

Capítulo 8

Rede Digital de Serviços Integrados de Faixa Estreita - RDSI-FE

8.1 Introdução

A digitalização da rede telefônica teve início no segmento da transmissão entre centrais, e atualmente, as centrais de comutação analógicas estão sendo substituídas pelas centrais digitais em ritmo acelerado. Essa integração entre transmissão e comutação digitais é denominada de Rede Digital Integrada - RDI (IDN - Integrated Digital Network). A RDI permitiu uma melhora na qualidade de serviços telefônicos, na confiabilidade e na economia global da rede. O último segmento ainda não digitalizado na rede telefônica é a linha de assinante que inclui o aparelho telefônico. A digitalização desse segmento envolve o aspecto econômico, porque é um segmento em geral de baixa utilização e opera em uma banda de frequência da ordem de apenas 4 kHz o que dificulta a transmissão dos sinais digitais de voz, por ex. a 64 kbps.

Entretanto, observa-se, atualmente, um crescimento substancial de tráfegos não telefônicos, principalmente pela disseminação explosiva da Internet. Esses tráfegos, para ter acesso a um provedor de serviços, são encaminhados, também, para a linha de assinante utilizando os modems. Essa variedade de serviços na linha de assinante justifica a digitalização desse segmento para oferecer uma alta qualidade de serviço aliada a uma alta taxa de transmissão de bits. Essa rede digital de terminal-a-terminal é denominada de Rede Digital de Serviços Integrados - RDSI (ISDN - Integrated Service Digital Network).

As primeiras concepções da RDSI ocorreram nos fins da década de 1960, mas os estudos realmente começaram em 1972, quando o CCITT (Comitê Consultivo Internacional de Telefonia e Telegrafia), atual ITU-T (International Telecommunication Union - Telecommunication Sector), estabeleceu a primeira definição para RDSI na recomendação G.702.

“Uma RDI em que os mesmos comutadores e caminhos digitais são usados para diferentes serviços como, por ex., telefonia e dados”

Em 1984 surgiram as Recomendações da Série I - Livro Laranja. Uma nova definição foi estabelecida, enfatizando que as recomendações se concentrariam em conjunto de interfaces.

“A RDSI é uma rede, em geral evoluída da RDI de telefonia, que proporciona uma conectividade fim-a-fim para suportar uma variedade de serviços, incluindo serviços de voz e não voz, e os usuários têm acesso a ela através de um conjunto limitado de interfaces padronizadas e com múltiplas finalidades”

A Recomendação da Série I é composta de:

I.100 - Conceitos gerais de RDSI

I.200 - Serviços

I.300 - Aspectos da rede

I.400 - Interface usuário-rede

I.500 - Interface inter-redes

I.600 - Princípios de manutenção

Na versão de 1988, a Recomendação da Série I já era suficientemente detalhada para fazer implementações preliminares. Surgiram novas Recomendações em 1990, 1991, 1992 e 1993.

8.2 Configurações da RDSI

Na Fig. 8.1, a configuração de rede RDSI permite aproveitar ao máximo as redes atualmente existentes.

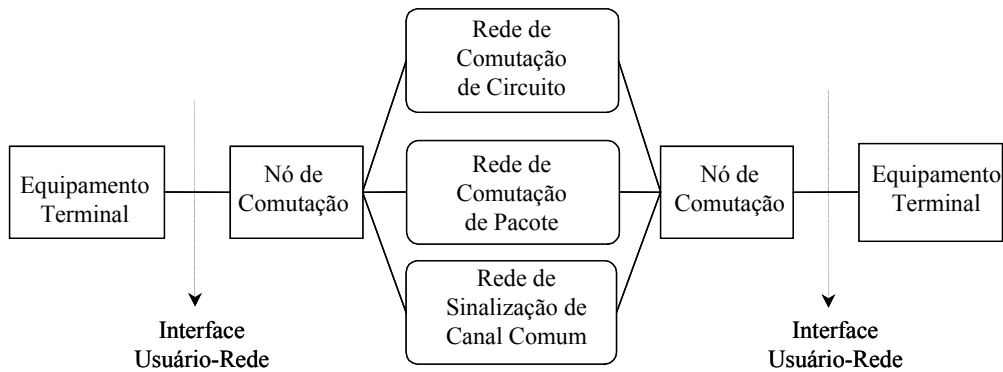


Figura 8.1 Configuração inicial da RDSI.

Pode-se observar pela figura que a central local tem a função de um nó distribuidor de serviços para as diversas redes em operação atualmente. O usuário vê uma única rede, sem perceber como o serviço está sendo prestado. A linha de assinante pode ser um par metálico.

Na Fig. 8.2 é mostrada uma configuração para atendimento de serviços de faixa larga.

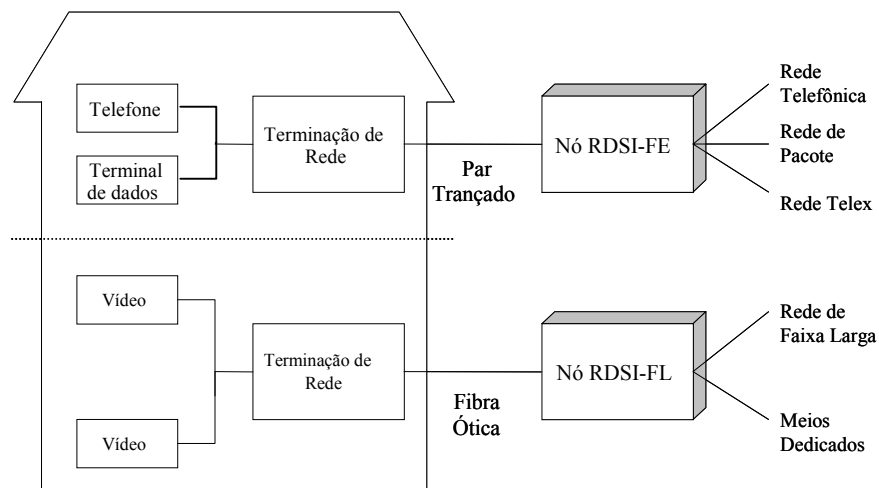


Figura 8.2 Configuração para atendimento de usuários faixa larga.

