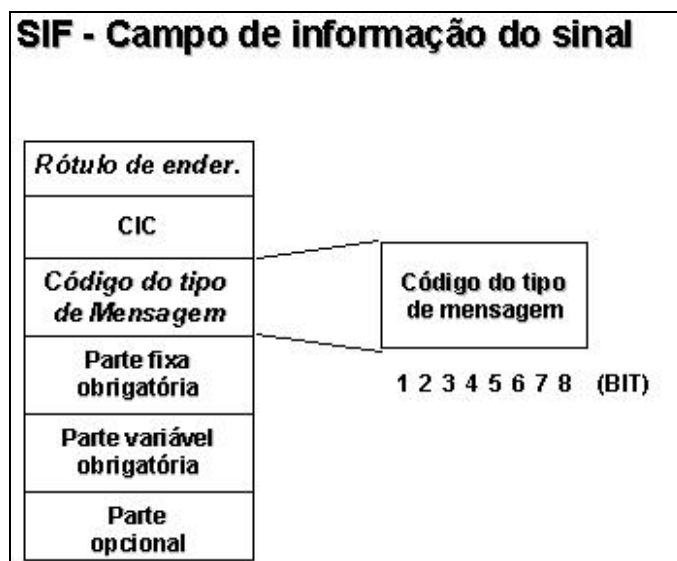


Figura 4.6 – Código do tipo de mensagem dentro do campo SIF da MSU.

A codificação do tipo de mensagem é mostrada na tabela 4.1. O campo do indicador de comprimento é binário codificado para indicar o número de octetos no campo conteúdo do parâmetro. O comprimento indicado não inclui o octeto de nome de parâmetro ou o octeto indicador de comprimento [13].

	Tipo de Mensagem	Código Bin.	Código Hex.
ACM	<i>Address complete</i>	00000110	H'06
ANM	<i>Answer</i>	00001001	H'09
BLA	<i>Blocking acknowledgement</i>	00010101	H'15
BLO	<i>Blocking</i>	00010011	H'13
CCR	<i>Continuity check request</i>	00010001	H'11
CFN	<i>Confusion</i>	00101111	H'2F
CGB	<i>Circuit group blocking</i>	00011000	H'18
CGB A	<i>Circuit group blocking acknowledgement</i>	00011010	H'1A
CGU	<i>Circuit group unblocking</i>	00011001	H'19
CGU A	<i>Circuit group unblocking acknowledgement</i>	00011011	H'1B

COM	<i>Connect</i>	00000111	H'07
COT	<i>Continuity</i>	00000101	H'05
CPG	<i>Call progress</i>	00101100	H'2C
CQM	<i>Circuit group query @</i>	00101010	H'2A
CQR	<i>Circuit group query response @</i>	00101011	H'2B
CRG	<i>Charge information @</i>	00110001	H'31
CRS	<i>Circuit group reset</i>	00010111	H'17
FAA	<i>Facility accepted</i>	00100000	H'20
FAC	<i>Facility</i>	00110011	H'33
FAR	<i>Facility request</i>	00011111	H'1F
FOT	<i>Forward transfer</i>	00001000	H'08
FRJ	<i>Facility reject</i>	00100001	H'21
GRA	<i>Circuit group reset acknowledgement</i>	00101001	H'29
IAM	<i>Initial address</i>	00000001	H'01
IDR	<i>Identification request</i>	00110110	H'36
INF	<i>Information @</i>	00000100	H'04
INR	<i>Information request @</i>	00000011	H'03
IRS	<i>Identification response</i>	00110111	H'37
LPA	<i>Loop back acknowledgement @</i>	00100100	H'24
NRM	<i>Network resource management</i>	00110010	H'32
OLM	<i>Overload @</i>	00110000	H'30
PAM	<i>Pass-along @</i>	00101000	H'28
REL	<i>Release</i>	00001100	H'0C
RES	<i>Resume</i>	00001110	H'0E
RLC	<i>Release complete</i>	00010000	H'10
RSC	<i>Reset circuit</i>	00010010	H'12

SAM	<i>Subsequent address</i>	00000010	H'02
SGM	<i>Segmentation</i>	00111000	H'38
SUS	<i>Suspend</i>	00001101	H'0D
UBA	<i>Unblocking acknowledgement</i>	00010110	H'16
UBL	<i>Unblocking</i>	00010100	H'14
UCIC	<i>Unequipped CIC @</i>	00101110	H'2E
UPA	<i>User Part available</i>	00110101	H'35
UPT	<i>User Part test</i>	00110100	H'34
USR	<i>User-to-user information</i>	00101101	H'2D
NOTA – O formato destas mensagens é um assunto nacional.			

Tabela 4.1 – Codificação dos tipos de mensagem, retirado da recomendação Q.763 [13].

Cada mensagem consiste de um número de parâmetros. Cada parâmetro tem um nome que é codificado como um simples octeto (veja tabela 4.2). O comprimento de um parâmetro poderá ser fixo ou variável, e um indicador de comprimento de um octeto para cada parâmetro poderá ser incluído como descrito a seguir.

<i>Parameter name</i>	<i>Code Bin.</i>	<i>Code Hex.</i>
<i>End of optional parameters</i>	00000000	H'00
<i>Call reference @</i>	00000001	H'01
<i>Transmission medium requirement</i>	00000010	H'02
<i>Access transport</i>	00000011	H'03
<i>Called party number</i>	00000100	H'04
<i>Subsequent number</i>	00000101	H'05
<i>Nature of connection indicators</i>	00000110	H'06
<i>Forward call indicators</i>	00000111	H'07
<i>Optional forward call indicators</i>	00001000	H'08
<i>Calling party's category</i>	00001001	H'09
<i>Calling party number</i>	00001010	H'0A
<i>Redirecting number</i>	00001011	H'0B
<i>Redirection number</i>	00001100	H'0C

<i>Connection request</i>	00001101	H'0D
<i>Information request indicators</i>	00001110	H'0E
<i>Information indicators @</i>	00001111	H'0F
<i>Continuity indicators</i>	00010000	H'10
<i>Backward call indicators</i>	00010001	H'11
<i>Cause indicators</i>	00010010	H'12
<i>Redirection information</i>	00010011	H'13
<i>Circuit group supervision message type indicator</i>	00010101	H'15
<i>Range and status</i>	00010110	H'16
<i>Facility indicator</i>	00011000	H'18
<i>Closed user group interlock code</i>	00011010	H'1A
<i>User service information</i>	00011101	H'1D
<i>Signalling point code @</i>	00011110	H'1E
<i>User-to-user information</i>	00100000	H'20
<i>Connected number</i>	00100001	H'21
<i>Suspend/Resume indicators</i>	00100010	H'22
<i>Transit network selection @</i>	00100011	H'23
<i>Event information</i>	00100100	H'24
<i>Circuit state indicator @</i>	00100110	H'26
<i>Automatic congestion level</i>	00100111	H'27
<i>Original called number</i>	00101000	H'28
<i>Optional backward call indicators</i>	00101001	H'29
<i>User-to-user indicators</i>	00101010	H'2A
<i>Origination ISC point code</i>	00101011	H'2B
<i>Generic notification</i>	00101100	H'2C
<i>Call history information</i>	00101101	H'2D
<i>Access delivery information</i>	00101110	H'2E
<i>Network specific facilities @</i>	00101111	H'2F
<i>User service information prime</i>	00110000	H'30
<i>Propagation delay counter</i>	00110001	H'31
<i>Remote operations @</i>	00110010	H'32
<i>Service activation @</i>	00110011	H'33
<i>User teleservice information</i>	00110100	H'34
<i>Transmission medium used</i>	00110101	H'35
<i>Call diversion information</i>	00110110	H'36
<i>Echo control information</i>	00110111	H'37
<i>Message compatibility information</i>	00111000	H'38

<i>Parameter compatibility information</i>	00111001	H'39
<i>MLPP precedence</i>	00111010	H'3A
<i>MCID request indicator</i>	00111011	H'3B
<i>MCID response indicator</i>	00111100	H'3C
<i>Hop counter (reserved)</i>	00111101	H'3D
<i>Transmission medium requirement prime</i>	00111110	H'3E
<i>Location number</i>	00111111	H'3F
<i>Redirection number restriction</i>	01000000	H'40
<i>Freephone indicators (reserved)</i>	01000001	H'41
<i>Generic reference (reserved)</i>	01000010	H'42
<i>Generic number</i>	11000000	H'C0
<i>Generic digits @</i>	11000001	H'C1
<i>NOTE – The format is not provided for the time being.</i>		

Tabela 4.2 – Código dos Parâmetros, retirado da recomendação Q. 763 [13].

A informação gerada pelo usuário no campo de informação de sinal é, em geral, dividido em um número de subcampos que podem ter comprimento fixo ou variável. Para um dado tipo de mensagem identificado por um único cabeçalho de mensagem, a presença de um dado subcampo pode ser obrigatório ou opcional.

O formato detalhado está exclusivamente definido para cada tipo de mensagem. Entre parâmetros não deverá haver nenhum octeto desocupado.

Os subcampos que forem declarados obrigatórios para um dado tipo de mensagem aparecem em todas as mensagens desse tipo.

Os subcampos que forem declarados opcionais para um dado tipo de mensagem somente aparecem quando solicitados nas mensagens deste tipo. A presença ou ausência de cada campo opcional é indicada pelo estado de um indicador de campo dentro de um campo indicador, que neste caso será um subcampo obrigatório.

Os subcampos que forem declarados de comprimento fixo para um dado tipo de mensagem contém o mesmo número de bits em todas as mensagens desse tipo.

Para subcampos que forem declarados de comprimento variável para um dado tipo de mensagem, o número de bits pode variar entre mensagens desse tipo. O tamanho de um subcampo de tamanho variável é indicado em um subcampo de comprimento fixo imediatamente anterior em termos de uma unidade pré-definida, tais como: octetos ou meios octetos.

Considerando que todos os campos consistem de um número inteiro de octetos, os formatos são apresentados com uma pilha de octetos. O primeiro octeto transmitido é o mostrado na topo da pilha e o último aquele que se encontra ao fim da mesma.

A menos que algo indique o contrário, dentro de cada octeto e subcampo os bits são transmitidos com o bit menos significativo primeiro.

Para um dado tipo de mensagem, os subcampos são transmitidos na seguinte ordem:

a – subcampos obrigatórios;

b – subcampos opcionais.

Dentro de cada uma dessas classes, a ordem de transmissão de subcampos é, em geral, a seguinte:

1 – Subcampos de comprimento fixo (com exceção do campo indicador e subcampos indicando o tamanho de um subcampo de comprimento variável)

2 – Subcampos de comprimento variável.

Dentro de cada subcampo definido a transmissão da informação se inicia com o primeiro bit menos significativo.

Bits reserva ou não utilizados são codificados iguais a zero a menos que seja indicado o contrário.

Na parte fixa obrigatória, os parâmetros que são obrigatórios e de comprimento fixo para um tipo de mensagem particular será contido na parte fixa obrigatória, conforme é mostrado na figura 4.7. A posição, comprimento e ordem dos

parâmetros estão exclusivamente definidas pelo tipo de mensagem, assim não são incluídos os nomes dos parâmetros e os indicadores de comprimento na mensagem.

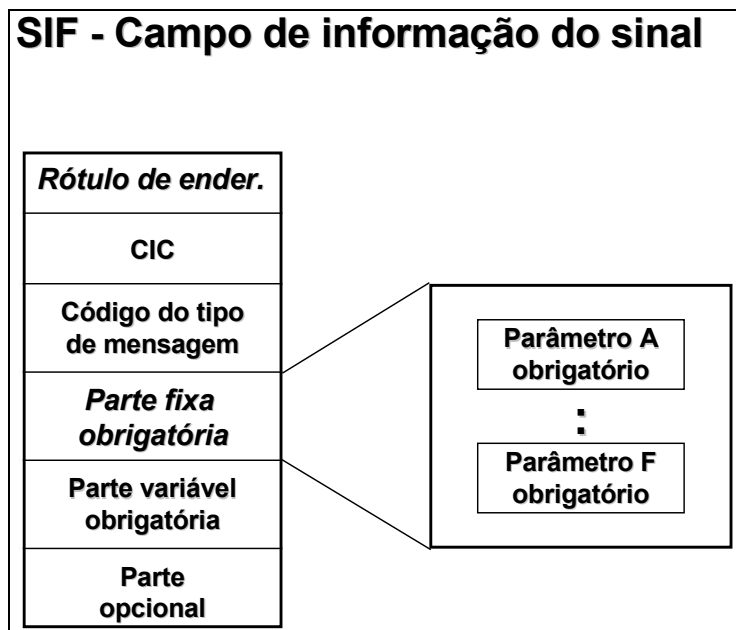


Figura 4.7 – Parte Fixa Obrigatória

Na parte variável obrigatória, serão incluídos parâmetros obrigatórios de comprimento variável na parte variável obrigatória. São usados ponteiros para indicar o começo de cada parâmetro, essa configuração é mostrada na figura 4.8. Cada ponteiro é codificado como um simples octeto. O nome de cada parâmetro e a ordem nas quais os ponteiros são enviados está implícito no tipo de mensagem. Então, não são incluídos nomes dos parâmetros na mensagem. O número de parâmetros, e assim o número de ponteiros está exclusivamente definido pelo tipo de mensagem.

O valor do ponteiro (em binário) dá o número de octetos entre o próprio ponteiro (incluindo-o) e o primeiro octeto (não incluído) do parâmetro associado com aquele ponteiro. O valor do ponteiro igual a zero é usado para indicar que, no caso de parâmetros opcionais, nenhum parâmetro opcional está presente.

