

# Capítulo 7

## Sinalização Telefônica

### 7.1 Introdução

A sinalização é um termo genérico utilizado em telefonia para a troca de informações entre dois elementos da rede. Por exemplo, o aparelho telefônico (com o auxílio do usuário) troca informações com a central local na fase de conexão de uma chamada (envio e recepção de dígitos; envio e recepção de tons de discar, de campainha, de ocupado, etc.). Outro exemplo é troca intensa de informações entre duas centrais para fazer conexões de longa distância.

Os objetivos desse capítulo são: a) apresentar os principais tipos de sinalização utilizados na rede telefônica atual e b) discutir em detalhes a sinalização N° 7, uma sinalização bastante flexível e eficiente baseada em comutação por pacotes, e que permite facilidade para oferecimento de serviços não só atualmente existentes (telefonia básica, serviços 0800 e 0900, etc.) assim como serviços futuros.

### 7.2 Tipos de Sinalização

A sinalização telefônica pode ser dividida em três tipos:

- Sinalização acústica
- Sinalização de linha
- Sinalização de registro

A sinalização acústica consiste de uma série de tons audíveis emitidos pela central ao aparelho telefônico como tom de discar, tom de ocupado, etc.

Conforme a Prática Telebrás [1], os sinais acústicos, as suas constituições e as frequências utilizadas são mostrados na Fig. 7.1.

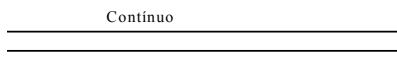
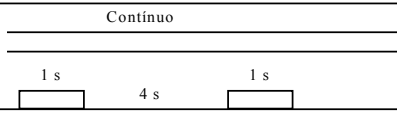
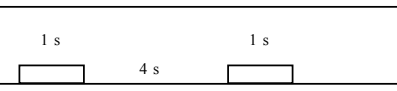
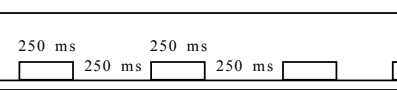
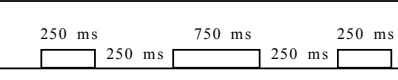
Sinais	Constituição	Características
Tom de discar		400 a 450 Hz
Corrente de toque de chamada		20 a 25 Hz 75 V
Tom de controle de chamada		400 a 450 Hz
Tom de ocupado		400 a 450 Hz
Tom de número inacessível		400 a 450 Hz

Figura 7.1 Sinais acústicos.

A sinalização de linha é a troca de informações entre circuitos denominados de juntores localizados nas centrais. Os juntores são utilizados para supervisionar as linhas de junção entre duas centrais que são utilizadas para troca de informações dos órgãos de controle (sinalização de registro) e pode também servir como caminho de voz. A Fig. 7.2 mostra os principais componentes de uma sinalização de linha.

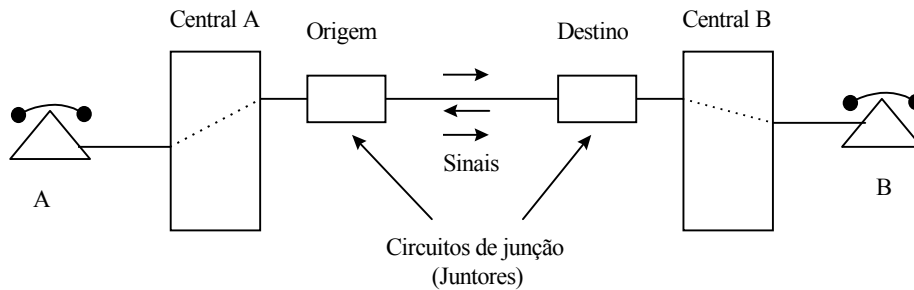


Figura 7.2 Componentes de sinalização de linha.

Quando um usuário de aparelho telefônico A tira o fone do gancho, a central A reserva um juntor de origem e troca informações com o juntor de destino para reservar uma linha. Os sinais que são utilizados para trocar informações entre juntores são mostrados na Fig. 7.3 [1].

Sinal	Sentido
Ocupação	→
Atendimento	←
Desligar para frente	→
Desligar para trás	←
Confirmação de desconexão	←
Desconexão forçada	←
Bloqueio	←
Tarifação	←
Rechamada	→

Observação: Sentido origem para destino →  
 Sentido destino para origem ←

Figura 7.3 Sinais de linha.

A sinalização de registro é aquela que se estabelece entre os processadores de controle das centrais que trocam informações relativas a números e tipos de assinantes chamador e chamado, assim como os estados de assinantes.

Um exemplo de sinalização de registro é a sinalização MFC (multifrequencial compelida) adotada no Brasil. Nessa sinalização os sinais utilizados para troca de informação são formados por combinações de sinais de duas frequências, como aqueles utilizados em teclas de telefones explicado na seção 2.2. A sinalização é denominada compelida porque, ao se enviar um sinal para frente, para se enviar um novo sinal para frente, deve-se aguardar a recepção do sinal para

trás, como mostrado na Fig. 7.4. Na terminologia utilizada no capítulo 6, corresponde a um controle de fluxo baseado na janela deslizante com  $W = 1$ .

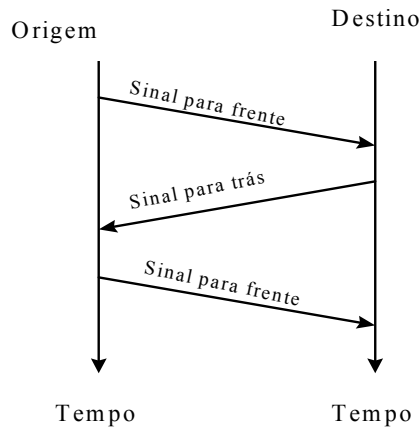


Figura 7.4 Troca de sinais na sinalização MFC.