Existem dois blocos distintos. O bloco superior é denominado de RDSI de faixa estreita, para serviços de voz, dados e textos de até 2 Mbps. O bloco inferior é denominado RDSI de faixa larga, envolvendo serviços que requerem taxas superiores a 2 Mbps e utilizando a fibra óptica como linha de assinante.

A configuração totalmente RDSI é mostrada na Fig. 8.3.

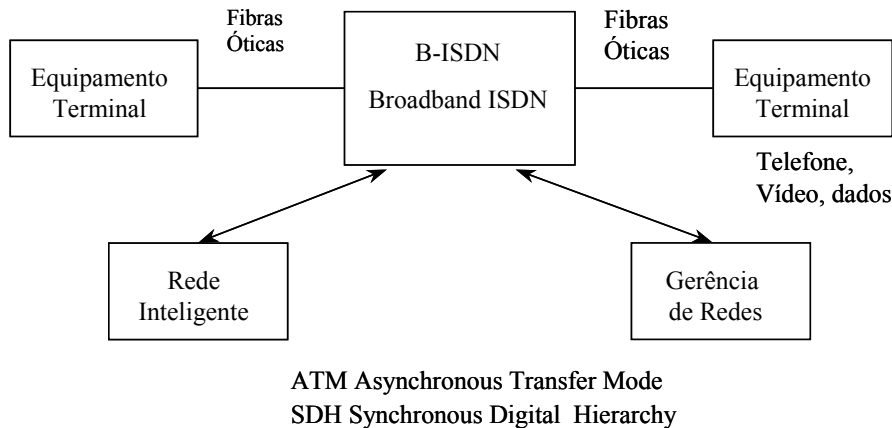


Figura 8.3 Arquitetura final da RDSI.

Nesta configuração haverá o uso intensivo de fibras ópticas como o meio de transmissão, e na comutação será utilizada a técnica de comutação denominada ATM (Asynchronous Transfer Mode). Técnica de gerenciamento como rede inteligente poderá ser incorporada nessa rede.

Configuração Conceitual

A configuração conceitual é mostrada na Fig. 8.4.

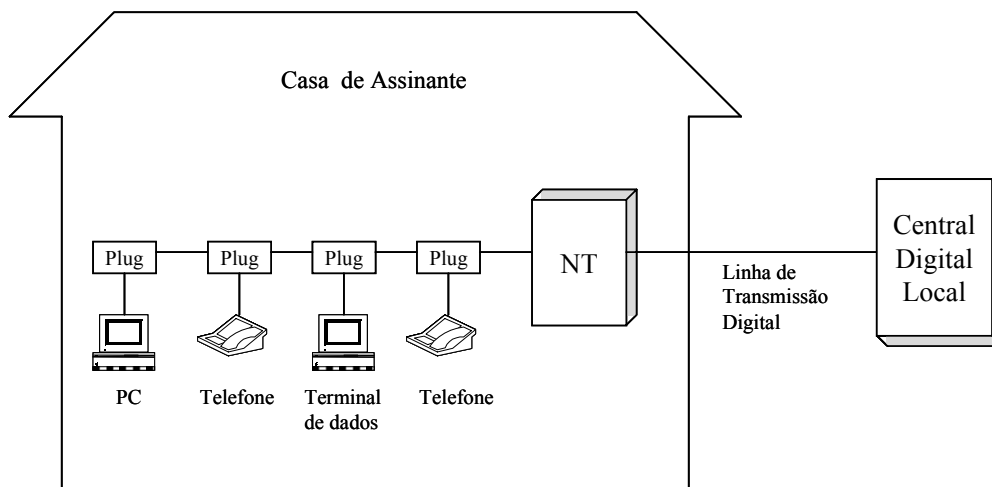


Figura 8.4 Configuração conceitual da RDSI

Na configuração da Fig. 8.4, o aparelho telefônico é digital e os sinais que trafegam o meio de transmissão são, também, digitais. Naturalmente, os computadores pessoais e os terminais de dados são digitais. Assim temos uma rede completamente digital de terminal-a-terminal. Nessa rede, são possíveis vários terminais conversarem simultaneamente. Além disso, são introduzidas inteligências em cada um dos terminais para se ter serviços mais flexíveis.

Como a casa de assinante possui vários aparelhos e um número limitado de canais, deve-se implantar um esquema de controle de acesso aos canais. Deve-se, também, estabelecer procedimentos de trocas de informações (protocolos de comunicação) entre os terminais e o

bloco NT (controlador de interface entre os terminais e a central local), entre o bloco NT e a central local e entre os terminais e a central local. São informações para estabelecimentos e liberações das chamadas telefônicas e para transmissão e recepção das mensagens de dados.

Configuração de Referência

A configuração de referência utilizada na Recomendação I.411 do ITU-T é mostrada na Fig. 8.5.