Um ponteiro também é incluído para indicar o começo da parte opcional. Se o tipo de mensagem indica que nenhuma parte opcional é permitida, então este ponteiro não estará presente. Se o tipo de mensagem indica que uma parte opcional é possível (refletido pela presença do octeto "fim do parâmetro

opcional"), mas não há parte opcional incluída nesta mensagem particular, então um campo de ponteiro que contém zeros será usado. É recomendado que toda mensagem futura venha com uma parte variável obrigatória que indica que uma parte opcional é permitida.

Todos os ponteiros são enviados consecutivamente no começo da parte variável obrigatória. Cada parâmetro tem o indicador de comprimento de parâmetro seguido pelos conteúdos dos parâmetros. Se não há nenhum parâmetro seguido pelos conteúdos dos parâmetros. Se não há nenhum parâmetro variável obrigatório, mas parâmetros opcionais são possíveis, o começo de ponteiro de parâmetros opcional (codificados todos "0's" se nenhum parâmetro opcional está presente e "00000001" se qualquer parâmetro opcional está presente) será incluído.

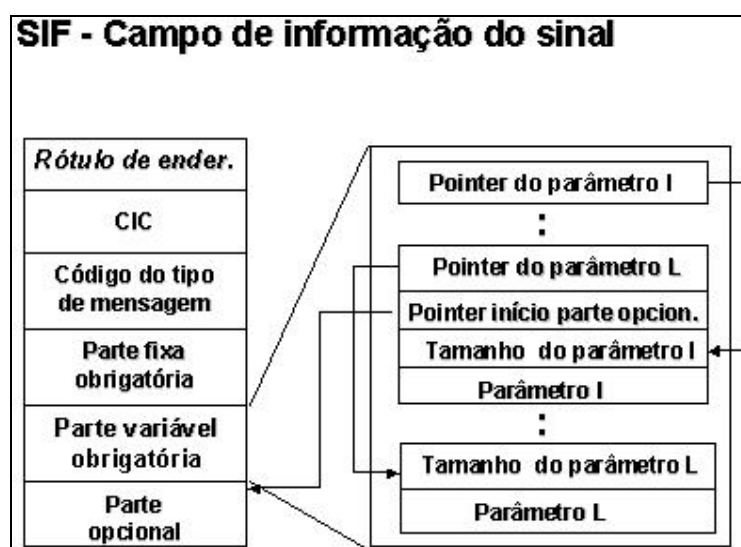


Figura 4.8 – Parte Variável Obrigatória

A parte opcional consiste em parâmetros que podem ou podem não acontecer em qualquer tipo de mensagem particular. Podem ser incluídos comprimento fixo e parâmetros de comprimento variável. A menos que seja declarado explicitamente ao contrário dentro das ISUP 1992 *Recommendations*, um parâmetro opcional não pode acontecer em tempos múltiplos dentro de uma mensagem. Podem ser transmitidos parâmetros opcionais em qualquer ordem. Cada parâmetro opcional incluirá o nome de parâmetro (um octeto) e o indicador de comprimento (um octeto) seguido pelos conteúdos do parâmetro, a figura 4.9 ilustra isso.

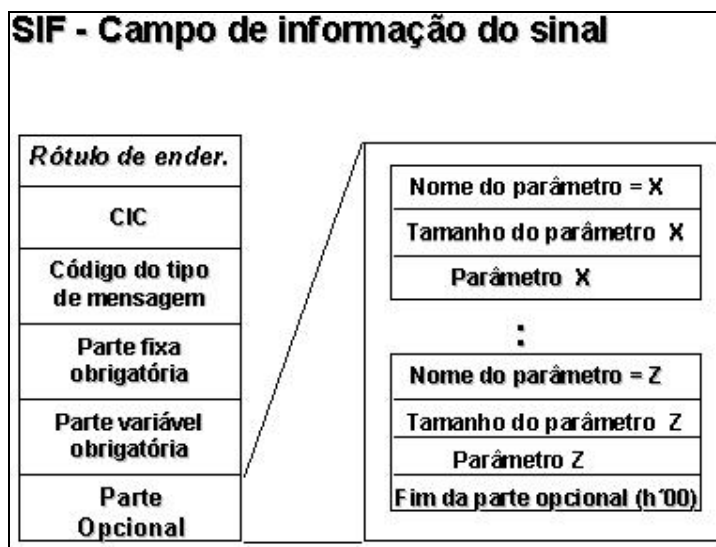


Figura 4.9 – Parte Opcional

Se parâmetros opcionais estão presentes e afinal de contas foram enviados parâmetros opcionais, um octeto "fim de parâmetros opcionais" que contendo zeros será transmitido. Se nenhum parâmetro opcional está presente um octeto "fim de parâmetros opcionais" não é transmitido, como é mostrado na figura 4.9.

Se são requeridos novos códigos de tipo de mensagem ou novos códigos de nome de parâmetro para usos nacionais não incluídos na Recomendação Q. 763, os códigos escolhidos devem ser do código de maior valor binário para o de menor, quer dizer, começando do código 11111111. Códigos na faixa de 11111111 a 11100000 são exclusivamente reservados para este propósito.

A saída do sistema proposto é representada por um outro arquivo contendo a mensagem lida e todo o seu significado, assim como uma análise da tradução. Esta análise se baseará principalmente nos parâmetros fixos e variáveis da IAM (*Initial address*) e da REL (*Release*), com ênfase para categoria da parte chamadora e indicadores de causa.

Portanto, a especificação do sistema proposto considerará arquivos contendo texto alfanumérico como sendo as entradas a serem analisadas para a determinação de uma conclusão, que poderá ocasionar uma tomada de decisão

por parte do usuário. Quando se analisa mensagens ISUP de uma dada chamada telefônica, primeiramente se analisa a mensagem REL, que contém uma indicação (parâmetro indicadores de causa) a ser enviada aos outros equipamentos, quando alguns eventos ocorrem durante uma chamada ISDN (*user busy, no user responding*, dentre outras). Após isso, parte-se para a análise da IAM, onde observa-se se o REL indicado corresponde ao descrito pela primeira.

O número de mensagens dentro de um dado arquivo pode variar, conforme a necessidade da chamada. Por isso, o sistema será capaz de ler a quantidade que o mesmo apresentar, fazendo sempre a distinção das mensagens de cada chamada que o mesmo contiver.

4.2 Análise das Mensagens ISUP

As mensagens após terem sido lidas, devem submeter-se ao processo de análise. Esse processo levará a uma conclusão. De posse desta, o operador irá verificar se a conclusão apresentada se aplica ao caso em estudo, para que seja se tenha uma tomada de decisão.

Há casos em que outras informações devem ser levadas em conta para uma conclusão mais precisa como, por exemplo, um relatório de tráfego.

Para iniciar o processo de análise de falhas, selecionamos as mensagens relacionadas às chamadas que possuem apenas as três mensagens IAM, REL e RLC em sequência, pois as chamadas com falhas geralmente possuem essa característica.

Como procura-se detectar falhas nas mensagens ISUP através da análise realizada, concentrou-se a análise nas mensagens IAM (*Initial Address*) e REL(*Release*) já que estas, na maioria das vezes, concentram a gama de informações relacionadas a uma dada chamada não completada.

A mensagem IAM apresenta uma série de parâmetros necessários para que uma dada ligação seja realizada com sucesso, tais como: indicador da

chamada para frente, categoria da parte chamadora, número da parte chamada, número da parte chamadora, dentre outros.

A figura 4.10 mostra a sinalização número 7 estabelecendo uma conexão telefônica. Neste caso, como as mensagens trocadas são relacionadas a circuito, haverá dentro de cada mensagem um campo de identificação do circuito de voz, juntamente com informações necessárias para avançar vários passos no estabelecimento da chamada, de forma que com duas ou três mensagens trafegadas entre as centrais A e B da figura 4.10, a chamada é completada.

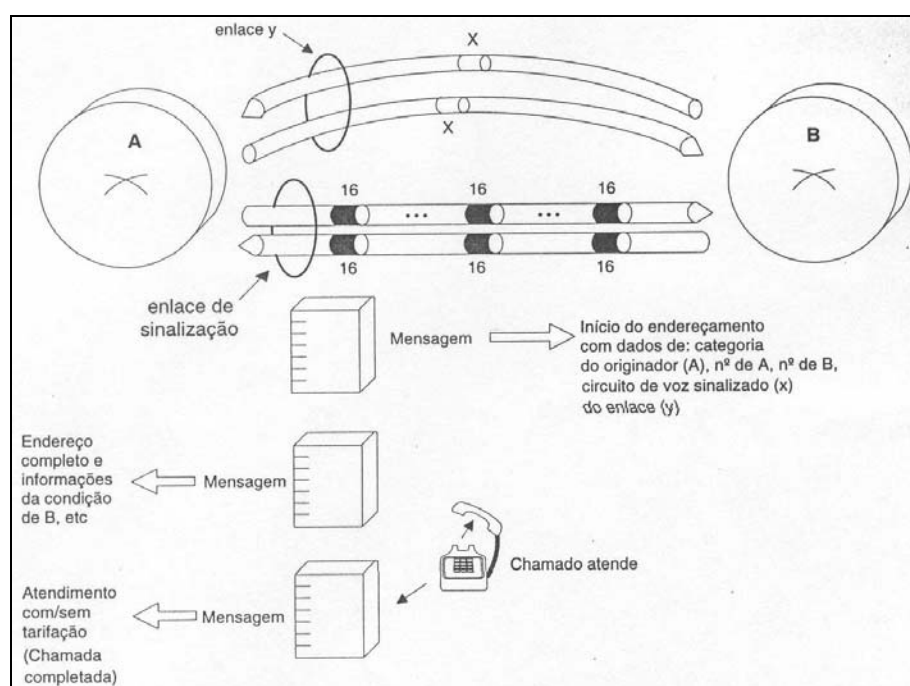


Figura 4.10 – Seqüência de Sinalização

Para se ter uma idéia do ganho conseguido com o emprego do canal comum número 7 neste tipo de aplicação, com apenas um canal 16, pode-se sinalizar 1900 circuitos de voz com 0,8 Erl em chamadas de 100 segundos de duração em média [29].

O enlace de sinalização, presente na figura 4.10, na realidade aparece ao menos duplicado, por questão de segurança, entre dois pontos A e B que utilizam este tipo de sinalização. O número exato de enlaces de sinalização depende do dimensionamento efetuado em função do tráfego de mensagens de

sinalização escoado, passando os mesmos a dividir homogeneamente esse tráfego de sinalização.

A Figura 4.11 ilustra a explicação, descrita a seguir, de um exemplo de troca de sinalização entre subsistemas de telefonia ISUP [31-35].

- O controle da chamada da central A entrega a ISUP os dígitos recebidos do assinante chamador;

- A ISUP confecciona a mensagem de endereço inicial IAM e a entrega ao MTP[37,38]. Este elege um enlace de sinalização e entrega a mensagem ao seu nível 2, que a inclui em uma unidade de sinalização;

- A MTP de B recebe a mensagem. Pelo campo SIO percebe que o usuário é ISUP e pelo DPC que a identidade de destino é a mesma que a sua. A MTP entrega a mensagem ISUP que a descompacta e analisa sistematicamente, avisando de seu conteúdo lógico ao controle de chamada. Esta analisa o conteúdo e descobre que os dígitos recebidos são suficientes e informa a MTP que gera uma mensagem de endereço completo ACM e a entrega a MTP. Pelo CIC, a MTP sabe que esta mensagem pertence a mesma chamada e a entrega ao mesmo enlace de sinalização.

- Quando o lado A recebe a mensagem de endereço completo, com informações como condição de assinante B, e supondo assinante B livre, conecta o canal de voz do enlace ao circuito de linha ao assinante A, através do qual chegará o tom de controle de chamada vindo do lado B.

- Quando o chamado atende (assinante B), a ISUP de B, controlada pelo controle de chamada, confecciona uma mensagem de atendimento com tarifação ANM [33], por exemplo, que a MTP envia, dado o mesmo CIC, pelo mesmo enlace de sinalização até o lado A. Uma vez recebido, o lado A pode começar a tarifação.

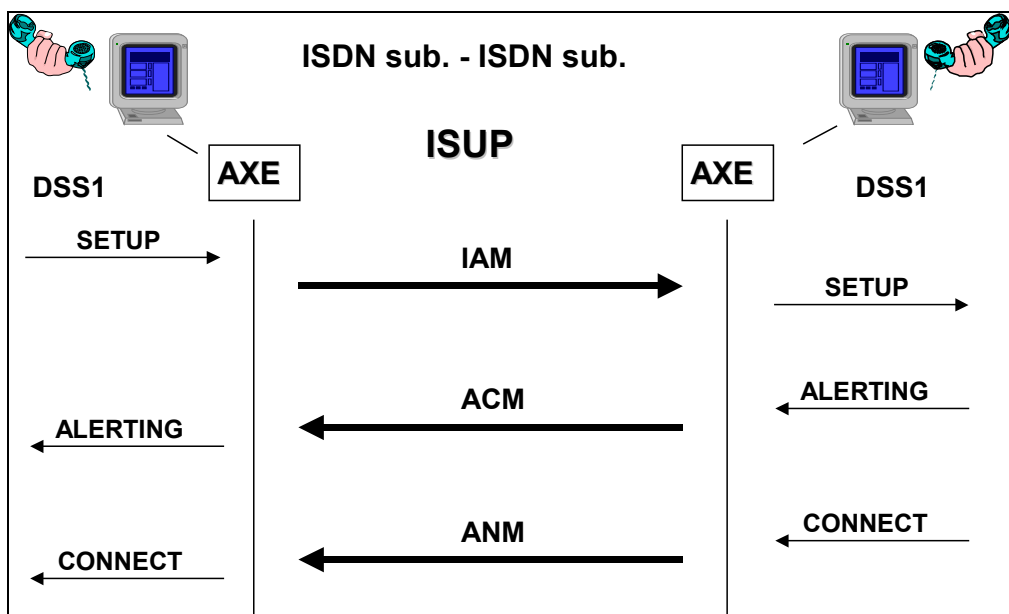


Figura 4.11 – Troca de mensagens ocorridas em uma chamada básica

➤ O sinal de liberação, REL, é prioritário e todas as centrais devem estar em posição de respondê-lo, liberando o circuito e enviando o sinal de confirmação de desconexão, RLC, em qualquer tempo durante a evolução da chamada, mesmo se o circuito estiver na condição de livre.