As frequências utilizadas para sinais para frente e para trás na sinalização MFC, são mostradas na Fig. 7.5a.

	Frequências em Hz					
Para frente	1380	1500	1620	1740	1860	1980
Para trás	1140	1020	900	780	660	540
Código	0	1	2	4	7	11

a)

Sinal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Combinação de freqs.	0+1	0+2	1+2	0+4	1+4	2+4	0+7	1+7	2+7	4+7	0+11	1+11	2+11	4+11	7+11

b)

Figura 7.5. Os sinais e suas combinações de frequências.

Para combinar duas frequências para formar um sinal da Fig. 7.5b, são utilizados os códigos mostrados na Fig. 7.5a. Por exemplo, o sinal 1 para frente é uma combinação de 1380 e 1500 Hz e o sinal 1 para trás é uma combinação de 1140 e 1020 Hz.

Os sinais para frente são divididos em dois grupos denominados de grupo I e grupo II como mostrado na Fig. 7.6.

Sinal	GRUPO I	GRUPO II
1	Algoritmo 1	Assinante comum
2	Algoritmo 2	Assinante com tarifação imediata
3	Algoritmo 3	Equipamento de manutenção
4	Algoritmo 4	Telefone público
5	Algoritmo 5	Operadora
6	Algoritmo 6	Equipamento de transmissão de dados
7	Algoritmo 7	TPIU
8	Algoritmo 8	Serviço Internacional
9	Algoritmo 9	Serviço Internacional
10	Algoritmo 0	Serviço Internacional
11	Acesso a posição de operadora: inserção de semi-supressor de eco na origem	Reserva
12	Pedido recusado; indicação de trânsito internacional	Reserva
13	Acesso a equipamento de manutenção	Reserva
14	Inserção de supressor de eco no destino	Reserva
15	Fim de número	Reserva

Figura 7.6 Sinais para frente.

Sinal	GRUPO A	GRUPO B
1	Enviar o próximo algoritmo	Assinante livre com tarifação
2	Enviar o primeiro algoritmo	Assinante ocupado
3	Preparar a recepção do sinal do grupo B	Assinante com número mudado
4	Congestionamento	Congestionamento
5	Enviar categoria e identidade do assinante chamador	Assinante livre sem tarifação
6	Reserva	Assinante livre com tarifação. Colocar retenção sob controle de chamado
7	Enviar o algoritmo n - 2	Nível ou número vago
8	Enviar o algoritmo n - 3	Assinante com defeito
9	Enviar o algoritmo n - 1	Reserva
10	Reserva	Reserva
11	Enviar indicação de trânsito internacional	Serviço internacional
12	Serviço internacional	Serviço internacional
13	Serviço internacional	Serviço internacional
14	Serviço internacional	Serviço internacional
15	Serviço internacional	Serviço internacional

Figura 7.7 Sinais para trás.

Os sinais para trás são também divididos em dois grupos denominados A e B, como mostrado na Fig. 7.7. Os sinais de grupo A são sinais de confirmação, indicação de mudança de grupo e congestionamento; os de grupo B se referem às informações sobre condições de assinantes. A Fig. 7.7 mostra os significados de todos os sinais para trás.

---

### Exemplo 7.1

Seja um exemplo de troca de sinalização entre duas centrais. A central A envia a central B o número do assinante (78354) para completar uma conexão de uma chamada. A Fig. 7.8 mostra a troca de informações entre as duas centrais. Os sinais para frente de ocupação e de desligar, e o sinal para trás de confirmação de desconexão, são sinalização de linha.

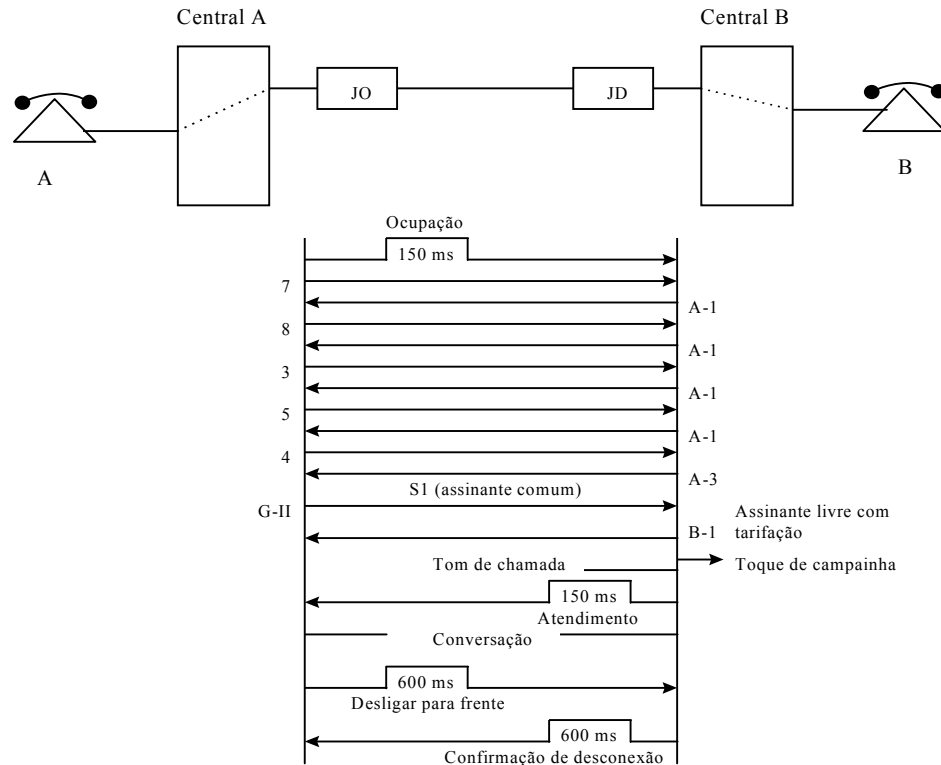


Figura 7.8. Exemplo de sinalização entre centrais para conexão de uma chamada.