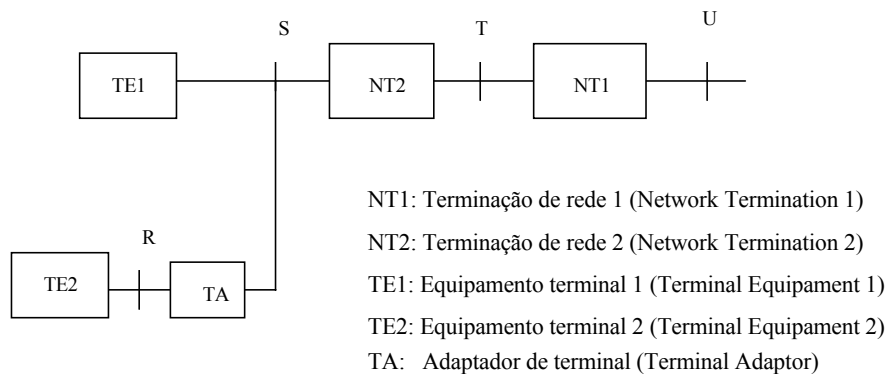


Figura 8.5 Configuração de referência.

As interfaces S, T, U e R são denominados de pontos de referências, e os blocos TE1, TE2, TA, NT2 e NT1, de grupos funcionais.

O TE1 representa um terminal compatível com a RDSI como telefone digital, terminal de dados ou uma estação de trabalho integrado. São equipamentos produzidos especialmente para a RDSI e compatíveis com a interface S. O TE2 é um terminal não compatível com a RDSI, como o telefone e o terminal de dados existentes atualmente. Portanto, necessitam de um equipamento adaptador para compatibilizar com a RDSI. Isto é feito através do TA. A interface R representa a interface telefônica ou de dados utilizados atualmente.

A NT1 possui as funções básicas da camada 1 do modelo OSI da ISO. A NT2 possui as funções de comutação e/ou concentração local; é, funcionalmente, equivalente às 3 camadas inferiores do modelo OSI.

A NT2 pode não estar presente; neste caso, as interfaces S e T se confundem, como mostrado na Fig. 8.6.

A Fig. 8.6 mostra uma configuração para um assinante comum ou para uma microempresa em que existe somente o bloco NT1. Os barramentos passivos são conectados diretamente a NT1, através de um conector padrão. As funções de gerenciamento da rede, testes local e remoto, manutenção e monitoração de desempenho são embutidas no NT1. Além disso, o NT1 contém a lógica de resolução de conflito, no caso em que vários terminais tentam o acesso simultâneo ao barramento.

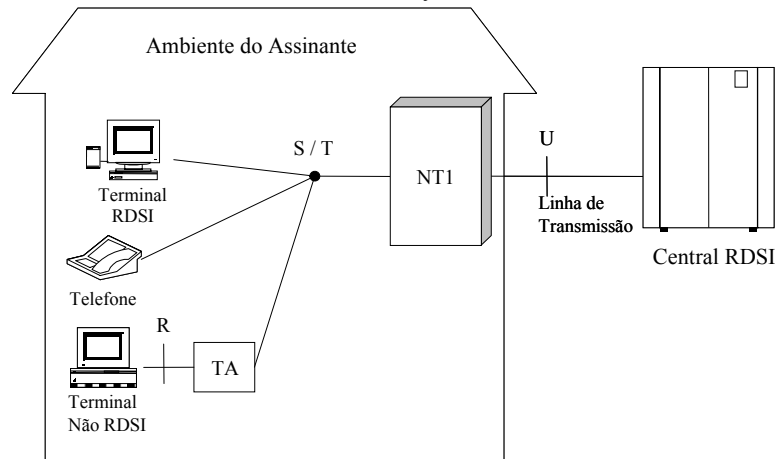


Figura 8.6 Configuração sem NT2.

Para empresas de porte médio e grande, a configuração da Fig. 8.6 não é conveniente, pois, pode haver muitas conversações telefônicas simultâneas que o barramento não teria capacidade de suportar. Assim, a configuração mais conveniente, utilizando o bloco NT2, é mostrada na Fig. 8.7.

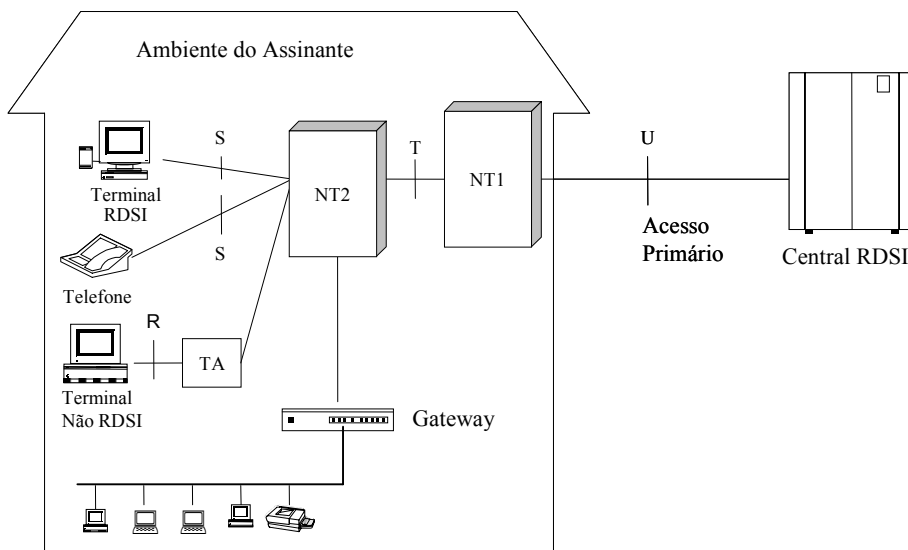


Figura 8.7 Configuração com NT2.