➤ Se o sinal REL for enviado, enquanto um circuito estiver bloqueado, não resultará no desbloqueio deste circuito. O fato do circuito estar bloqueado não deverá retardar a transmissão do sinal de confirmação de desconexão.

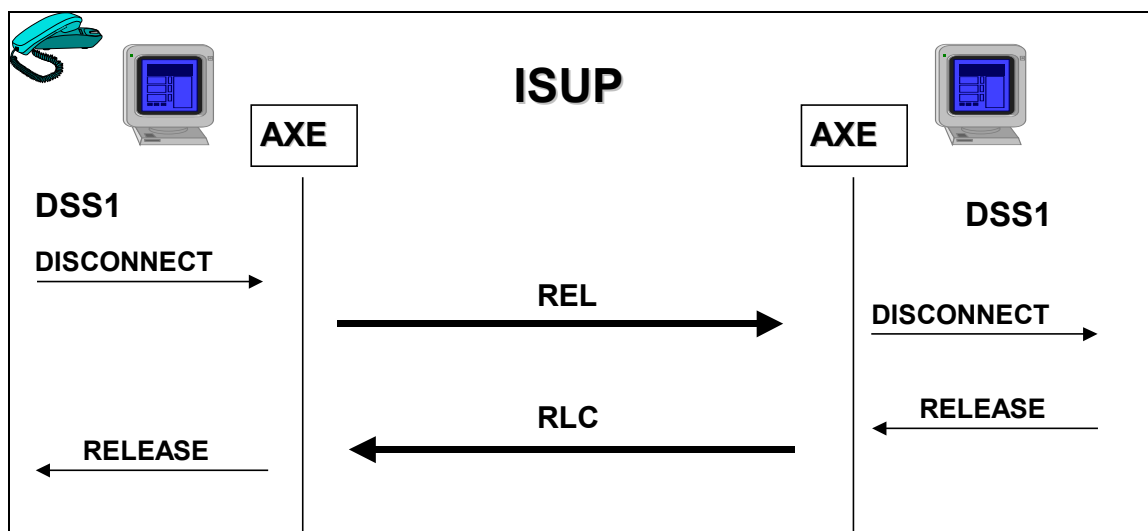


Figura 4.12 – Troca de mensagem realizada no momento em que haverá uma desconexão de chamada.

E pelo fato de que as mensagens IAM e REL estarem diretamente ligadas ao processo de estabelecimento e desconexão de chamadas, como foi mostrado acima, estas se tornam o principal alvo das análises realizadas. E assim, das considerações apresentadas.

Essas considerações na maioria dos casos estarão relacionadas com possíveis falhas, quer sejam para mensagens enviadas, quer sejam para mensagens recebidas.

Podemos classificar as falhas de sinalização em: falhas de hardware, falhas de software e falhas de transmissão. Todos os tipos de falha estão relacionados tanto com a central de origem quanto com a central de destino das mensagens ISUP.

As falhas de hardware são detectadas da forma mais rápida, entretanto a sua solução pode representar custos elevados ou necessitar de um tempo considerável para ser alcançada. Essa agilidade se deve ao fato de que este tipo de falha pode ser detectado apenas pela leitura e análise das mensagens ISUP. E o preço alto para implementar a solução está ligado ao hardware a ser substituído.

A troca de placas de circuito impresso existentes na central de comutação segue um seqüência de eventos preestabelecida pelo fabricante. Mas, quando não se sabe qual placa deve ser substituída (ou seja, há várias placas suspeitas) ou se é um tipo de placa que deve ser trocada em horários de baixo tráfego, temos uma solução ao problema sendo dada após um consumo excessivo de tempo.

Como exemplo de falhas de hardware, temos: central de comutação fora de serviço, terminal de sinalização indisponível ou instável, processador controlador de feixe de interconexão inoperante ou com defeito.

As falhas de software são caracterizadas pela composição errônea das mensagens ISUP. Elas são ocasionadas principalmente durante a programação da central de comutação pelo operador humano. Essas falhas na maioria das

vezes possuem um custo baixo para serem sanadas, necessitando apenas de reprogramação das CCC's.

Podemos citar como falhas de software: falha no envio da categoria do número de A, falha no envio do número de B, falha no envio do indicador de causa, falha de formato de número inválido, canal não especificado, dentre outros.

As falhas de transmissão são geradas quando há problemas no meio que une os terminais de sinalização das centrais de destino e de origem. Esse meio de transmissão pode estar inoperante ou funcionando com falha (escorregamento, bit error rate), assim pode não haver envio das mensagens ISUP ou no envio das mesmas com falha.

Dentre as falhas de transmissão, temos: chamada rejeitada, sem canal ou circuito avaliado, falha temporária, falha remota, congestionamento (quando parte da rota está fora de serviço em virtude de interrupção da transmissão).

4.3 Comparação com o Analisador de Protocolos

O único meio disponível no mercado para ser utilizado pelas operadoras na pesquisa das falhas de sinalização é o analisador de protocolos dos mais diversos fabricantes. Esse equipamento possui um interface for Windows bastante amigável com o usuário para a maioria dos fabricantes.

O analisador de protocolos possui um software capaz de realizar decodificação não só de ISUP, como da parte de usuário de telefonia, TUP, dentre outros. A leitura das mensagens é feita diretamente na própria rede em que as mesmas estão cursando. Assim, há uma ligação física entre o hardware e a CCC. Por isso, é necessário a presença do mesmo no local em que se deseja realizar uma certa análise.

Além disso, é necessário um treinamento específico para se manipular este equipamento uma vez que a sua quantidade de funções é muito elevada.

Outro fator que dificulta o uso do mesmo é seu alto custo, o que leva às empresas a possuírem um número reduzido destes e, em alguns casos, apenas um. Estes fatos fazem com que, na maioria das vezes, o analisador não esteja presente no local em que se deseja realizar uma pesquisa. E, com isso, sendo necessário tempo para que seja providenciado o transporte, gerando custos relacionados a estes, tais como frete e seguro.

Como não temos outra alternativa além do analisador de protocolos, desenvolver um sistema para realizar esse trabalho se torna de grande aplicabilidade, pois quando há um problema de sinalização, geralmente, ele afeta os indicadores de completamento de chamada de forma muito significativa, assim como causa uma redução da receita das empresas, já que um menor número de chamadas está sendo completadas. Assim, quanto mais rápido estivermos da decodificação, mais otimizado será a solução adotada para sanar a falha detectada.

O aplicativo desenvolvido se limita apenas a parte de usuário ISDN, ISUP, que representa 100% das aplicações em que se utiliza a sinalização por canal comum da Amazônia Celular no Maranhão, cujos equipamentos são do fabricante sueco Ericsson. Esse grande uso da ISUP, torna a aplicabilidade do sistema muito visível.

Como o aplicativo foi desenvolvido apenas em software, temos de imediato redução de custos, já que um hardware não é necessário. Além disso, observamos que a necessidade do mesmo estar no local em que se deseja buscar uma falha é eliminado, já que fisicamente ele não precisa estar ligado a CCC. E com isso, ganhamos agilidade e levamos a zero custos relacionados ao transporte do equipamento.

Outra grande vantagem do aplicativo desenvolvido, é que o mesmo poderá detectar falhas a qualquer momento, desde que faça o operador indique o arquivo contendo mensagens ISUP a ser lido, previamente armazenado. Assim, possibilitará a identificação de falhas temporárias ou daquelas que estão se apresentando em um dado momento.

O aplicativo poderá ser utilizado por qualquer leigo, pois é muito simples o uso (necessita apenas da leitura de um arquivo contendo mensagens ISUP) e de fácil compreensão a saída (arquivo com a tradução da mensagem, falha detectada e a possível solução) do mesmo.

Assim, observamos que o aplicativo possui uma grande aplicabilidade para a Amazônia Celular no Maranhão aliado a um baixíssimo custo e uma fácil disponibilidade de uso.

4.4 Resumo

A leitura e a descrição das mensagens ISUP foi discutida nesse capítulo, inicialmente relatou-se como é realizado este processo quando não há nenhuma ferramenta que não seja a recomendação Q. 763 da ITU-T. O processo de leitura realizado pelo aplicativo busca simular os mesmos passos que o técnico ou engenheiro de posse das mensagens.

Foi visto também que as mensagens IAM e REL são os principais alvos no processo de análise, para se buscar falhas em mensagens enviadas ou recebidas.

Comparou-se o uso do analisador de protocolos em hardware e software com o do aplicativo desenvolvido.

No próximo capítulo, será mostrada a implementação do sistema em detalhes. As mensagens estudadas, as falhas reportadas e os tipos de tomada de decisão serão mostradas de forma mais aprofundada e detalhada.

5 IMPLEMENTAÇÃO DO ANALISADOR ISUP PARA AXE

Neste capítulo iremos observar, em detalhes, como o sistema foi implementado. Serão mostrados os tipos de falhas estudadas, as mensagens lidas e os tipos de conclusões apresentadas, dentre outros.

Primeiramente, será mostrado através de um exemplo prático como é realizada a decodificação de uma mensagem de forma manual, que é a forma simulada de como o sistema funciona para uma mensagem do tipo IAM.

5.1 Exemplo de Decodificação

O processo de leitura é um tanto lento, pois deve-se, de posse da mensagem, transformar cada octeto de hexadecimal para binário e com a utilização da recomendação Q. 763 verificar o que cada bit significa, conforme iremos mostrar como é realizada a decodificação de uma mensagem do tipo IAM (foi utilizada a mensagem da figura 6.3).

Esse processo será mostrado através de uma série de figuras. Na figura 5.1 temos em destaque o SIO e o Rótulo, ou seja, os valores dos indicadores de serviço, DPC, OPC, SLS e CIC.

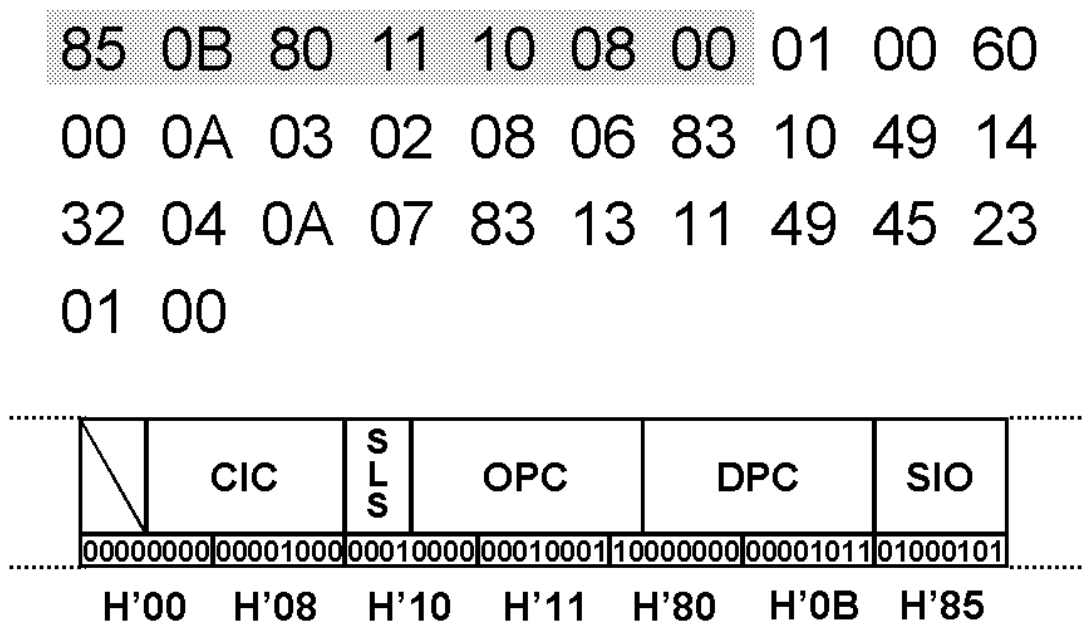
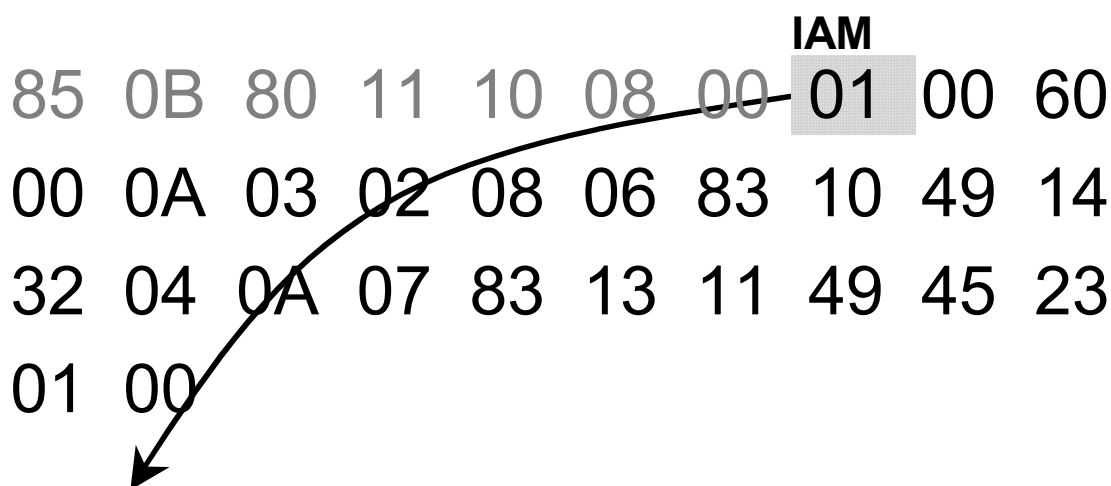


Figura 5.1 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 1).