### 7.3 Sinalização por canal associado (In-band signaling)

No exemplo acima, o canal que foi utilizado para a sinalização (de linha, de registro e acústica) é também utilizado para a transmissão de voz (conversação). Este tipo de sinalização que utiliza o canal de voz para troca de informações é denominado de sinalização por canal associado. O exemplo dado é mais conveniente para um canal analógico. Um exemplo de sinalização por canal associado em um canal digital é o PCM americano apresentado na seção 3.2; a cada seis quadros, o bit menos significativo de cada canal de voz é utilizado para a sinalização. O sistema PCM europeu ou brasileiro utiliza o canal 16 para sinalização de linha (conforme a estrutura apresentada na seção 3.2) e a sinalização de registro é feita através dos canais 1-15 e 17-31 que posteriormente são utilizados para a voz.

### 7.4 Sinalização por canal comum (Out-band signaling)

Uma outra forma de sinalização bastante flexível que utiliza um canal separado somente para sinalização é denominada sinalização por canal comum (CCS - Common Channel Signaling). Por exemplo, o canal 16 do sistema PCM europeu ou brasileiro pode ser adaptado para transportar as informações de sinalização a 64 kbps, utilizando a técnica de comutação por pacote.

O objetivo de utilizar um canal comum e separado dos caminhos de voz é criar uma rede somente de sinalização como mostrado na Fig. 7.9. Com uma rede separada são obtidas as seguintes vantagens:

1. Informações são trocadas rapidamente entre processadores.
2. Pode atender tipos diferentes de serviços.
3. Modificações podem ser feitas por software. Por ex., inclusão de novos serviços.
4. Informações relacionadas a uma chamada podem ser enviadas durante o andamento daquela chamada. Por ex., transferência de chamada ou conexão de um outro assinante em uma chamada em andamento (conferência a três).
5. A rede de sinalização pode ser utilizada para outras finalidades, como manutenção e gerenciamento da rede.

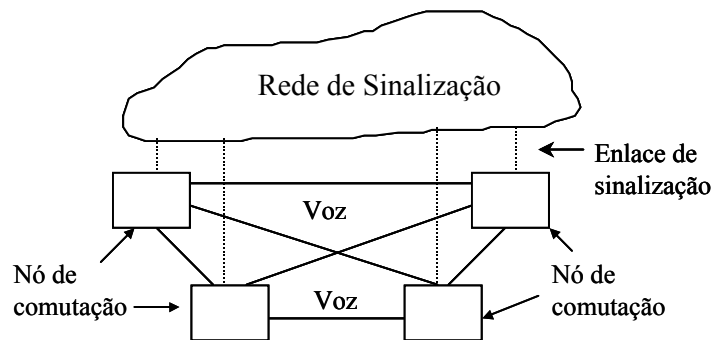


Figura 7.9 Rede de Sinalização.

A rede de sinalização por canal comum para o transporte de seus dados pode utilizar a infra-estrutura da rede de voz. Por exemplo, a sinalização CCITT No. 6 utiliza um canal telefônico analógico exclusivo e através de MODEMS (modulador e demodulador) transmitem os dados em 2,4 Kbits/seg. ou 4,8 Kbits/seg. Por sua vez, a sinalização CCITT No. 7 ou SS7 (Signaling System N° 7) pode utilizar o canal 16 do sistema PCM a 2 Mbps ou o canal 24 do sistema a 1,5 Mbps. Em ambos os casos, a taxa de bits do canal é 64 Kbits/seg. Pode ainda ser constituída de uma rede completamente separada da rede de voz.

A rede de sinalização por canal comum pode ser de modo associado ou não associado. No modo associado, o canal comum acompanha a rota dos troncos de voz, como mostrado na Fig. 7.10. Neste caso a central de comutação pode incorporar as funções de sinalização.

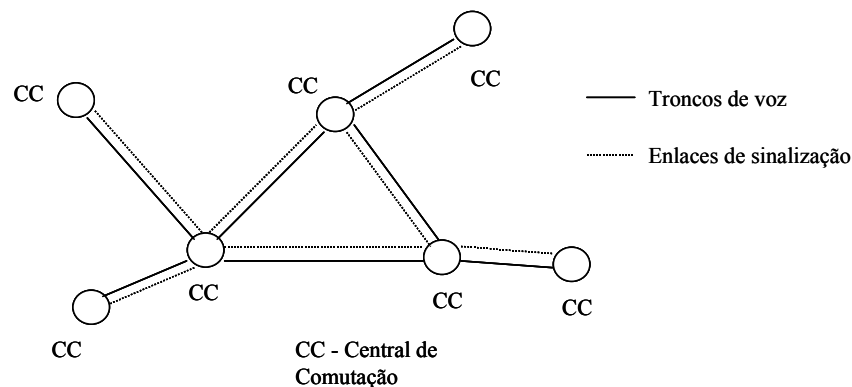


Figura 7.10 Modo associado.