A NT2 tem a função básica de uma central PABX (Private Automatic Branch eXchange) conectada a NT1, e proporciona interfaces para telefones, terminais de dados e outros equipamentos. As chamadas internas, que ocorrem dentro da empresa, são comutadas na NT2, sem o conhecimento da central de comutação RDSI. Somente as chamadas externas são encaminhadas através da NT1.

8.3 Estrutura de Canais

O modo de transferência na RDSI-FE é síncrono (STM - synchronous transfer mode) e os canais na RDSI são utilizados para transportar informações de dados dos usuários, de sinalização e de gerenciamento. Os seguintes tipos de canais são padronizados:

Canal B - 64 Kbps: canal digital PCM para voz e dados.

Canal D - 16 ou 64 Kbps: canal digital para sinalização (out-of-band).

Canal H

H0 - 384 Kbps: (6 canais B).

H11 - 1536 Kbps (24 canais B).

H12 - 1920 Kbps (30 canais B).

O canal B permite o transporte de informações para comunicações comutadas por circuito (voz) e por pacote (dados).

As diferentes taxas de bits do canal D são utilizadas dependendo da estrutura de interface. O canal D é usado prioritariamente para transmissão de informações de sinalização, mas, pode ser utilizado para transmitir dados comutados por pacotes. Tanto o canal B como o canal D é síncrono ao nível de bits, mas as mensagens podem ser assíncronas ao nível de quadro. Os canais H são utilizados pelos usuários que necessitam de faixas maiores que 64 Kbps como fac-smile rápido, dados em alta velocidade, áudio de alta qualidade, vídeo para teleconferência, etc.

Estruturas de Interface

O ITU-T define duas estruturas de interface, pelas diferentes combinações dos canais B e D. A primeira, denominada de interface básica ou acesso básico, é formada de 2 canais B e um canal D de 16 Kbps (2B + D). A segunda estrutura, denominada de interface primária ou acesso primário, é formada de 30 canais B e um canal D de 64 Kbps (30B + D), para países cuja primeira hierarquia PCM é de 2.048 Kbps (Europa, Brasil) ou uma estrutura formada de 23 canais B e um canal D de 64 Kbps (23B + D), para países com PCM de 1.544 Kbps (USA e Japão).

Interface S/T de Acesso Básico

Nesta estrutura, 2 barramentos num total de 4 fios são conectados ao NT1 no ambiente do assinante e 2 fios no lado da rede, como mostrado na Fig. 8.7.

Os modos de conexões podem ser ponto-a-ponto e ponto-multiponto. No modo ponto-a-ponto, a distância máxima que um equipamento terminal TE pode ser instalado é 1 Km, considerando uma atenuação de 6 dB/Km na frequência de 96 KHz. No modo ponto-multiponto, podem ser conectados até 8 terminais em paralelo em qualquer ponto do barramento, mas o comprimento do barramento é limitado a 200 metros.

As conexões aos barramentos são feitas por conectores de 8 pinos. São utilizados 2 canais B de 64 Kbps, 1 canal D de 16 Kbps e outros bits com finalidades diversas como sincronização de quadro e contenção de colisões. A taxa adicional desses bits é 48 Kbps, ficando a taxa total de 192 Kbps nos barramentos.

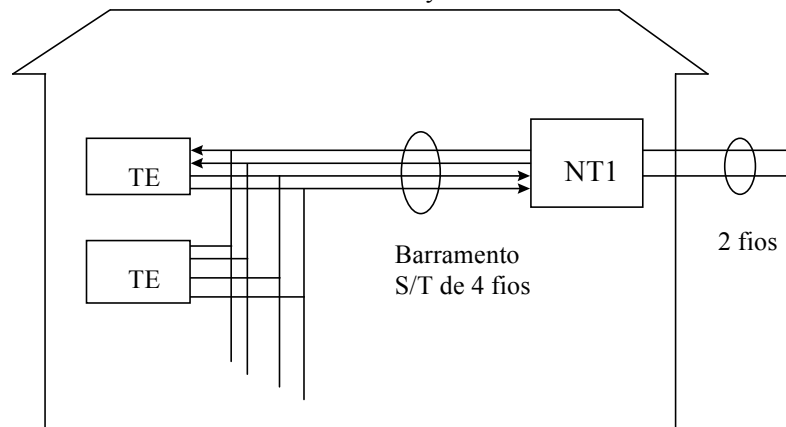


Figura 8.7 Barramento S/T de 4 fios.

A escolha do canal B é feita na fase de sinalização da chamada, através das mensagens trocadas utilizando o canal D. O canal B fica alocado até o final da conversação. O acesso ao canal D é disputado pelos vários terminais, através de um procedimento de acesso.

Estrutura de quadro

A estrutura de quadro utilizada na interface S/T possui um comprimento de 250 μ seg. e 48 bits, o que equivale a uma taxa de 192 Kbps, em cada sentido de transmissão. Há uma defasagem de 2 bits nos quadros que são transmitidos de TE para NT1 em relação aos quadros que vão de NT1 para TE. Essa folga é utilizada para os terminais processarem as informações que chegam da NT1. A composição do quadro é mostrada na Fig. 8.8.

Cada quadro possui:

- 2 amostras de 8 bits do canal B1,
- 2 amostras de 8 bits do canal B2,
- 4 bits do canal D,
- bit F, para alinhamento de quadro,
- bits F_A e N, para auxiliar o alinhamento de quadro,
- bit E, para o eco do canal D,
- bit A, para fins de ativação,
- bits S e M, para reserva e estrutura de multiquadros e
- bit L, para balanceamento de quadro.