O sistema se interessará pelas quatro últimas partes da mensagem (código do tipo de mensagem, parte fixa obrigatória, parte variável obrigatória e parte opcional). Assim, iremos acompanhar o que significa cada um dos outros octetos. Na Figura 5.2, temos o primeiro parâmetro fixo de cada mensagem, que expressa o tipo de mensagem. A tabela 4.1 mostra os valores binários associados ao tipos de mensagens.



Este é o 1º Parâmetro Fixo = Tipo de Mensagem = IAM

Figura 5.2 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 2).

Na figura 5.3 temos a tabela 32 retirada da recomendação Q. 763 que expressa os parâmetros referentes a IAM, qual a referência do mesmo dentro do documento, assim como o seu tipo (que pode ser fixo, F, variável, V, ou opcional, O) e comprimento (em octeto).

IAM

Parameter	Reference (subclause/page)	Type	Lenght (octets)
<i>Message type</i>	2.1	F	1
<i>Nature of connection indicators</i>	3.35/35	F	1
<i>Forward call indicators</i>	3.23/23	F	2
<i>Calling party's category</i>	3.11/16	F	1
<i>Transmission medium requeriment</i>	3.54/56	F	1
<i>Called party number</i>	3.9/13	V	4-11
<i>Transit network selection @</i>	3.53	0	4-?
<i>Call reference @</i>	3.8	0	7
<i>Optional forward call indicators</i>	3.38	0	3
⋮	⋮	⋮	⋮

Figura 5.3 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 3), tabela 32 da recomendação Q. 763.

Consultando a tabela acima, observamos que o próximo parâmetro mostrado na figura 5.4 é um parâmetro fixo com 1 octeto de tamanho que informa o indicador da natureza da conexão.

85 0B 80 11 10 08 00 01 00 60
 00 0A 03 02 08 06 83 10 49 14
 32 04 0A 07 83 13 11 49 45 23
 01 00

PARÂMETRO FIXO
 Indicador da natureza
 da conexão (1 octeto)



Figura 5.5

Figura 5.4 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 4).

Na próxima figura (Fig. 5.5), temos o que indica os oito bits do parâmetro indicador da natureza da conexão, onde os bits de F a H são bits reservas.

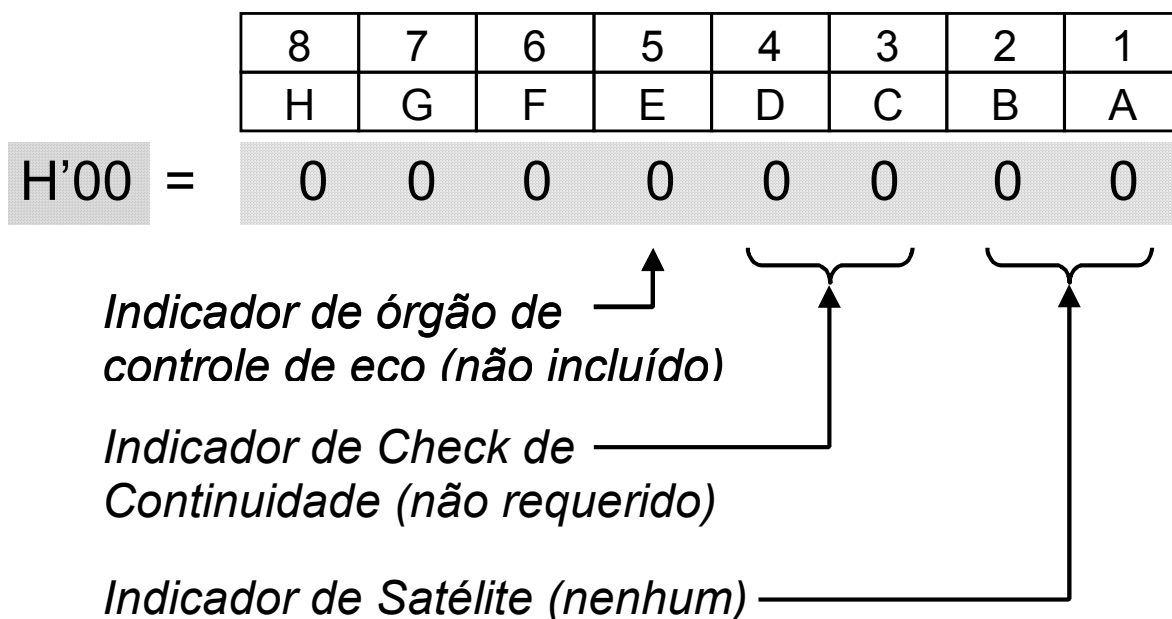


Figura 5.5 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 5).

A Figura 5.6 mostra o terceiro parâmetro fixo, que é o indicador da chamada para frente, composto de dois octetos.

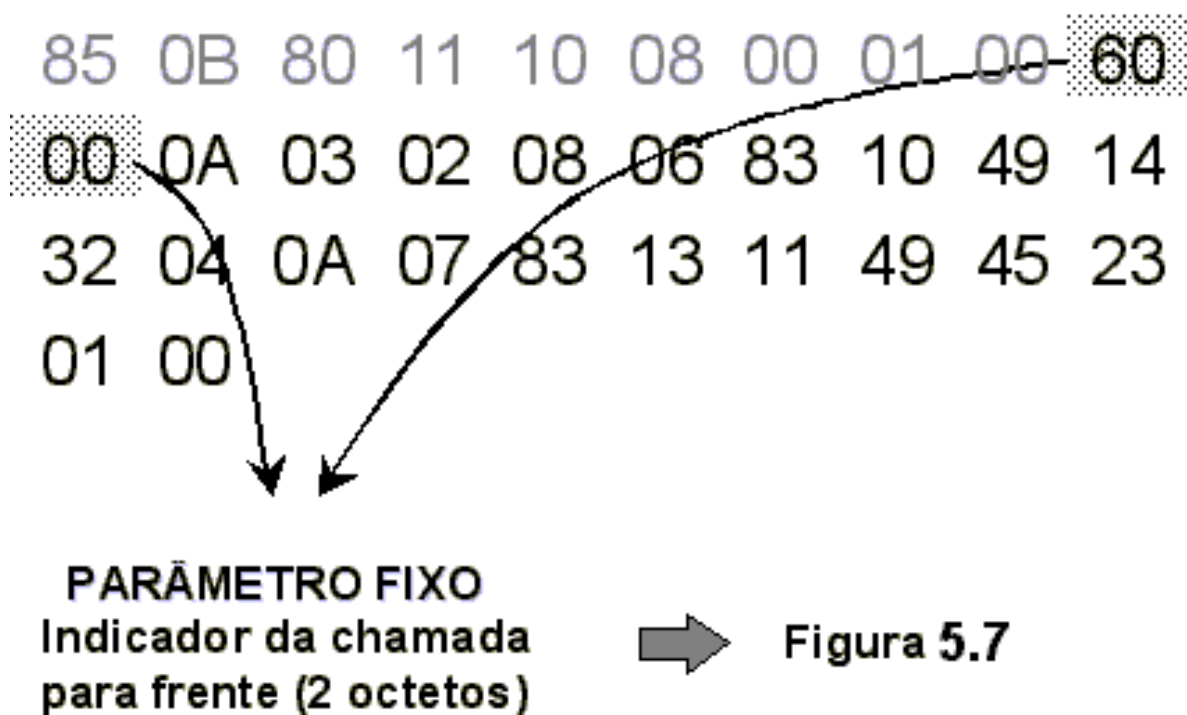


Figura 5.6 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 6).

A Figura 5.7 mostra o que significa o parâmetro indicador da chamada para frente da mensagem que está sendo lida. É ilustrado como é feito a leitura dos bits de A a P, onde o A significa que a chamada será tratada como uma chamada nacional e os de J a P são reservas. O código 1 indica ativado.

		8	7	6	5	4	3	2	1
		H	G	F	E	D	C	B	A
		P	O	N	M	L	K	J	I
H'60 =		0	1	1	0	0	0	0	0
H'00 =		0	0	0	0	0	0	0	0

Bit A : Chamada será tratada como nacional.

Bit CB: Nenhum método ponto-a-ponto disponível.

Bit D : Sinalização #7 em todo o caminho.

Bit F : ISUP utilizada em todo o caminho.

Bit HG: ISUP não requerida em todo o caminho.

Bit I : O acesso de origem não é ISDN

Figura 5.7 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 7).

A Figura 5.8 apresenta o quarto parâmetro fixo da mensagem IAM, que é a categoria da parte chamadora (ou do número de A), que é composto de um octeto. Para este caso, o valor 0A indica assinante comum.

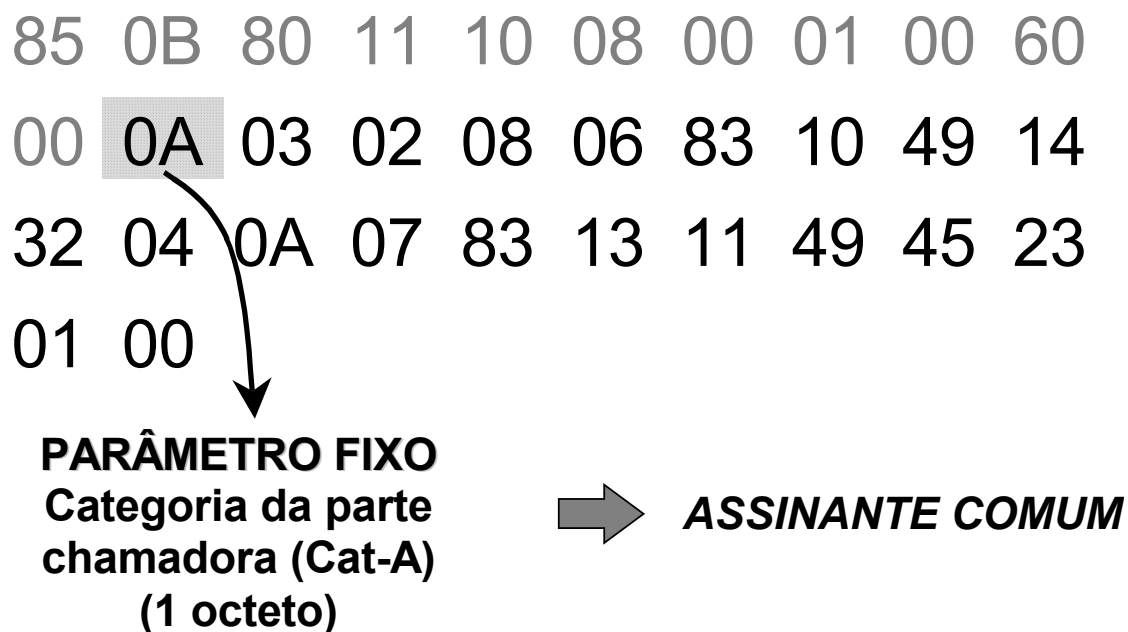


Figura 5.8 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 8).

Dando continuidade, temos o último parâmetro fixo para este tipo de mensagem, ele é a solicitação do meio de transmissão, composto de 1 octeto, para o valor 03 que indica 3,1 KHz Áudio, mostrado na figura 5.9.

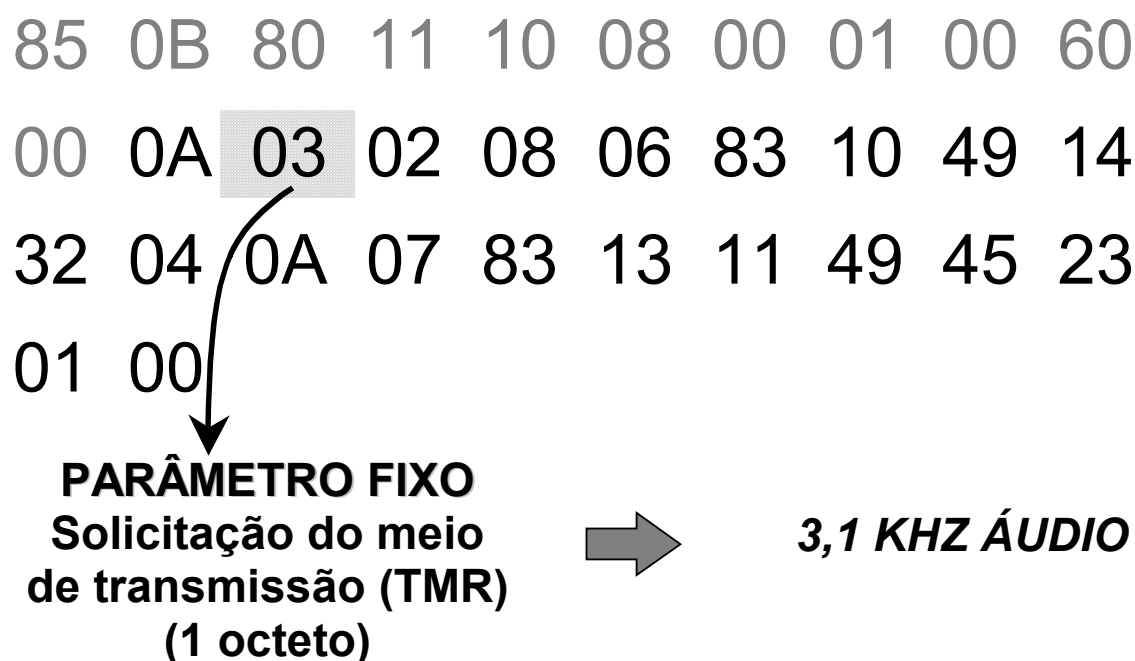


Figura 5.9 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 9).