No modo não associado, a rede de sinalização é completamente separada dos caminhos de voz. Neste modo a rede é constituída por seguintes componentes:

SSPs (Signal Switching Points): pontos de comutação de sinal

STPs (Signal Transfer Points): pontos de transferência de sinal

SCPs (Signal Control Points): pontos de controle de sinal

Os símbolos correspondentes aos componentes estão mostrados na Fig. 7.11.

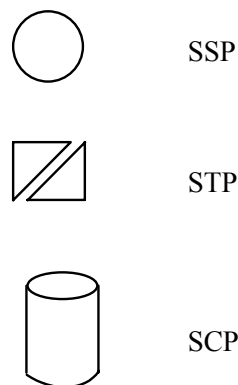


Figura 7.11 Símbolos dos componentes utilizados na sinalização por canal comum.

Os SSPs são comutadores telefônicos (comutadores locais) com capacidades funcionais de sinalização N<sup>o</sup> 7 e enlaces de sinalização. Eles originam, terminam ou comutam chamadas.

Os STPs são comutadores de pacote da rede SS7. Eles recebem e encaminham as mensagens de sinalização aos seus destinos apropriados.

Os SCPs são os bancos de dados para fornecer informações necessárias para dar continuidade ao processamento de uma chamada.

A rede de sinalização SS7 deve ser bastante confiável, pois inicia todo o processo de conexão de uma chamada. Para garantir essa confiabilidade, a rede SS7 é construída de uma maneira bastante redundante. Os STPs e os SCPs são geralmente instalados aos pares. Os elementos dos pares são geralmente instalados em locais separados, mas executam redundantemente as mesmas funções lógicas.

A Fig. 7.12 mostra um exemplo de uma rede de sinalização N<sup>o</sup> 7. No exemplo de rede SS7 da Fig. 7.12, os STPs W e X desempenham funções idênticas; são redundantes e formam um par casado. Os STPs Y e Z também formam um par casado. Cada SSP tem dois enlaces (ou um conjunto), um para cada STP de um par casado. Toda a sinalização é feita através desses enlaces. Como esses enlaces são redundantes, as mensagens enviadas através desses enlaces são tratadas equivalentemente nos STPs. O conjunto SSP e enlace que conecta ao STP é denominado ponto final de sinalização. Os STPs de um par casado são interconectados por um enlace (ou por um conjunto de enlaces). Dois pares casados de STPs são interconectados através de quatro enlaces (ou um conjunto de enlaces) denominados de um quadrilátero.

Os SCPs são em geral (não necessariamente) instalados em pares, executando as mesmas funções. Os pares não são interconectados por enlaces.

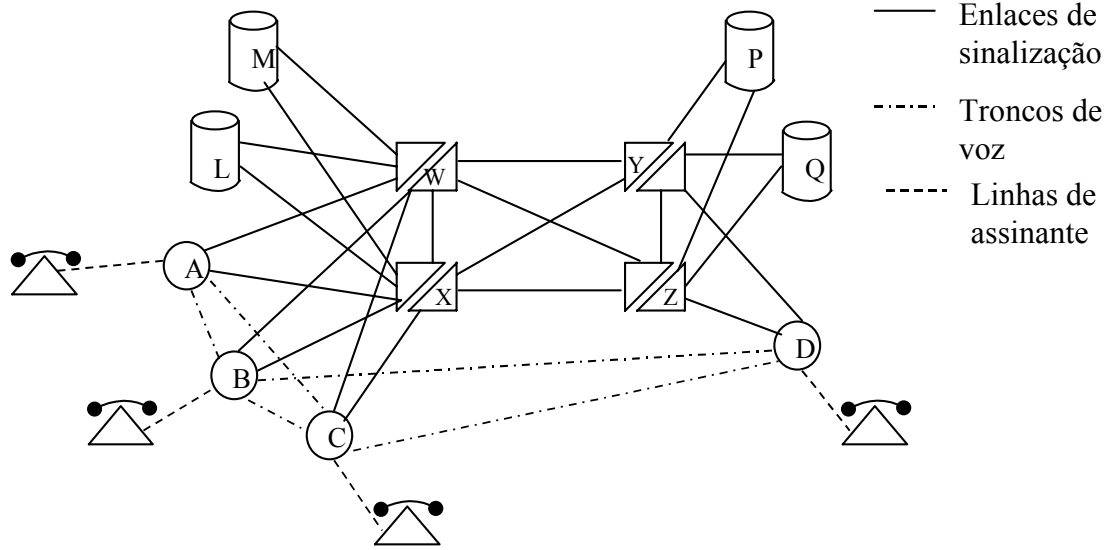


Figura 7.12 Exemplo de uma rede de sinalização N° 7.

**Tipos de Enlaces**

A Fig. 7.13 mostra as denominações dos enlaces utilizados na rede SS7.