O código de linha utilizado no barramento é o AMI (Alternate Mark Inversion). Diferentemente daquele utilizado em linhas digitais, neste caso o “0” lógico ou binário “0” é transmitido como positivo ou negativo, e o “1” lógico ou binário “1” é transmitido como nível zero. Este código é conhecido também, como pseudoternário.

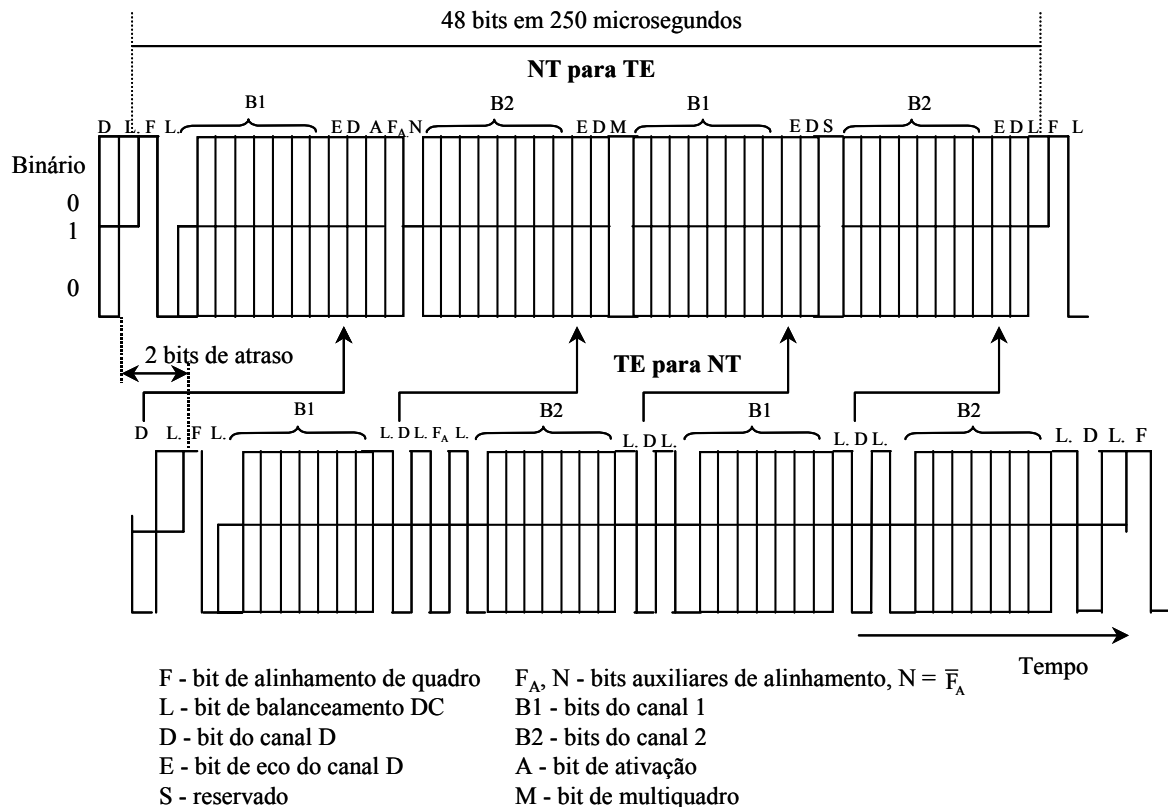


Figura 8.8 Estrutura de quadro.

As flechas indicam a posição de bit de cada eco referente ao bit de cada canal D.

Nos quadros que são transmitidos da NT1 para TE, o bit L de balanceamento no final do quadro é preenchido da seguinte maneira: se a contagem de binários zeros no quadro for par, o L terá nível zero; se a contagem for ímpar, o L terá nível positivo. Nos quadros que são transmitidos do TE para NT1, existe um bit L para cada amostra do canal B, para cada bit D e para os bits F e F_A. Isso é necessário, porque as amostras podem ser geradas por terminais diferentes, nenhum tendo o controle completo do quadro (Na Fig 8.8 esse fato é indicado por um ponto após o L).

Todos os sinais de relógios necessários para as sincronizações de bits, octetos e quadros são gerados na NT1.

Alinhamento de quadro

O 1º bit de cada quadro é o bit F, e é necessariamente o binário zero. O procedimento de alinhamento é feito usando o fato de que o bit F tem a mesma polaridade do pulso precedente, o que representa uma violação do código AMI. É necessária uma nova violação da regra para não haver desbalanceamento dos pulsos positivos e negativos. A segunda violação ocorre no 1º zero que aparecer logo após o bit L, usado para balancear o bit F. Para garantir o alinhamento no caso de seqüência de 1s no canal B1, são utilizados bits auxiliares F_A e N, no sentido NT1 para TE ou bits F_A e L no sentido TE para NT1. No sentido NT1 para TE, o bit F_A é sempre binário zero e N é complementar a F_A. No sentido TE para NT1, o bit F_A pode ser binário zero (pulso negativo) ou binário 1.

Este esquema de alinhamento garante que sempre haverá uma violação em 14 bits ou menos, contado a partir do bit F.

É considerado que houve perda de alinhamento quando, em dois quadros consecutivos, não foram detectados os pares válidos de violações AMI. Os quadros podem ser considerados alinhados (em sincronismo) quando 3 consecutivos pares de violações de AMI forem corretamente detectados.

Controle de Acesso ao Canal D

O esquema de acesso ao canal D é baseado no método CSMA/CD (Carrier sensing multiple access with collision detection), estudado no capítulo 6. Este esquema garante que quando dois ou mais terminais tentam o acesso simultâneo ao canal D, isto é quando há colisão, um terminal terá sempre sucesso na transmissão de informação.