Depois dos parâmetros fixos temos o primeiro e único que é variável para a IAM que é o número da parte chamada (número de B), composto por um número entre 4 e 11 octetos, como é mostrado na Figura 5.10.

Vimos no item 4.1, figura 4.8, que a parte variável obrigatória se inicia com os ponteiros para os parâmetros. Como temos apenas um, temos em seguida o ponteiro para o início da parte opcional.

O valor do ponteiro é determinado com quantos octetos se inicia o que se deseja apontar, incluindo o início deste último. Por exemplo, o valor do ponteiro da parte variável é igual a 02, assim temos o octeto 08 (que indica início da parte opcional) e o octeto 06, dois octetos, onde o 06 já faz parte do que se aponta.

O valor 06 mostra o tamanho do parâmetro variável e os seis próximos octetos demonstram o número da parte chamadora, que varia entre 4 e 11 octetos. Neste caso, temos 6 octetos.

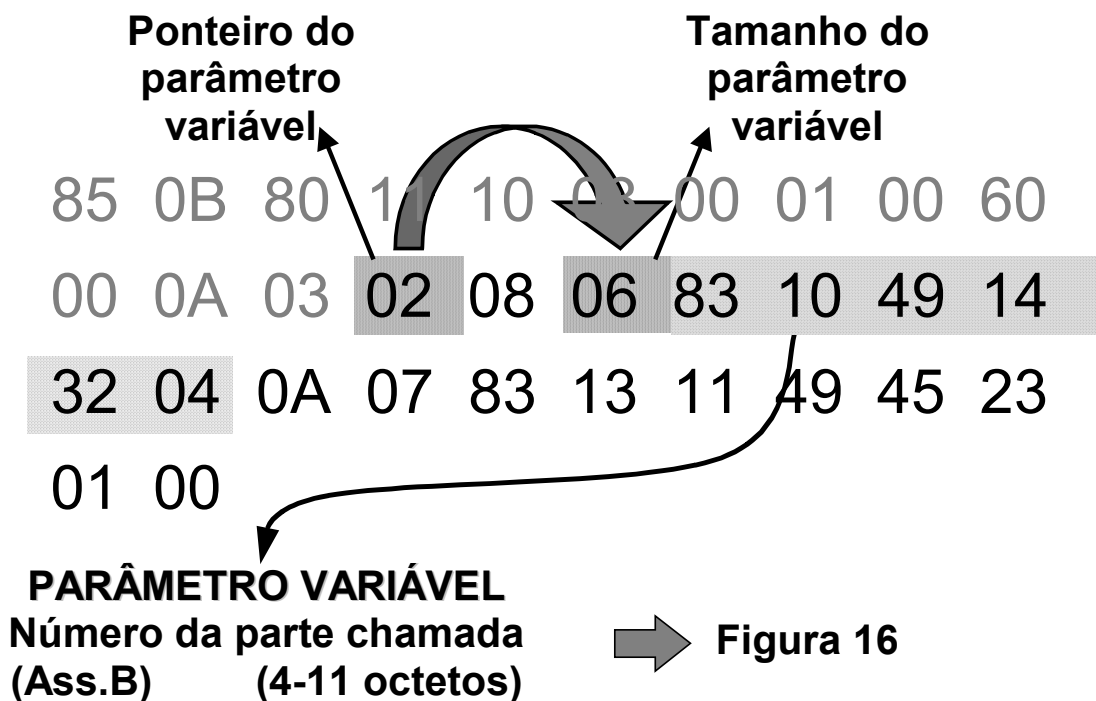


Figura 5.10 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 10).

A figura 5.11 mostra como é feita a tradução do número de B, assim como algumas características do mesmo, tais como: número nacional, plano de numeração ISDN (telefonia), dentre outros.

	8	7	6	5	4	3	2	1
H'83	Par/ Impar	Indicador da Natureza do Endereço						
H'10	INN ind.	Ind. plano num.			Reserva			
H'49	2º dígito de B				1º dígito de B			
H'14								
H'32								
H'04	Último dígito ou 0				Nº dígito de B			

- O número de B tem um número ímpar de dígitos.
- O número de B é um número nacional.
- Permitido o roteamento para um número de rede interno.
- Plano de numeração ISDN (telefonia)
- Número do assinante B = 9441234

Figura 5.11 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 11).

A Figura 5.12 mostra a parte opcional, como tivemos o valor do ponteiro do parâmetro variável igual a 8. Como é mostrado no item 4.1, figura 4.9, a parte opcional é estruturada por nome do parâmetro, tamanho do parâmetro e por fim, o parâmetro.

Dessa forma, iniciamos, a parte opcional se inicia com o nome da parte opcional, onde 0A indica o número da parte chamadora (número de A). Em seguida, temos 07 que é o número de octetos e o parâmetro que será mostrado em maiores detalhes na figura 5.13.

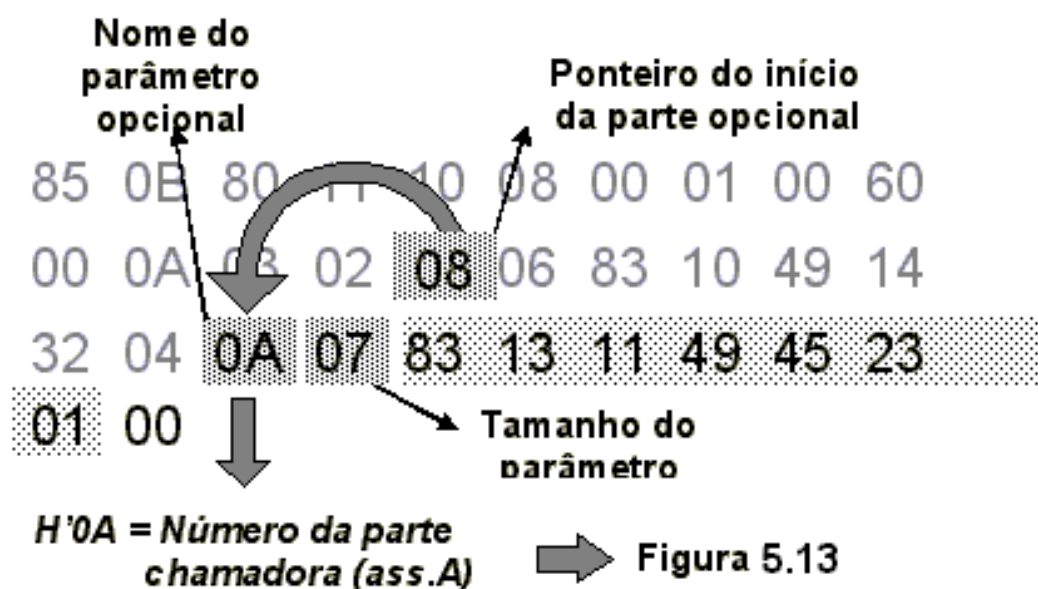


Figura 5.12 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 12).

A Figura 5.13 mostra como é estruturado o parâmetro número da parte chamadora, que apresenta entre 4 e 12 octetos de comprimento.

	8	7	6	5	4	3	2	1
H'83	Par/ Ímpar	Indicador da Natureza do Endereço						
H'13	Núm. incom.	Ind. plano num.			Ind. apres.		de filtragem	
H'11	2º dígito de A				1º dígito de A			
H'49								
H'45								
H'23								
H'01	Último dígito ou 0				Nº dígito de A			

- O número de A tem um número ímpar de dígitos.
- O número de A é um número nacional e está completo.
- Plano de numeração ISDN (telefonia)
- É permitida a apresentação do número de A.
- Número do assinante A = 119454321

Figura 5.13 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 13).

Como foi mostrado no item 4.1, quando não há mais parâmetros opcionais o octeto de valor 00 é apresentado, indicando fim da parte opcional.

85 0B 80 11 10 08 00 01 00 60
00 0A 03 02 08 06 83 10 49 14
32 04 0A 07 83 13 11 49 45 23
01 00

FIM DA PARTE OPCIONAL

Figura 5.14 – Leitura de uma mensagem IAM (passo 14).

E assim, é concluído o processo de decodificação de uma mensagem do tipo IAM. Da mesma forma que um especialista humano de posse dessas informações as utiliza para realizar a decodificação, o sistema proposto buscará fazê-lo. Ou seja, lerá um arquivo, onde terá mensagens armazenadas para posterior decodificação e armazenamento do resultado em um outro arquivo. Finalizando a execução através de uma análise dos significados dos parâmetros mostrados afim de que seja possível localizar em que estágio ou qual parâmetro pode ter contribuído no surgimento da falha.

5.2 Lógica para implementação do Sistema

O sistema busca simular o comportamento de um operador na leitura e análise das mensagens ISUP.

Dessa forma, um funcionário que seguia os passos descritos no item 5.1 levava, em média, 30 minutos apenas para verificar o que as mensagens relacionadas a uma dada chamada telefônica (por exemplo, mensagens IAM, ACM, REL e RLC) expressava, ou seja, 1800s para verificar o que está sendo informado dentro de uma chamada telefônica que possui, em média, quatro mensagens. Hoje, não chega a dois minutos com a utilização do aplicativo desenvolvido. Se levarmos em conta, um grande número de mensagens num dado arquivo, os ganhos são expressivos.

Dada a forma do arquivo, o sistema também será capaz de separar os tipos de mensagens e o que cada uma quer dizer através das funções de decodificação. Bem como separar as mensagens entre as diversas chamadas que possam ocorrer dentro de um mesmo arquivo.

Para a realização deste aplicativo, utilizou-se a linguagem de programação C++, dada a sua performance em tempo real [2, 4,5,7]. O programa funciona com os dados principais sendo armazenados em estruturas.

Existem duas entidades que decodificam as mensagens, uma é a decodifica e a outra é a decodbit. A primeira é a principal do programa e a segunda é chamada a partir da primeira. Ambas as entidades, não apresentam nenhum valor de retorno.

O programa utiliza como entrada um arquivo que contém mensagens ISUP. E como saída, um segundo arquivo em formato texto. Sendo assim, ele primeiro inicia uma cópia do arquivo de mensagens para o arquivo de saída. Depois que a cópia termina, ele inicia a decodificação.

Ele faz inicialmente uma varredura, procurando por pontos chaves (IAM, REL, etc) em cada mensagem no arquivo de mensagem para iniciar a decodificação. Assim que acha um desses pontos chaves, inicia-se a decodificação dos bytes, um por um, isso após pular o identificador (ou cabeçalho da mensagem, que é composto de alguns bytes no início de cada mensagem) que é ignorado, uma vez que não temos interesse em identificá-los.

A codificação de cada mensagem segue um padrão geral, pois dentro de cada mensagem existem três tipos básicos de conjuntos de bytes: um conjunto de bytes fixo, um conjunto de bytes variável, e por último um conjunto de bytes opcional, geralmente nessa ordem.

Geralmente, cada tipo de mensagem (IAM, REL, etc) tem o seu conjunto de bytes fixo, seguido ou não por um conjunto de bytes variável, que é complementado ou não por um conjunto de bytes variável. Dentro da mensagem existem bytes que indicam se vai ter ou não parte variável e/ou opcional, e quantos bytes vai ter a parte variável e a opcional da mensagem.

Assim que se inicia a decodificação, a entidade decodifica é acionada. A sua função principal é a identificação do tipo de mensagem que está sendo decodificada (IAM, REL, etc), identificando ainda as partes de cada mensagem (se é fixa, variável ou opcional).

Identificando-se o tipo de mensagem, o programa passa a buscar os bytes fixos, variáveis e opcionais que pertencem a mesma. Quando o programa passa a decodificar os bytes, é realizada uma chamada para outra entidade, de mais baixo “nível”, que decodifica os bytes. Esta é a entidade decodbit.

Começa-se pela parte fixa da mensagem, decodificando-a byte a byte. No final da parte fixa, existe um byte que indica se há ou não parte variável, e qual o tamanho, ou seja, quantos bytes terá essa parte variável. Através dessa informação, a subrotina pode executar ou não a tradução da parte variável. Dependendo de cada tipo de mensagem, ela poderá ou não ter também uma parte opcional.

Essa informação é passada para a entidade decodbit através da entidade que identifica o tipo de mensagem, a decodifica. De posse dessa informação ela saberá se a mensagem tem ou não parte opcional a ser decodificada. Quando a mensagem possui parte opcional, ela também possuirá um byte no seu início que indicará o tamanho dessa parte opcional.

A entidade decodibit é diferente da principal (decodifica), que não necessita de nenhum parâmetro na sua chamada, essa entidade precisa de dois parâmetros inteiros na chamada. Um parâmetro vai identificar se a instrução é fixa, variável ou opcional, sendo que se a instrução for variável ou opcional, deverá conter o seu tamanho. O outro parâmetro irá conter o código número correspondente a cada uma das instruções (*nature of connection*, *forward call indicator*, etc). Dependendo deste segundo parâmetro, o programa irá direcionar a decodificação da mensagem através de uma coleção de alternativas, que definirá ações a serem seguidas.

Sendo assim, a decodificação de cada instrução, seja ela fixa, variável ou opcional, está contida numa coleção de alternativas que fica dentro da decodbit. Cada uma das alternativas contém as especificações próprias de cada instrução, para cada combinação binária.