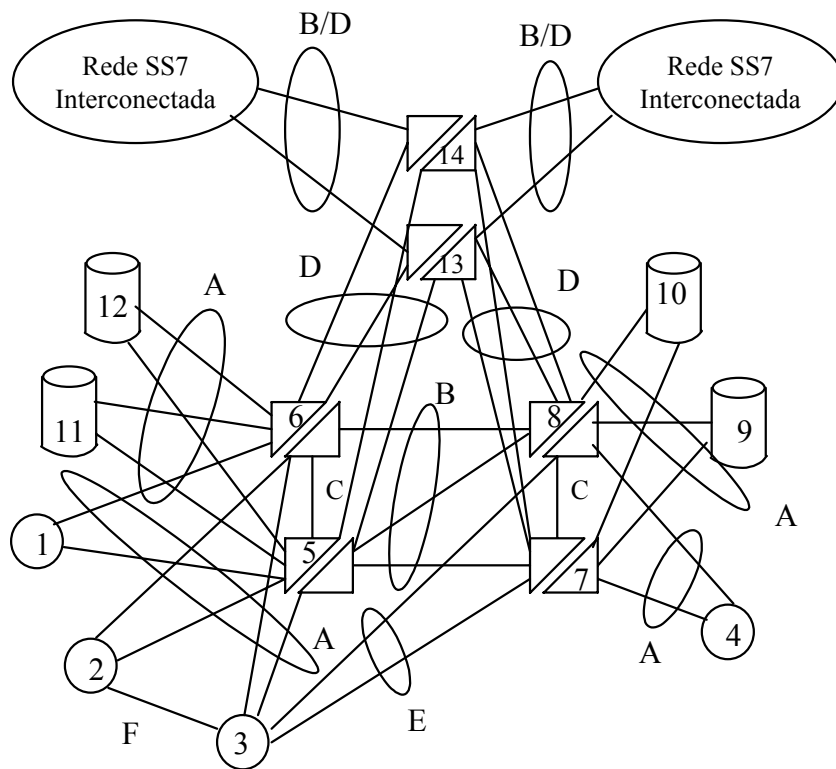


Figura 7.13 Tipos de enlaces



Enlace do tipo A é aquele que interconecta um STP a um SSP ou a um SCP como mostrado na Fig. 7.13. São enlaces utilizados para inicializar ou finalizar a sinalização. A se refere a inicial de *access*, em inglês.

Enlaces dos tipos B, D e B/D são aqueles interconectando dois pares casados de STPs. As suas funções são transportar as mensagens de sinalização de um ponto inicial a um outro ponto até atingir o seu destino final. B é a inicial de *bridge*, em inglês e são enlaces utilizados para interconectar os pares casados que estão na mesma hierarquia de uma rede. D é relativo a *diagonal*, em inglês, e são enlaces que interconectam os pares casados que estão em diferentes hierarquias. Quando os enlaces interligam diferentes redes eles são denominados de enlaces B/D, B ou D, indistintamente.

O enlace do tipo C conecta um par casado de STPs. C é inicial de *cross*, em inglês.

Em geral, os SSPs são conectados através dos enlaces do tipo A aos STPs designados “homes”, que são utilizados em condições normais. Para aumentar a confiabilidade em algumas situações, os SSPs podem ser conectados a um outro par de STPs através dos enlaces do tipo E (*extended*), como mostrado na Fig. 7.13.

Os enlaces que interconectam dois pontos finais de sinalização são denominados de F (fully associated). O enlace F permite modo associado de sinalização, e é utilizado de acordo com as conveniências da operadora de rede.

### **Estrutura em camadas da sinalização N° 7**

A sinalização CCITT No. 7 é estruturada em 4 níveis (foi especificada antes do modelo OSI)

- Nível 1: nível físico
- Nível 2: enlace de dados
- Nível 3: rede
- Nível 4: parte do usuário

Nível 1 - Especifica o canal físico. Pode utilizar o canal 16 (64 Kbits/seg) de um sistema PCM de 2 Mbits/seg. ou o canal 24 (64 Kbits/seg) do sistema a 1,5 Mbits/seg ou ainda utilizar enlaces específicos de 56 ou 64 Kbits/seg.

Nível 2 - Desempenha as funções de controle de erro, estabelecimento de enlace, monitoração da taxa de erro, controle de fluxo e delineação de mensagens.

Nível 3 - Desempenha as funções de encaminhamento das chamadas na rede. Cada nó da rede tem um código (signal point code). Para o endereçamento dos nós é utilizado 14 bits ( $2^{14} = 16\ 384$  nós possíveis de endereçar).

Nível 4 - Suporta diferentes partes:

- Parte de usuário telefônico (TUP - Telephony User Part) e
- Parte de usuário de RDSI (ISDN - User Part).

A Fig. 7.14 mostra a estruturação em níveis e o relacionamento com o modelo de referência OSI.

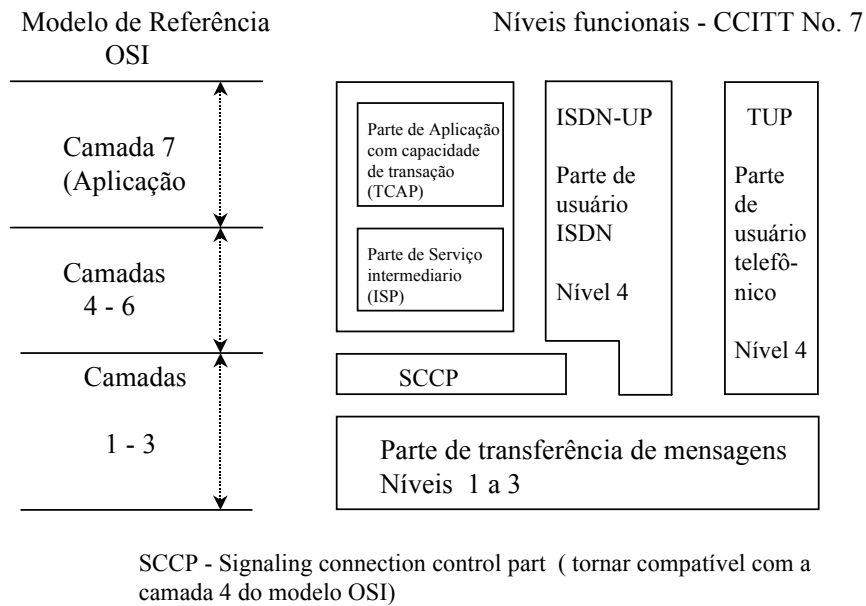


Figura 7.14 Estrutura em níveis e o relacionamento com as camadas do OSI.