O procedimento de controle de acesso é baseado no fato que o quadro de dados da camada 2 é delimitado por “flags” consistindo de padrão binário 01111110. Para garantir que esse padrão não ocorra dentro do quadro é inserido um “zero”, toda vez que forem detectados cinco “1”s consecutivos. Através de um processo inverso na recepção o bit “zero” inserido é removido do quadro. Assim, em um quadro podem ocorrer no máximo seis “1”s consecutivos correspondente ao do flag. Esse fato é utilizado para detectar, se o canal está vazio ou não. Como um TE ou NT insere binários “1”s no canal D, quando não tem dados para transmitir, a contagem de mais de seis “1”s consecutivos indica que o canal está vazio.

A colisão é detectada através do bit de eco E. Se os bits transmitidos são os mesmos daqueles dos ecos recebidos, significa que o terminal teve sucesso na transmissão. Se, entretanto, o eco do bit transmitido for diferente, o terminal percebe que houve a colisão e que não teve sucesso no acesso ao canal e cessa de transmitir.

A contagem de “1”s consecutivos permite também colocar prioridade nos dados a transmitir. Por exemplo, um terminal conta oito “1”s se os dados para transmitir são de sinalização (prioridade mais alta) e dez “1”s se são outros tipos de dados (prioridade mais baixa). No caso em que dois ou mais terminais possuam dados de mesma prioridade para transmitir é utilizado o seguinte procedimento: o terminal que teve sucesso na transmissão de um quadro, para uma nova transmissão de quadro, conta agora nove “1”s no caso de prioridade mais alta e onze “1”s no caso de prioridade mais baixa. Isso garante aos terminais, para uma mesma classe de prioridade, a igualdade de acesso.

Interface Primária

Neste tipo de interface, só é permitida a configuração ponto-a-ponto e, os equipamentos deverão estar continuamente ativados. Na configuração de acesso básico, os equipamentos poderão estar inativos e ativados pela central RDSI da rede através de procedimentos previstos na Recomendação da Série I. A estrutura de acesso primário, baseada na taxa de 2.048 Kbps, é mostrada na Fig. 8.9.

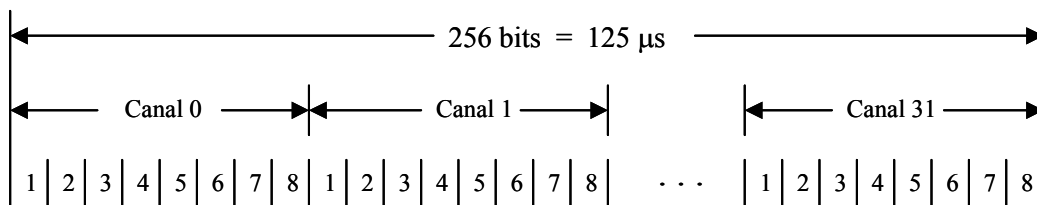


Figura 8.9 Interface a 2.048 Kbps.

Cada quadro possui 256 bits e consiste de 32 canais numerados de 0 a 31. Cada canal possui 8 bits. É uma estrutura semelhante ao sistema E1. O canal 0 é usado para o alinhamento

de quadro. Para o procedimento de alinhamento, é utilizada uma palavra composta de 7 bits (0011011) e aparece uma vez em cada dois quadros. Nos quadros em que não aparece o padrão de alinhamento, o canal 0 pode ser utilizado para transportar informações de manutenção e de códigos cíclicos para detecção de erros (CRC). O canal 16 é utilizado para fins de sinalização.

A estrutura de acesso primário, baseada na taxa de 1.544 Kbps, é mostrada na Fig. 8.10.

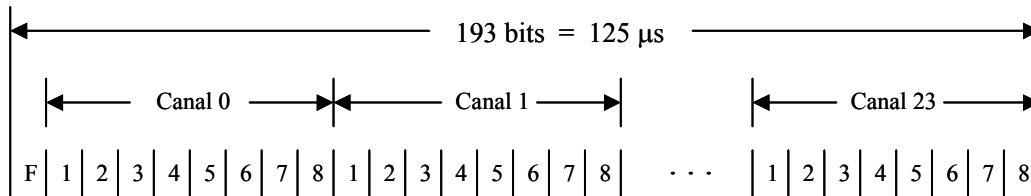


Figura 8.10 Interface a 1.544 Kbps.

A estrutura de quadro é a mesma do sistema T1 americano. O padrão de alinhamento de quadro é composto de 6 bits (001011). Cada bit dessa palavra é retirado do bit F a cada 4 quadros. Desse modo, necessita-se de 24 quadros para conseguir a palavra toda. O bit F dos demais quadros pode ser utilizado para fins de manutenção e informações de CRC. O canal de número 23 é utilizado para sinalização.

8.4 Arquitetura da RDSI

Nas seções anteriores foram estudadas as configurações da RDSI e as interfaces de acesso que se referem, praticamente, a camada física do modelo OSI. No caso dos serviços de voz a alocação dos canais é suficiente para haver comunicação entre dois usuários; não há necessidade de tratamento de erro, portanto pode se restringir à camada inferior. Entretanto, para informações de sinalização e de dados, há exigências de tratamento de erros, considerando que os meios de transmissão poderão ser pares metálicos, necessitando, portanto, da camada 2 e também das camadas superiores.

Na Fig. 8.9, a arquitetura da RDSI e o seu relacionamento com o modelo OSI são mostrados.