Quando a instrução contém mais de um byte, cada alternativa testa primeiro a ordem que o byte pertence, para então testar a combinação de bits. Tudo isso se resume num laço seguido pelo programa, ele procura por pontos chave, acha, pula o cabeçalho, pega byte por byte, chama a entidade decodifica, que por sua vez chama a decodbit, decodifica o byte, e assim sucessivamente até terminar o arquivo de mensagens.

O arquivo gerado como resultado trará não só a decodificação para a apreciação do usuário, mas também, em alguns casos, uma conclusão da análise feita. A conclusão é realizada por uma outra subrotina que utiliza os valores das subrotinas anteriores.

5.3 Mensagens Lidas

A ferramenta implementada é capaz de realizar a decodificação de todas as mensagens utilizadas para a sinalização canal comum para o tipo de usuário ISDN, conforme a recomendação Q. 763. Essas mensagens são mostradas na tabela 4.1, que vão desde a ACM (Address Complete) até a USR (User-to-user Information).

Todas as mensagens para serem lidas sofrem o mesmo processo apresentado nos itens anteriores.

5.4 Falhas Estudadas

É abordado neste trabalho, falhas relacionadas a chamadas que não foram completadas com sucesso. Assim, teremos falhas tanto em mensagens enviadas quanto recebidas. E os tipos de falhas detectadas são de hardware, software e de transmissão.

Geralmente, as chamadas com falha possuem apenas as mensagens IAM, REL e RLC, já que é necessário a mensagem ACM (*Address Complete*) para que a chamada seja completada. Dessa forma, agilizamos o processo de busca da falha e temos a melhor forma de encontrar uma falha, que é analisar as chamadas com apenas as três mensagens IAM, REL e RLC .

As falhas de hardware representam o tipo de falha mais rápido de ser detectado pelo analisador ISUP para AXE, pois apenas com as informações trazidas dentro do parâmetro indicadores de causa da mensagem REL detectamos a falha.

A mensagem REL com o seu indicador de causa apresenta diferentes valores que podem revelar uma série de problemas. Em virtude disso, todos estes valores são tratados com maior destaque durante a análise realizada pelo

aplicativo. Teremos também falhas em virtude do envio incorreto do valor deste parâmetro, onde encontra-se as falhas da mensagem REL.

Ao valor da REL, poderemos ter cerca de 23 falhas associadas, dentre elas, podemos citar: sem rota à rede específica, sem rota ao destino, nenhum circuito disponível, canal exigido não disponível, mensagem inválida, erro de protocolo, endereço incompleto, destino fora de serviço.

Os parâmetros fixos (com exceção do tipo de mensagem), indicadores da natureza da conexão, indicadores da chamada para frente, categoria da parte chamadora, solicitação do meio de transmissão e número da parte chamada, trazidos pela mensagem IAM são estudados com grande destaque pelo aplicativo.

Com relação a IAM, podemos ter falhas como: categoria da parte chamadora desconhecida, envio incorreto ou incompleto do número de B (chamado), dentre outras.

Assim, as falhas estudadas serão buscadas nas mensagens enviadas e recebidas, para as mensagens REL e IAM, que trazem informações relevantes para se detectar a grande maioria das falhas.

5.5 Considerações Apresentadas

As considerações apresentadas procurarão mostrar as falhas quando estas forem observadas pelo processo de leitura. Elas virão em forma de um texto explicativo que trará:

- Falhas apresentadas;
- Quais os parâmetros envolvidos;
- Ações a serem tomadas.

Assim, mostrará o que deve ser feito para solucionar a falha apresentada, através da leitura e análise dos parâmetros das mensagens lidas. Estas considerações ajudarão na solução das falhas pois indicará o caminho a ser seguida para que aquela falha seja sanada. Algumas dessas considerações são apresentadas no capítulo 6, como resultado dos testes efetuados.

A tomada de decisão se dará pelo operador quando o mesmo estiver com a falha e com a ação que deve ser executada para solucionar a falha apresentada pelo sistema.

5.6 Resumo

Neste capítulo foi observado como é realizado o processo manual de decodificação de uma dada mensagem. Este processo se aplica a todos os tipos de mensagens ISUP.

Foi visto também como o sistema foi implementado, suas entidades e seu funcionamento.

Mostrou-se quais são as mensagens tratadas pelo programa, alguns tipos de falhas e como as conclusões são estruturadas. Os testes apresentados no próximo capítulo irão mostrar algumas falhas e conclusões apresentadas.

6 TESTES COM O ANALISADOR ISUP PARA AXE

Este capítulo trata da aplicação real deste trabalho, que é utilizar um aplicativo para leitura de mensagens ISUP além da análise das mesmas, para que com isso falhas de sinalização sejam detectadas e as medidas necessárias para a correção sejam disponibilizadas.

Assim, serão mostrados alguns exemplos em que o aplicativo foi utilizado, assim como os resultados colhidos.

6.1 Detalhamento da Aplicação

O primeiro passo a ser realizado é possuir um arquivo no qual mensagens ISUP se fazem presente. Para se executar o armazenamento das mensagens em um arquivo, utiliza-se o aplicativo WinFiol (aplicativo windows para comunicação com a CCC). O programa desenvolvido lerá esse arquivo e fará uma decodificação, acompanhada de uma conclusão daquilo que foi lido. Um arquivo de saída receberá todas as informações geradas pelo sistema.

O programa desenvolvido necessita da leitura dos dados da mensagem em estudo. Esses dados são modelados de acordo com o comando UPMTI (definido por uma função própria do fabricante). Assim, apresentará informações como o CIC, hora e os octetos relacionados a mensagens. Esses octetos expressam o SIO, o Rótulo e o SIF. As figuras 6.1 e 6.3 ilustram isso.

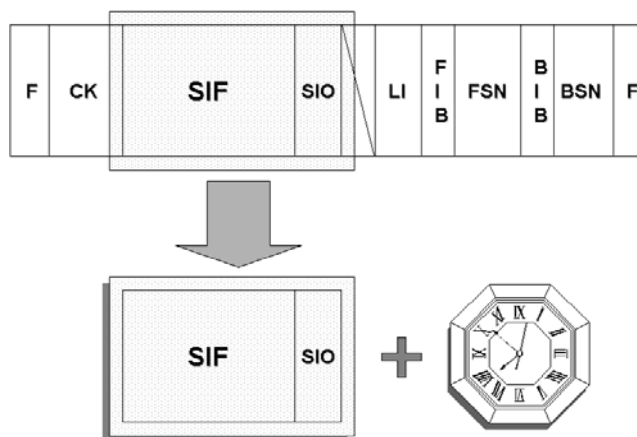


Figura 6.1 – Informações apresentadas pela função do fabricante.

O rótulo tem um comprimento de 48 bits e é colocado no início do campo de informação de sinalização, contendo o DPC, OPC, SLS, CIC e os 4 bits menos significativos do CIC. A estrutura do rótulo é mostrada na figura 6.2.

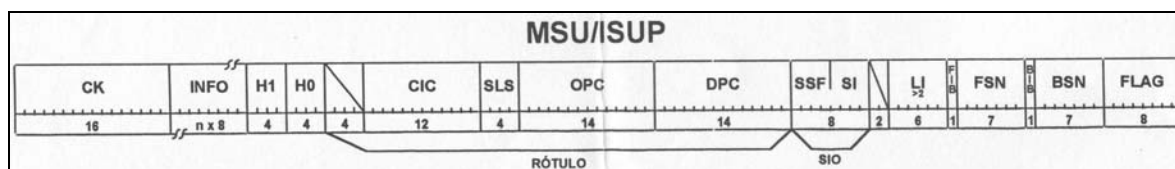


Figura 6.2 – Estrutura do rótulo.

O campo de informação do sinal, SIF, guarda as quatro últimas partes da mensagem (código do tipo de mensagem, parte fixa obrigatória, parte variável obrigatória e parte opcional), que serão as partes tratadas pelo programa desenvolvido.

A Figura 6.3 nos mostra como é apresentado o resultado da função que colhe as mensagens ISUP processadas pelo fabricante Ericsson, para uma mensagem IAM. Como vemos, temos o CIC, o tempo (*time*), o SIO, SIF, dentre outros.

ISUP MESSAGE MONITOR RESULT

USER	SI	CIC	SP	DEV	CALLREF
AT-1	ISUP4BR	8	2-70	UPDN3-8	
TIME	MSG	DIR	DATA		
14:08:22:3	IAM	R	85 0B 80 11 10 08 00 01 00 60	IAM SIF	
			00 0A 03 02 08 06 83 10 49 14		
			32 04 0A 07 83 13 11 49 45 23		
			01 00		

SIO+Rótulo

Figura 6.3 –Uma mensagem IAM apresentada conforme a função do fabricante.

O sistema proposto lerá arquivos com texto alfanumérico de acordo com o modelo apresentado na figura 6.3, e o mesmo se interessará apenas pelas informações referentes ao campo de informação de sinal, SIF.

Na Figura 6.4, observamos três centrais de comutação A, B e C que se comunicam utilizando a sinalização de canal comum. As mensagens trocadas

entre os circuitos das rotas de interconexão são as responsáveis pelo estabelecimento das chamadas telefônicas. O CIC 34 está sendo utilizado para a comunicação entre as centrais A (OPC=20) e B (DPC=40), como é mostrado pelo rótulo também.

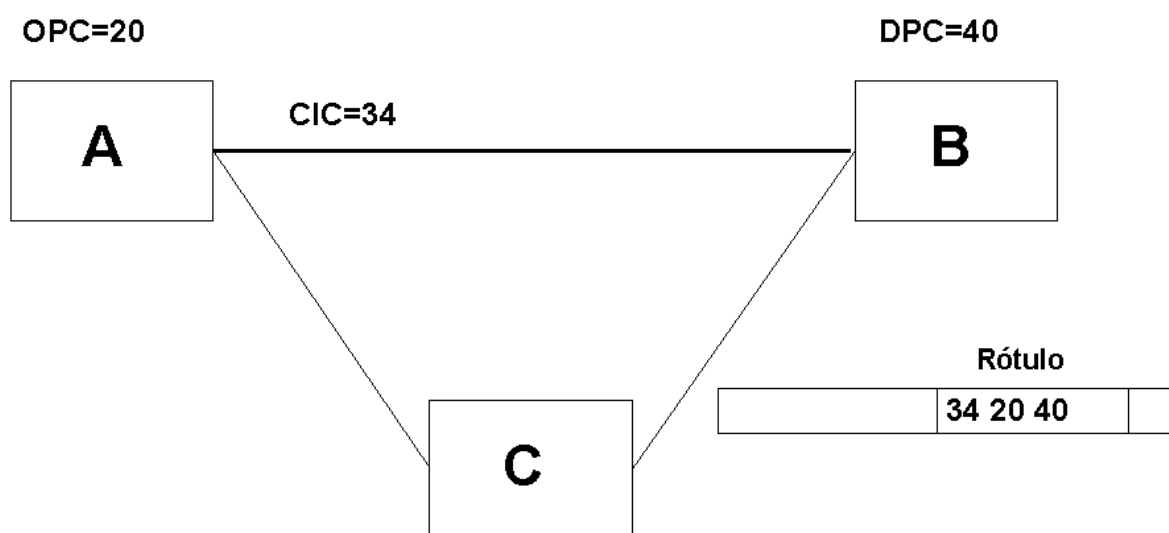


Figura 6.4 –Três centrais de comutação utilizando a sinalização canal comum.

As centrais A, B e C podem ser representadas pelas três centrais de comutação que a Amazônia Celular possui no Maranhão, SLS I, SLS II e ITZ, assim como SLS I, TD232, TD259 (essas duas últimas são pertencentes à rede fixa da empresa TELEMAR) ou SLS II, TD232, TD259, dentre outros exemplos. Podemos observar com isso, que a utilização da sinalização canal comum tanto entre centrais de comutação do sistema móvel celular como entre centrais da rede fixa com a rede celular.

Atualmente, a pesquisa de falhas é realizada pela manutenção preventiva e corretiva. Utiliza-se o banco de completamento de chamadas para os dois casos e as reclamações de assinantes para o último.

O banco de completamento é uma ferramenta utilizada para verificar índices de chamadas completadas, destinos com perdas, dentre outros. Dessa

forma, podemos extrair quais as rotas que estamos com altos índices de chamadas com falhas, os prefixos nos quais os índices de perdas são mais característicos e entre quais centrais determinadas chamadas estão envolvidas. Demonstrando os pontos onde podemos ter falhas e, assim, concentrar a pesquisa nesses.

As mensagens sujeitas a análise serão aquelas colhidas de circuitos referentes as rotas com alto índice de perda, por exemplo. Para que dessa forma, os resultados sejam maximizados.

6.2 Executando o Aplicativo

Inicialmente, será mostrado como se utiliza o aplicativo. Ele tem como entrada um arquivo contendo mensagens e de saída um arquivo gerado pelo aplicativo desenvolvido.

O aplicativo necessita que o arquivo a ser lido esteja no mesmo diretório do primeiro. O arquivo de saída gerado também será armazenado neste diretório. Na figura 6.5 temos o aplicativo solicitando do usuário o nome do arquivo a ser lido e o nome do arquivo a ser gerado como resultado.