As 3 camadas inferiores são semelhantes nas estruturas ao modelo OSI. Entretanto, o nível 4 é bastante diferente em relação ao modelo de referência. Para tornar a estrutura em níveis compatível com o modelo de referência, existe a parte de controle de conexão da sinalização (SCCP). A parte de aplicação com capacidade de transação (TCAP - Transaction Capability Application part) é a utilizada para operação, manutenção e gerenciamento. As outras aplicações especificadas são referentes a parte de usuário RDSI e parte de usuário telefônico.

**Nível 2**

O nível 2 da padronização N° 7 utiliza uma estrutura de quadro baseado em HDLC, como mostrado na Fig. 7.15 (veja capítulo 6, seção 6.5).

Estrutura de quadro

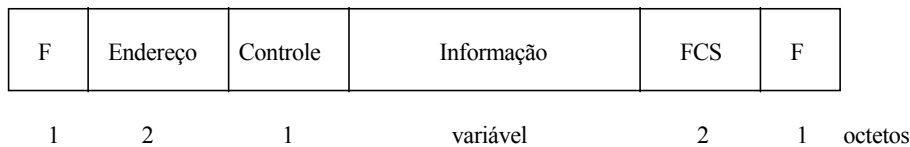


Figura 7.15 Estrutura de quadro da sinalização N° 7.

O número e as denominações dos campos do quadro são iguais ao que vimos na seção 6.6, mas o campo de endereço utiliza dois octetos. São utilizadas as seguintes denominações de quadros (diferentes daquelas (quadros I, S e U) utilizadas no capítulo 6, seção 6.5):

1. MSU - Message Signal Unit - Unidade de sinal de mensagem. É um quadro que transporta informações da camada superior.
2. LSSU - Link Status Signal Unit - Unidade de sinal de status do enlace. É um quadro para estabelecer um enlace e executar controle de fluxo.

3. FISU - Fill-In Signal Unit - Unidade de sinal de alinhamento. É um de quadro de alinhamento, quando não há tráfego de sinal.

O quadro MSU tem a formatação mostrada na Fig. 7.16.

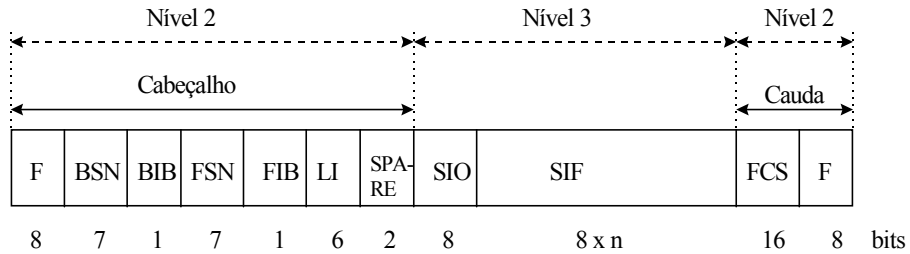


Figura 7.16 Formato do quadro MSU.

O significado de cada termo é explicitado abaixo.

FSN - Forward sequence number - número de sequência para frente.

BSN - Backward sequence number - número de sequência para trás.

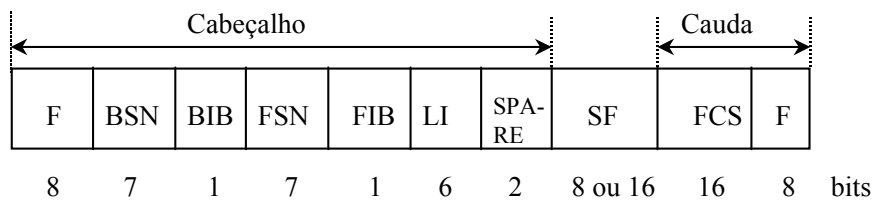
FIB - Forward indicator bit - bit indicador para frente.

BIB - Backward indicator bit - bit indicador para trás.

SIF - Signaling Information field - campo de informação de sinalização.

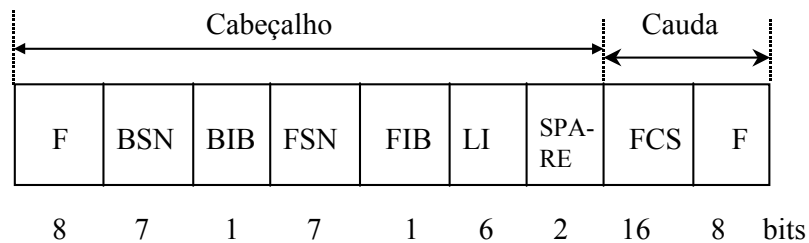
LI - Length indicator - indicador de comprimento do campo de informação ( Se for maior que 2, indicará que é um quadro MSU).

SIO - Service information octet - indica o tipo de usuário (telefone, dados ou ISDN). Faz parte do nível 3.



SF - Status field - campo de status

a) LSSU



b) FISU

Figura 7.17 Formatos de quadros. a) LSSU e b) FISU.

O campo de informação do quadro LSSU pode ser 1 ou 2 octetos e no caso do quadro FISU esse campo não existe.