Pode-se observar pela figura que os serviços utilizando os canais B e H, para linhas discadas e dedicadas (comutação por circuito), necessitam somente da camada física. Entretanto, se os serviços são de dados utilizando a comutação por pacote, necessita-se de protocolos do padrão X.25. O padrão X.25 é composto da camada de enlace de dados denominada de LAP B (Link Access Protocol B) e da camada de rede denominada de PLP (Packet Level Protocol).

Na Fig. 8.11 é mostrado que o canal D pode ser utilizado para controle de chamada (sinalização), serviço de dados (comutação por pacote) e serviço de telemetria. A camada de enlace de dados é comum a todos eles e é um protocolo especificado na recomendação Q.921, denominado de LAP D. O LAP D é baseado em LAP B, mas com modificações, como por ex., a possibilidade de multiplexação, utilizando os endereços separados na camada 2. Isso permite que até 8 terminais compartilhem o canal de sinalização na configuração de barramento passivo. A camada de rede, para o controle de chamada, é especificada na recomendação Q.931; para serviços de dados, deve-se utilizar o PLP do padrão X.25, e para serviços de telemetria não há ainda uma especificação concreta.

Para o serviço de controle de chamada, prevê-se a utilização de camadas superiores (4 a 7) para uma eventual necessidade de sinalização entre usuários.

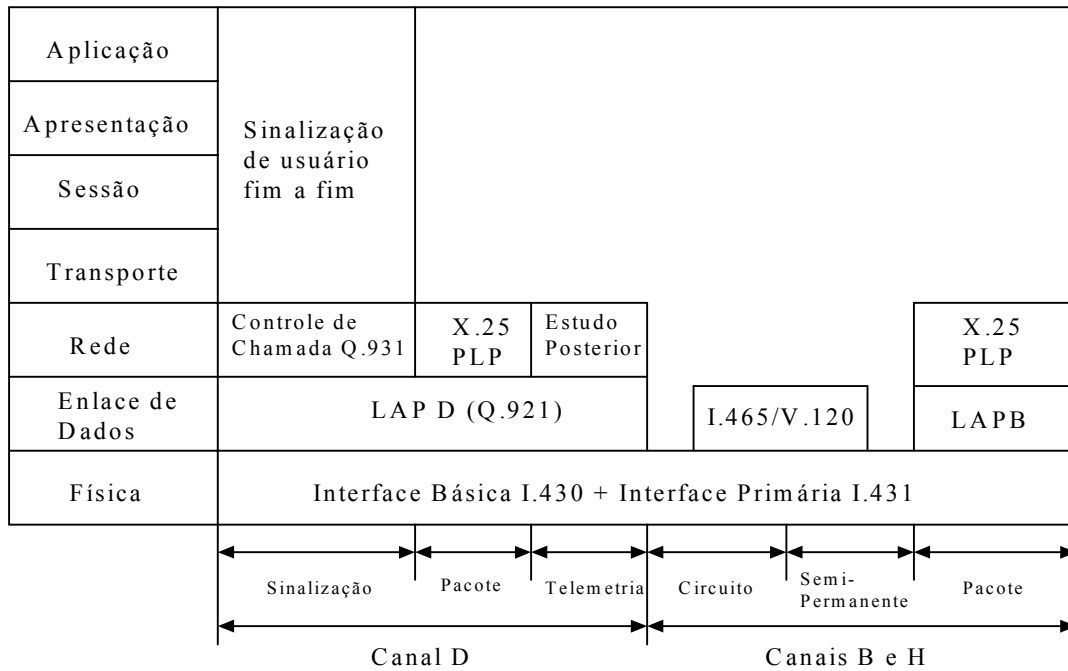


Figura 8.11 Relacionamento entre OSI e RDSI-FE

8.5 LAP D (Link Access Procedure for D Channel)

O LAP D descreve os procedimentos de acesso ao enlace através do canal D. O objetivo desse protocolo é proporcionar uma conexão segura e sem erros entre dois pontos finais conectados por um meio físico.

As informações de controle de chamada telefônica da camada 3 estão embutidas na parte de informação do quadro da camada 2 (LAP D), e devem ser entregues em seqüência e sem erros. A camada 2 tem a responsabilidade de detectar e retransmitir quadros com erros ou perdidos.

Cada conexão da camada 2 é um enlace lógico (denominado genericamente de LAP) separado e os pontos de terminação dos enlaces estão dentro dos terminais em uma ponta e na periferia da central de comutação, na outra ponta.

Um quadro da camada 2 consiste de um conjunto de bits estruturado como mostrado na Fig. 8.12.

O campo de controle é um ou dois octetos dependendo do tipo de quadro e carrega informação que identifica a seqüência de numeração dos quadros. É através desse campo que os enlaces lógicos são estabelecidos ou liberados. O campo de informação existe somente quando as informações da camada 3 são transmitidas. Os octetos de seqüência de teste de quadro (Frame Check Sequence - FCS) são usados para detecção de erros.

Octeto 1	0 1 1 1 1 1 1 0	Flag de delimitação do quadro
Octeto 2	Endereço 1	
Octeto 3	Endereço 2	
Octeto 4	Controle 1	A estrutura do campo de controle depende do tipo de quadro. O campo de controle 2 pode não estar presente
Octeto 5	Controle 2	
Octeto 6	Informação da camada 3	O campo de informação só está presente em quadros de informação
Octeto n-3		
Octeto n-2	FCS 1	Bits da detecção de erros (Frame check sequence)
Octeto n-1	FCS 2	
Octeto n	0 1 1 1 1 1 1 0	Flag de delimitação do quadro

Figura 8.12 Estrutura de quadro da camada 2

Endereçamento e Controle da Camada 2

Os endereços utilizados na camada 2 só têm significados locais e são conhecidos apenas pelos dois pontos finais do enlace lógico. Eles não podem ser utilizados para fins de encaminhamento na rede. A Fig.8.13 mostra os significados dos bits de campo de controle.