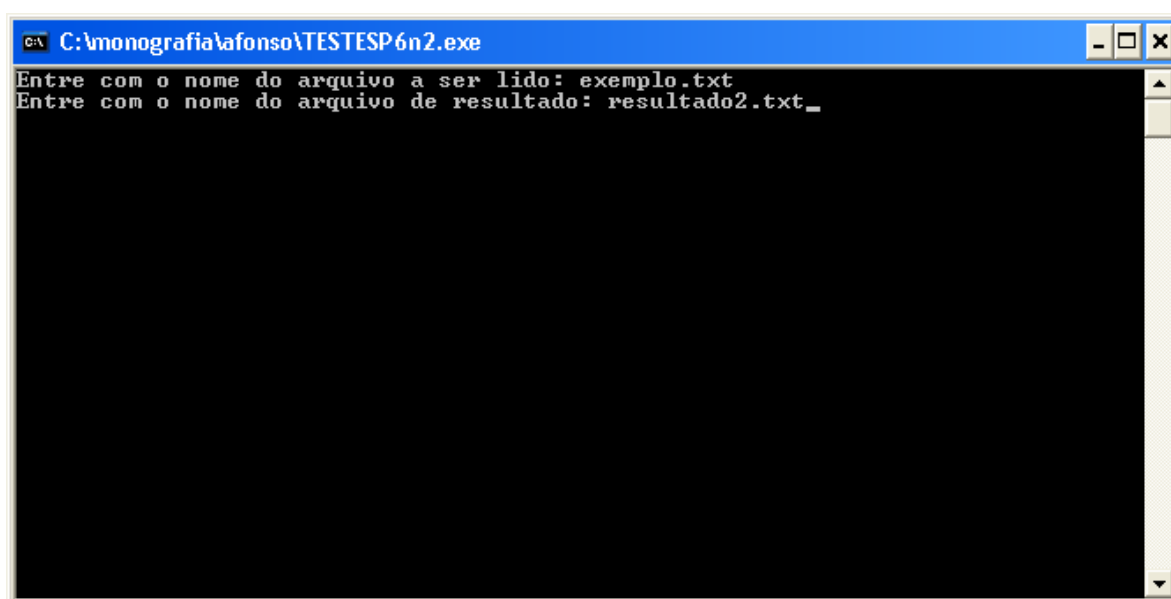


Figura 6.5–Interface do aplicativo desenvolvido.

De posse do nome dos arquivos, o programa lerá o arquivo de entrada (arquivo a ser lido) e gera um arquivo de saída, no qual o sistema escreve a decodificação das mensagens, acompanhada de uma conclusão do que foi lido. Assim, os dados são capturados pela abertura e leitura do arquivo contendo mensagens.

O programa de leitura desenvolvido gera o arquivo de saída do sistema, em formato txt, que será usado para auxiliar os engenheiros de comutação na busca por falhas de sinalização, apresentando toda a decodificação e uma análise do que foi lido.

A seguir, será mostrado parte de um arquivo de saída, mostrando a decodificação de uma mensagem do tipo IAM:

```
-----  
IAM.  
  
00      Nature of connection indicators.  
  
-----00 no satellite circuit in the connection.  
  
----00-- continuity check not required.  
  
---0---- outgoing half echo control device not included.  
  
000----- spare.  
  
60      Forward call indicators.  
  
-----0 call to be treated as a national call.  
  
-----00- no end-to-end method available (only link-by-link method available).  
  
-----0--- no interworking encountered (No. 7 signalling all the way).  
  
---0---- no end-to-end information available.  
  
--1----- ISDN user part used all the way.  
  
01----- ISDN user part not required all the way.  
  
-----0 originating access non-ISDN.  
  
-----00- no indication.
```

00000--- spare bits.

0A Calling party's category.

00001010 ordinary calling subscriber

03 Transmission medium requirement.

00000011 3.1 kHz audio

02 Pointer to Called Party Number Parameter.

08 Pointer to Optional part.

06 length.

Called party number.

1----- odd number of address signals.

-0000011 national (significant) number.

1----- routing to internal network number not allowed.

-001---- ISDN (Telephony) numbering plan (Recommendation E.164).

----0000 spare.

address signals: '6310011'

0000---- filler.

0A Calling party number.

07 length.

1----- odd number of address signals.

-0000011 national (significant) number.

0----- complete.

-001---- ISDN (Telephony) numbering plan (Recommendation E.164).

----00-- presentation allowed.

-----11 network provided.

address signals: '119470077'

0000---- filler.

00 End of optional parameters.

Após a leitura das mensagens, o próximo passo é verificar se a conclusão gerada pelo sistema se aplica ao caso em estudo. Pois, haverá situações em que o sistema não provocará tomada de decisão. Isso se justifica pelo fato de que nem todas as informações estarão disponíveis, como por exemplo, um relatório de tráfego.

Assim, com esses arquivos, onde pode haver alguma possível falha, o aplicativo proposto abrirá esse arquivo, lê o conteúdo, decodifica-o, armazenando o resultado deste último passo em um outro arquivo e de posse deste resultado buscará, através da análise dos valores de certos parâmetros para cada tipo de mensagem, uma conclusão que levará a uma tomada de decisão por parte do usuário. Para que, com isso, o sistema em desenvolvimento com essas informações seja capaz de localizar onde pode estar ocorrendo algum tipo de falha por sinalização. Após a análise da leitura da mensagem, o usuário é notificado da falha.

Dada a forma do arquivo, o sistema também será capaz de separar os tipos de mensagens e o que cada uma quer dizer através das funções de decodificação. Bem como separar as mensagens entre as diversas chamadas que possam ocorrer dentro de um mesmo arquivo. Ou seja, as mensagens estarão separadas por tipo e por chamada telefônica, quando existir mais de uma em um dado arquivo.

Agora, iremos mostrar algumas falhas as quais o sistema é capaz de detectar e para as quais os testes e seus resultados são apresentados. O local utilizado como laboratório para testes foi a CCC-ITZ (Central de Comutação e Controle de Imperatriz) no período de janeiro a agosto de 2002.

6.2.1 Falha no Envio da Categoria do Número de A

A categoria do assinante chamador indica se o número de A é um assinante comum, telefone público, se está se realizando uma chamada de dados (dados da banda de voz), ou se trata de um teste de chamada de teste, dentre outros.

Já se observou que a falha associada ao envio da categoria do número de A gera o parâmetro indicadores de causa do REL igual a 16 (REL #16), indicando justificção normal. Esse valor é utilizado para indicar o fim de uma chamada desconectada normalmente.

Sendo assim, esse valor é apresentado em uma série de chamadas, inclusive daquelas que se completaram sem problema. Então, como descobrir essa falha? Ela se apresenta com apenas três mensagens para uma dada ligação não completada, que são: IAM, REL e RLC. Caracterizando que não houve completamento de ligação, já que a mensagem ACM não foi enviada, mas o REL #16 sim.

Neste caso, a consideração apresentada pelo sistema é: “Verifique o parâmetro BNT da rota de interconexão em que a chamada está sendo encaminhada, pois o mesmo igual a 0, faz com que o parâmetro da categoria de A fique com valor zero também, indicando que é desconhecida a categoria de A gerando, em muitos casos, ao não estabelecimento da ligação”.

6.2.2 Falha no Envio do Número de B

O parâmetro Número da Parte Chamada (ou número de B) informa para a central de destino qual o assinante que se busca em uma determinada chamada. Ele possui comprimento variável entre 4 e 11 octetos e está sempre presente nas mensagens do tipo IAM. Por indicar o número com que se deseja falar, o número de B é imprescindível.

Na maioria das vezes, a falha no envio do número de B é acompanhada pelo valor do parâmetro indicadores de causa do REL igual a 1, que indica número desconhecido. O que acaba, em certas situações por camuflar

o problema, pois, o mesmo valor é colhido quando, por exemplo, o assinante A ou chamador discou realmente o número errado.

Além disso, a cada dia novos assinantes são criados e descreitados do sistema de telefonia, aliado a quantidade de assinantes extremamente elevada, dado o grande dinamismo do mercado, fica extremamente complexo para o sistema identificar todos os assinantes existentes das mais diversas operadoras.

Esse é um caso típico em que o sistema não pode gerar uma tomada de decisão. Por isso, quando o mesmo se depara com essa falha, a sua recomendação é que o operador verifique se o assinante realmente existe com a operadora de destino da chamada. E, em caso afirmativo, realizar testes de chamada com as mesmas características de outro usuário para uma comparação das mensagens IAM.

6.2.3 Falha no Envio do Indicador de Causa

O parâmetro indicador de causa da mensagem REL, como foi observado, é o primeiro parâmetro que deve ser analisado. Isso se deve ao fato de que este deve indicar a causa que gerou a desconexão do circuito.

Essa desconexão pode acontecer logo após a IAM, ou seja, mesmo que não tenha sido estabelecido uma chamada telefônica. Então, como pode estar tendo uma desconexão? No momento em que se deseja fazer uma ligação, o enlace de sinalização confecciona a mensagem IAM para um circuito livre no momento. Enquanto essa mensagem está sendo enviada, aquele circuito não é disponibilizado para outra chamada. Assim, o circuito não fica ocupado.

Então, o sinal de liberação se aplica tanto para os casos em que houve estabelecimento de chamada como naqueles em que teve apenas tentativa. As falhas de sinalização estão relacionadas com as tentativas de chamada.

O valor do parâmetro indicador de causa também é conhecido como simplesmente o valor do REL. Esse valor nem sempre indica o que sua tradução indica.

Por exemplo, há casos em que o valor é igual a 34, indicando que não há circuito ou canal disponível, quando nenhum relatório de tráfego está demonstrando congestionamento na rota em que se deseja cursar a chamada. Essa falha se identifica com o auxílio de um relatório de tráfego.

Em testes, observou-se que esta falha é acompanhada apenas das mensagens IAM, REL e RLC. A conclusão apresentada pelo sistema é que o usuário deve, primeiramente, consultar os relatórios de tráfego para confirmar que realmente está havendo congestionamento. Caso não seja congestionamento, temos uma falha de software.

Em caso positivo, solicitar ampliação dos circuitos de voz. Senão, devemos verificar se o problema ocorre em cada grupo de circuito (30 ou 31 circuitos correspondentes a um caminho de transmissão), para eliminar as falhas de transmissão.

Na maioria das vezes em que essa falha surge, deve-se solicitar que o lado B, ou seja, central de destino veja se há algum problema. O que ocorre é que algumas centrais possuem processadores (controladores dos terminais de sinalização) que não conseguem controlar todo o tráfego que está sob sua conduta. Assim, quando há circuitos livres na rota, a central envia chamadas para utilizarem aqueles circuitos livres, mas os processadores não estão preparados para isso. Em fevereiro de 2002, tivemos este problema com a central 525 da Telemar, que elevou os nossos índices de perdas, o que levou o nosso índice de chamadas completadas para algo em torno de 40%.

Ou ainda, os mesmos estão trabalhando com falha. Dessa forma, o sistema informará também que a solução será a substituição de tipos de processadores na central de destino, caso os mesmos tenham as características citadas acima. Ou uma reinicialização dos processadores do lado B.

Esse valor de REL, #34, também pode estar associado, quando a central destino é do tipo TRÓPICO RA, a falta de abertura de encaminhamento para onde a chamada se destina.

6.2.4 Falha de Transmissão

Umas das falhas de transmissão que o analisador ISUP para AXE pode detectar é a inversão da transmissão de dois feixes. Essa falha é caracterizada por duas situações: a central de origem envia a IAM, não recebendo resposta, 25s após isso, envia o REL; ou a central de origem envia a IAM e após um pequeno intervalo de tempo, é enviado um REL#18 pela central de destino (indicando *no user responding*).

Em julho deste ano, durante uma manutenção realizada pela equipe de transmissão da transmissão, tivemos este problema no entroncamento CCC-ITZ com a central 525 da Telemar, fazendo com que nossos indicadores de chamadas originadas completadas ficassem em torno de 41%.

6.3 Desempenho do Sistema

Não havia sido montado nenhum mecanismo para medir o desempenho, pois os métodos utilizados para executar este trabalho eram o analisador de protocolos e o manual tradicional, que apresentam performance muito distantes, onde a superioridade do analisador é evidente.

Os testes realizados mostram que para chamadas telefônicas locais ou remotas (que possuem, por exemplo, as mensagens IAM, ACM, REL e RLC) o tempo médio alcançado é em torno de 120s, tornando-se satisfatório para o tipo de aplicação que este trabalho se refere.

Comparando-se com o tempo gasto pelo analisador, podemos considerar este tempo alto, uma vez que o mesmo traduz em tempo real. Em contrapartida, o processo manual para decodificação das mensagens de uma dada chamada gira em torno de 1800s, confirmando a considerável performance do sistema proposto. Se levarmos em conta, um grande número de mensagens num dado arquivo, os ganhos são expressivos.

Como existe a necessidade de se acoplar o analisador para realizar a pesquisa de uma falha, demonstra-se a evidente necessidade da presença do

mesmo no local do estudo. O que pode ser tarde para analisar uma falha temporária, por exemplo.

Além disso, observou-se que as conclusões apresentadas pelo programa, quando não geravam uma tomada de decisão, mostravam o caminho a ser seguido para que a falha em análise pudesse ser sanada.

6.4 Custo da Implantação

Para se implantar este sistema, os custos são bastante reduzidos, pois em qualquer máquina que execute o windows, podemos utilizá-lo, ou seja, precisamos apenas de um simples PC (Computador Pessoal). Ele não necessita de nenhum hardware adicional, o que implica em menores gastos também.

O PC se comunica com a CCC através de cabo serial com uso do protocolo RS232.

Por ser uma ferramenta apenas em software, os custos necessários para seu transporte são praticamente zero, através do uso da internet. O que não só reduz drasticamente os custos, assim como o tempo gasto de transporte. Permitindo, também, a sua utilização a qualquer momento já que a sua disponibilidade é praticamente onipresente.

Assim, quando mais rápido a ferramenta estiver disponível, mais rápido serão colhidos os benefícios oriundos de sua utilização. Por isso, quando há um problema de sinalização, geralmente, afetando os indicadores de completamento de chamada de forma muito significativa, temos uma redução da receita das empresas, já que um menor número de chamadas está sendo completadas, o que nos induz a utilizar logo os recursos disponíveis.