A seguir, são mostrados exemplos de operações desses quadros.

Suponha a troca de informações entre dois STPs (A e B) como mostrado na Fig. 7.18. Supõe-se que o enlace já está estabelecido e que a numeração do quadro MSU esteja no número 22 de A para B, e no número 6, de B para A.

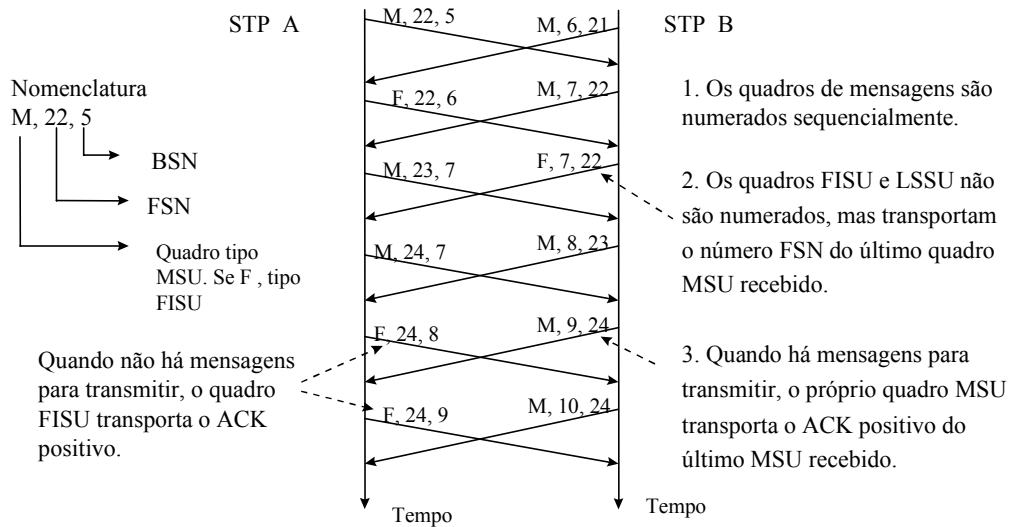


Figura 7.18 Exemplo de operação sem erro na transmissão.

Quando não há quadros de informação a transmitir, são transmitidos quadros FISU. Na figura são mostrados os detalhes da operação.

A Fig. 7.19 mostra os detalhes da operação com erro.

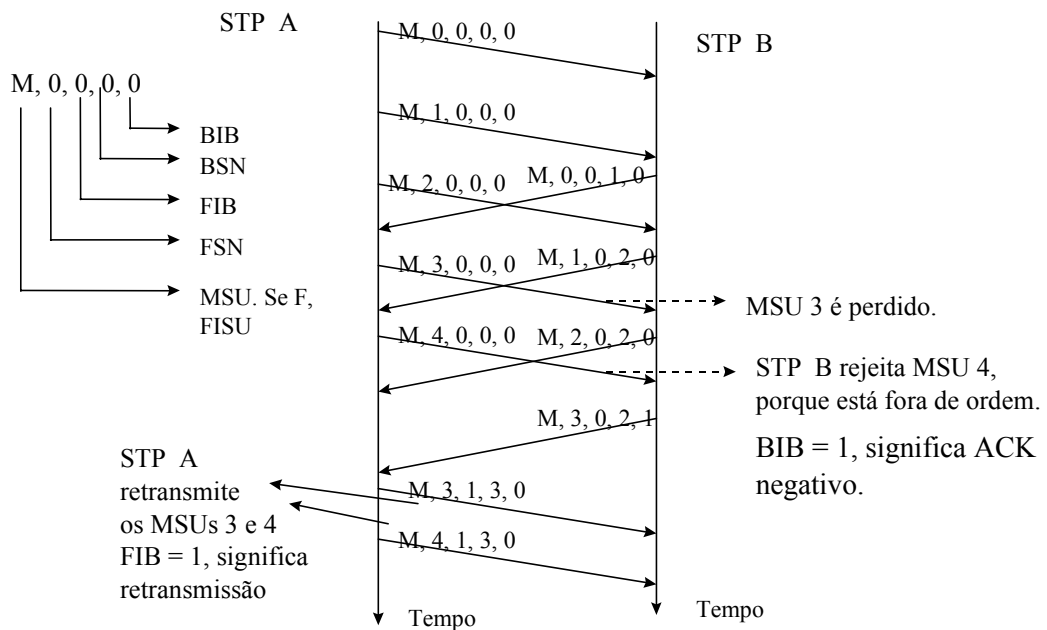


Figura 7.19 Operação com a perda de quadro MSU.

**Nível 3**

A Fig. 7.20 mostra o conteúdo do campo de informação (SIF), que corresponde aos dados que o nível 3 troca com o seu par (peer entities).