6.5 Resumo

Os resultados obtidos mostram que o tempo para decodificação é extremamente reduzido e a conclusão apresentada gera tomada de decisão demonstrando a aplicabilidade do sistema proposto.

O programa proposto é útil para a determinação dos significados das mensagens ISUP a partir de um arquivo dado, é um método rápido, pois somente com a informação da primeira mensagem, IAM, poderá estimar uma conclusão acerca do que foi lido. No entanto, a sua aplicação prática para a determinação de possíveis falhas de sinalização para sistemas de telecomunicações pode precisar de outras informações adicionais, pois as mensagens podem não ser o suficiente.

Concluindo, os testes realizados com o sistema proposto foram satisfatórios, pois bons resultados foram conseguidos para diversos tipos de falhas de sinalização ISUP.

7 CONCLUSÃO

Durante o decorrer deste trabalho, vimos como é que funciona basicamente o sistema móvel celular, com seus componentes básicos, que são as estações móveis, as estações rádio base e a central de comutação e controle.

Observamos as características da sinalização por canal comum e as vantagens que a mesma possui com relação à sinalização por canal associado. E que seu uso tem se intensificado muito nos últimos anos.

Na Amazônia Celular, o uso da sinalização por comum subsistema de usuário ISDN, ISUP, é muito evidente. Atualmente, todas as interconexões do Maranhão utilizam este subsistema.

A sua grande utilização nos proporcionou consideráveis benefícios, tais como: melhoria na eficiência dos circuitos, maior velocidade, protocolo aberto, dentre outros, que mostramos no item 2.4.2.

Outro benefício apresentado é a melhoria de índices de completamento de chamada, em virtude das características da mesma. Por determinação do órgão regulador do sistema de telecomunicações do Brasil, ANATEL, foram traçadas algumas metas que devem ser cumpridas e esse índice é um deles.

Além disso, quanto maior o número de chamadas completadas, mais otimizado será o desempenho, assim como a receita das mesmas e um maior grau de satisfação dos usuários do sistema.

Para se melhorar os índices apresentados, buscou-se analisar as falhas relacionadas com mensagens ISUP, já que estas são as responsáveis pela comunicação entre as centrais de comutação.

Dessa forma, desenvolveu-se um sistema que realizasse isso de uma forma rápida, flexível e segura. E isso fez com que os engenheiros de comutação tivessem a sua disposição uma ferramenta apenas em software capaz de auxiliá-los a detectar possíveis falhas naquele tipo de sinalização.

Assim, ele lê arquivos armazenados com mensagens do tipo ISUP, traduz o que aqueles octetos em hexadecimal expressam segundo a recomendação Q.763 do ITU-T para a posterior análise.

Processo este, que também é realizado através do analisador de protocolos ou ainda por um processo completamente manual. O primeiro é muito caro e nem sempre disponível na localidade em que se deseja utilizá-lo e, o segundo, extremamente lento. Com o sistema desenvolvido, tivemos agilidade com baixos custos.

O processo de decodificação engloba todos os tipos de mensagem para o subsistema de usuário ISDN, com todos os seus parâmetros.

E o de análise, irá englobar basicamente três mensagens, que são IAM, REL e RLC, pois estas são as mensagens trazidas nas chamadas que não foram completadas, como foi relatado.

O processo de análise é finalizado com uma conclusão acerca do foi lido, buscando expressar a falha detectada e uma possível solução a ser adotada pelo usuário.

O sistema da Ericsson por ser um sistema proprietário, dificulta os estudos sobre as falhas de ISUP, apesar de que o mesmo siga padrões internacionais.

Os resultados obtidos através dos testes realizados mostram que o tempo para decodificação é extremamente reduzido comparado com o processo manual e a conclusão apresentada gera tomada de decisão demonstrando a aplicabilidade do sistema proposto.

O programa proposto é útil para a determinação dos significados das mensagens ISUP a partir de um arquivo dado, é um método rápido, pois somente com a informação da primeira mensagem, IAM, poderá estimar uma conclusão acerca do que foi lido.

A partir dos resultados dos testes efetuados, pode-se notar que o sistema proposto se revelou um instrumento muito robusto na diminuição do tempo necessário para leitura de mensagens ISUP no sistema móvel celular. Para diversas quantidades de chamadas, suas conclusões se revelaram dentro de uma precisão aceitável, se mostrando confiável.

Em Imperatriz, a Central de Comutação e Controle passou a ter índices mais otimizados com o uso do sistema desenvolvido. E em 15/08, essa CCC foi a que apresentou o melhor desempenho de completamento de chamadas de toda a área 8 (Amapá, Amazonas, Pará, Maranhão e Roraima), com um índice de 56,4% (antes, tínhamos 50,8%), ou seja, de 100 tentativas, 56,4 foram completadas com sucesso.

Pode-se inferir do que foi relatado neste trabalho, que o sistema proposto pode gerar relevantes considerações sobre possíveis falhas de sinalização, relacionando os parâmetros de algumas mensagens de uma dada chamada ISDN com os mais variados eventos que possam ocorrer. O sistema desenvolvido, então, pode ser usado para o estudo de mensagens ISUP, onde se tenta prever a influência que a sinalização tem sobre chamadas que não são completadas.

E, confirmado a relevância deste trabalho, já que temos constantemente nos deparado com problemas relacionado com essa sinalização, dado o seu amplo uso. O que nos impulsionou para o desenvolvimento deste aplicativo que possibilitará a análise das mensagens que têm sido trocadas entre a Amazônia Celular do Maranhão e as diversas partes.

Dessa forma, passamos a ter uma ferramenta como alternativa ao uso do analisador de protocolos existente na Amazônia Celular, de uma forma mais barata e muito ágil dada a sua fácil mobilidade.

No entanto, a sua aplicação prática para a determinação de possíveis falhas de sinalização para sistemas de telecomunicações pode precisar de outras informações adicionais, pois as mensagens podem não ser o suficiente. Dentre

essas informações, podem citar: relatórios de tráfego, real situação dos processadores na central de destino, dentre outros.

Como trabalhos futuros, podemos citar a utilização de outros métodos de decodificação para a otimização quando uma grande quantidade de mensagens está inserida em um arquivo, através da utilização do paralelismo, por exemplo.

Poderíamos também criar tabelas com as codificações das mensagens e bytes, organizando-se regras de consulta a tais tabelas, organizando a codificação da mensagem. Poderia-se criar também uma tabela de diagnósticos do sistema, que indicaria a ação mais apropriada a tomar caso a tradução da mensagem indicasse algum problema no sistema de sinalização, bem como indicar qual e onde seria a possível origem do problema. Através da tabela de diagnósticos o programa poderia evoluir para o ramo dos sistemas especialistas.

Além disso, poderia ser ampliado o universo de falhas de que o sistema proposto seria capaz de identificar e propor possíveis soluções. E, ainda, o desenvolvimento de uma interface que proporcionasse uma interação de forma mais amigável com o usuário.

Assim, podemos concluir que o sistema trará consideráveis benefícios, pois irá proporcionar diminuição no tempo de busca da solução dos problemas relacionados à falhas de sinalização, diminuição de custos, já que o analisador de protocolos deixará de ser tão necessitado, incremento dos índices de completamento de chamadas e, por conseguinte, das receitas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AXE Celular Introdução. Ericsson - Centro de Treinamento Técnico. São José dos Campos, 1999.
- [2] CARNE, Bryan. Telecommunications Primer: Signals, Building Blocks and Networks. IEEE Press and Prentice Hall PTR, 1995.
- [3] CAVALCANTI, Carlos Frederico M. C. Desenvolvimento de Redes Inteligentes baseadas em Sinalização de Canal Comum. Disponível on-line em : <http://www.dcc.ufmg.br/pos>. data: 02/05/02
- [4] CCC Operação. Ericsson - Centro de Treinamento Técnico. Volume I, São José dos Campos, 1999.
- [5] CCC Operação. Ericsson - Centro de Treinamento Técnico. Volume II, São José dos Campos, 1999.
- [6] D'Ávila, Márcio; Silva, Welter; Fernandes, Antônio Otávio e Soares Jr., José Edgard. Introdução ao Sistema de Sinalização por Canal Comum nº 7 e à Central Batik ELCOM 4KT. Relatório Técnico DCC.028/96 , DCC/UFMG, setembro de 1996.
- [7] Dodgeviren, Newell, Spindel e Stefanick. Global Networking with ISDN. IEEE Communications Magazine, Vol. 22, no. 06, Janeiro 94, páginas 26 a 32.
- [8] FONSECA, Edmilson. Switch Performance Review. Amazônia Celular – Central São Luís, 1999.
- [9] Imielinski, Tomasz e Badrinath, B.R. Mobile Wireless Computing: Challenges in Data Management. Communications of the ACM, Vol.37, no. 10, Outubro 94, páginas 18 a 28.
- [10] ITU-T Recommendation Q.721. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.
- [11] ITU-T Recommendation Q.761. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.
- [12] ITU-T Recommendation Q.762. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.

- [13] ITU-T Recommendation Q.763. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.
- [14] ITU-T Recommendation Q.764. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.
- [15] ITU-T Recommendation Q.765. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.
- [16] ITU-T Recommendation Q.766. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.
- [17] ITU-T Recommendation Q.767. Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union, Helsinki, 1993.
- [18] Jabbari, Colombo, Nakajima e Kulkarni. Network Issues for Wireless Communication. IEEE Communications Magazine, Janeiro 1995, páginas. 88 a 98.
- [19] Kearns, Timothy e Mellon, Maureen. The Role of ISDN Signaling in Global Networks. IEEE Communication Magazine, Julho 1990, páginas 36 a 43.
- [20] KERNIGHAM, Brian W. The C programming language. Editora Prentice-Hall do Brasil Ltda, Rio de Janeiro, Second Edition, 1988.
- [21] McDysan, David e Spohn, Darren. ATM Theory and Applications Signature Edition. 1999, McGraw-Hill on Computer Communications
- [22] MIRANDA, Marcelo and FERNANDES, Antônio. Contribuições para a Implementação do Sistema de Sinalização SS7 em uma Central Telefônica: Subsistema de Usuário RDSI – ISUP, 1998.
- [23] Modarressi, Abdi e Skoog, Ronald. Signaling System No. 7: A Tutorial. IEEE Communication Magazine, Julho 1990, páginas 19 a 35.
- [24] O & M CCITT # 7. Ericsson - Centro de Treinamento Técnico. Volume I, São José dos Campos, 1998.
- [25] O & M CCITT # 7. Ericsson - Centro de Treinamento Técnico. Volume II, São José dos Campos, 1998.
- [26] O & M CCITT # 7. Ericsson - Centro de Treinamento Técnico. Volume III, São José dos Campos, 1998.

- [27] Padgett, Günther e Hattori. Overview of Wireless Personal Communications. IEEE Communications Magazine, Janeiro 1995, páginas. 88 a 98.
- [28] PATRICK, Phil. Transactions-Oriented Applications via National ISDN. IEEE Communications Magazine, Vol. 22, no. 06, Janeiro 94, páginas 44 a 48.
- [29] PAVARINI, Paulo Rogério. Sinalização por Canal Comum Nº 7. Promon Eletrônica Ltda, Campinas, 1995.
- [30] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 210-110-724. Subsistema de Usuário de Telefonia do Sistema de Sinalização por Canal Comum CPA-T, TUP (CCITT Nº 7 – VERSÃO NACIONAL) para a Rede Nacional de Telefonia, 1998.
- [31] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 210-110-725. CPA-T - Interfuncionamento entre Sistemas de Sinalização para a Rede Nacional de Telefonia, 1998.
- [32] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 220-250-709. CPA-T – Encaminhamento, 1998.
- [33] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 220-250-711. CPA-T - Tarifação, 1998.
- [34] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 220-250-715. Interfuncionamento entre os Sistemas de Sinalização para a Rede Nacional de Telecomunicações ISUP/TUP ISUP/5C/Linha, 1998.
- [35] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 220-250-717. CPA-T - Supervisão de Tempo, 1998.
- [36] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 220-250-732. Subsistema de Usuário RDSI - ISUP - Sistema de Sinalização por Canal Comum n.º 7, 1998.
- [37] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 220-250-735. Subsistema de Transferência de Mensagens - MTP - Sistema de Sinalização por Canal Comum n.º 7, 1998.
- [38] Prática TELEBRÁS Série “ENGENHARIA” 220-500-735. CPA-T - Subsistema de Transferência de Mensagens MTP - Sistema de Sinalização por Canal Comum Nº7, 1998.
- [39] RUSSEL, Travis. Signaling System #7. Ed. McGraw-Hill, Inc., 1995.
- [40] SCHILDT, Hebert. C, Completo e Total . 3ª edição. São Paulo: Makron Books, 1996.

- [41] SILVA, Welter and FERNANDES, Antônio. Contribuições para a Implementação do Sistema de Sinalização SS7 em uma Central Telefônica: Redundância do Subsistema de Transferência de Mensagens, 1998.
- [42] Sistema de Sinalização N° 7. Ericsson - Centro de Treinamento Técnico. Volume I, São José dos Campos, 1998.
- [43] STALLINGS, Willian. ISDN and Broadband ISDN. 2a.edição, MacMillian Publishing Company, 1992
- [44] STRONSTRUP, Bjarne. The C++ Programming Language. Addison-Wesley Publishing Company, 1991.
- [45] TANENBAUM, Andrew S. Redes de Computadores. Editora Campos, Rio de Janeiro, 1997.
- [46] TENENBAUM, Aaron M. Estrutura de Dados Usando C. Makron Books, São Paulo, 1996.
- [47] The Computer in the 21st Century, Scientific American, Edição Especial de 1995.