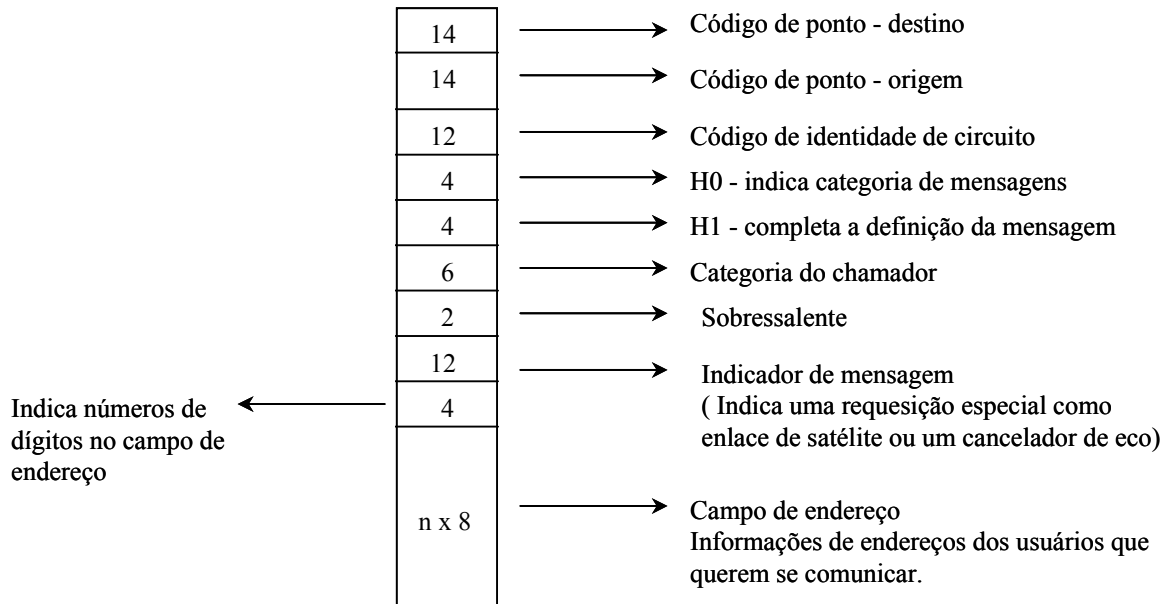


Figura 7.21 Formato de informação do nível 3.

Os campos H<sub>0</sub> e H<sub>1</sub> dão indicações dos tipos de mensagens que são trocados entre dois STPs. Como exemplo de mensagens podemos citar:

IAM (Initial Address Message) – mensagem básica para iniciar uma chamada.

ACM (Address Complete Message) – indica que a mensagem IAM alcançou o seu destino corretamente.

ANM (Answer Message) – mensagem de questionário.

REL (Release Message) – mensagem de liberação.

RCL (Release Complete Message) – mensagem de resposta à REL.

Um exemplo de troca de informações utilizando as mensagens acima descritas é mostrado na Fig. 7.22. O exemplo da figura é a troca de informações na fase de estabelecimento e liberação de uma chamada telefônica.

Neste exemplo, o assinante telefônico na central A quer conversar com o assinante que está na central B. A seqüência de processo de chamada utilizando a sinalização N<sup>o</sup> 7 é detalhada a seguir.

1. Após a recepção e análise dos dígitos recebidos do assinante, a central conclui que necessita enviar a chamada a central B.
2. A central A seleciona um tronco (ou canal de voz) existente entre as centrais A e B e prepara a mensagem IAM. Esta mensagem contém as identificações da central origem A, a central destino B, o tronco selecionado, os números dos assinantes chamador e chamado e informações adicionais de controle.
3. A central A seleciona um dos enlaces do tipo A, por exemplo, o enlace AW, e transmite a mensagem IAM para ser encaminhada a central B. O STP W recebe a



15. A central B ao receber a REL, desconecta o tronco da linha do assinante, coloca o tronco como livre, gera uma mensagem RLC e envia a central A através do enlace BX. A RLC identifica o tronco utilizado na chamada.
16. O STP X após a análise da RLC encaminha a mensagem para a central A, através do enlace AX.
17. Ao receber a RLC, a central A coloca o tronco utilizado como livre, terminando assim o processo de uma chamada.

## **Bibliografia**

1. Prática Telebrás SDT 210.110.703
2. William Stallings; “ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM”, Third Edition, Prentice Hall, 1995.

## **EXERCÍCIOS**

**7.1** Em uma rede telefônica utilizando a sinalização CCITT N° 7, um nó A deve enviar ao nó B, uma mensagem de 900 bytes contendo informações de sinalização do chamador e do chamado e toda a informação complementar do nível 3 (Mensagem IAM, de A para B). No sentido reverso, o nó B deve enviar ao nó A 400 bytes de informações de sinalização (Mensagem IAM, de B para A). O link entre os nós A e B é um enlace PCM de 2,048 Mbits/seg.

- a) Quantos pacotes HDLC são necessários para transmitir a mensagem de A para B e de B para A? ( O comprimento máximo do campo SIF é 272 octetos)
- b) Calcule as porcentagens de “overhead” do nível 2 para transmitir as mensagens.
- c) Desenhe em um diagrama de tempo, a operação de transferência dos pacotes do nível 2, na condição de sem erro.
- d) Refaça o item c), supondo erro no 2º pacote transmitido de A para B.

**7.2** Seja a rede de sinalização mostrada na figura abaixo. O telefone A de número 83766 tira o fone do gancho e quer-se comunicar com o telefone B de número 83711.

- a) Desenhe o diagrama de tempo para transferir o número do chamado entre as centrais C e SSP-D. Identifique as fases de sinalização de linha e de registro.
- b) Identifique no pacote de informação que será enviado de SSP-D para STP-F (nível 3), o campo onde estão contidos os números do assinante chamador e do assinante chamado.
- c) Desenhe o diagrama de tempo para troca de mensagens entre os SSPs D e E para estabelecer a conexão da chamada (nível 3). Suponha transmissão sem erro.
- d) Supondo que a mensagem para transferir as informações de chamada do nível 3 foi segmentada em dois quadros no nível 2, desenhe em um diagrama de tempo, a operação de transferência dos pacotes, admitindo erro no 2º pacote transmitido de SSP-D para STP-F.