8	7	6	5	4	3	2	1	
S A P I						C/R	E A O	Octeto 2
T E I							E A I	Octeto 3

SAPI - Identificador de ponto de acesso de serviço
 TEI - Identificador de ponto final de terminal
 C/R - Bit de comando e resposta
 EA0 - Bit 0 de endereço estendido
 EA1 - Bit 1 de endereço estendido

Figura 8.13 Campo de endereço do quadro da camada 2.

Como o canal D pode ser utilizado tanto para a sinalização de serviço de telefonia, assim como para serviços comutados por pacote, é necessário um identificador de tipo de serviço. O SAPI - identificador de ponto de acesso de serviço, é utilizado para essa finalidade.

Os seguintes serviços podem ser identificados pelo SAPI:

SAPI = 0, o quadro é de sinalização.

SAPI = 16, o quadro é de comunicação de dados.

SAPI = 32 - 47, são reservados para utilização nacional.

SAPI = 63, o quadro é de manutenção.

Outros = reservados para futuras padronizações.

O identificador de terminal (TEI) está associado com os terminais na casa do assinante. A combinação de TEI e SAPI identifica um LAP e fornece um único endereço na camada 2. Um

terminal usará o seu endereço da camada 2 em todos os quadros transmitidos e apenas os quadros recebidos com seus endereços corretos serão processados. Por exemplo, um quadro originário de controle de chamada telefônica terá um SAPI que identifica o quadro como “telefonia” e todos os equipamentos de telefonia examinarão o quadro. Apenas o terminal cuja numeração é igual ao TEI do quadro, receberá o quadro para o processamento. Os TEIs podem ser classificados nas categorias abaixo:

- 0 – 63, TEIs com alocação não automática.
- 64 – 126, TEIs com alocação automática.
- 127, TEI global.

Os TEIs de alocação não automática são numerados pelo usuário e sua alocação é da responsabilidade do usuário (podem vir já numerados da fábrica). Os TEIs automáticos são selecionados pela rede e sua alocação é da responsabilidade da rede. O TEI global é alocado permanentemente e é frequentemente chamado de TEI de difusão. Por exemplo, é o número que todos os terminais reconheceriam e indicaria a todos os telefones que uma chamada está chegando.

O campo de controle pode ter um ou dois octetos, dependendo do tipo de quadro. Existem três tipos de quadro: informação, supervisão e não numerados. Os formatos de campo de controle são mostrados na Fig. 8.14.

Comando	Resposta	Codificação							
		8	7	6	5	4	3	2	1
Quadros de informação									
		N(S)							0
		N(R)							P
Quadros de supervisão									
RR	RR	0	0	0	0	0	0	0	1
		N(R)							P/F
RNR	RNR	0	0	0	0	0	1	0	1
		N(R)							P/F
REJ	REJ	0	0	0	0	1	0	0	1
		N(R)							P/F
Quadros não numerados									
SABME	-	0	1	1	P	1	1	1	1
-	DM	0	0	0	F	1	1	1	1
UI	-	0	0	0	P	0	0	1	1
DISC	-	0	1	0	P	0	0	1	1
-	UA	0	1	1	F	0	0	1	1
-	FRMR	1	0	0	F	0	1	1	1

IFRAME - Information Frame

RR - Receiver ready

RNR - Receiver Not Ready

REJ - Reject

SABME - Set Asynchronous

Balanced Mode Extended

DISC - Disconnect

UA - Unnumbered

Acknowledgement

FRMR - Frame Reject

DM - Disconnect Mode

UI - Unnumbered Information

Figura 8.14 Campo de controle de quadro da camada 2.

Operação da Camada 2

Seja um exemplo em que um terminal quer se comunicar com a rede. A ação de estabelecer uma chamada ocasiona a troca de protocolos entre terminal e a rede. Se não houve comunicação anterior é necessário ativar a interface. O processo inicia quando o usuário solicita um serviço. Essa solicitação faz com que a camada 3 encaminhe um pedido de serviço à camada 2. A camada 2 pode oferecer um serviço somente se a camada 1 estiver disponível e assim faz uma solicitação apropriada à camada 1. A camada 1, recebendo a solicitação, prepara-se para iniciar a comunicação e coloca um enlace físico em disponibilidade. A partir daí, a camada 2 pode iniciar o procedimento conhecido como “estabelecimento de um enlace lógico ou LAP”.

O estabelecimento do LAP é feito através da troca de quadros entre a entidade da camada 2 do terminal e a correspondente entidade da camada 2 da rede (entidades pares – peer entities). A finalidade dessa troca é ajustar as variáveis de estado a serem utilizadas para garantir o correto seqüenciamento dos quadros de informação. Os quadros que podem ser transmitidos no início do estabelecimento são somente quadros não numerados. Um enlace lógico é estabelecido se um ponto final (do lado do terminal) transmitir um quadro SABME (Set Asynchronous Balanced Mode Extended) e o outro ponto final (lado rede) responder com um quadro UA (Unnumbered Acknowledgement).

Uma vez estabelecido o enlace lógico, a camada 2 é capaz de transportar a informação da camada 3 e fica no estado “estabelecido com múltiplos quadros”. Nesse estado, a camada 2 opera com mecanismo de proteção de quadro (detecção de erro e retransmissão de quadros).

A troca de quadros da camada 2, nas condições normais, é ilustrada na Fig. 8.15.

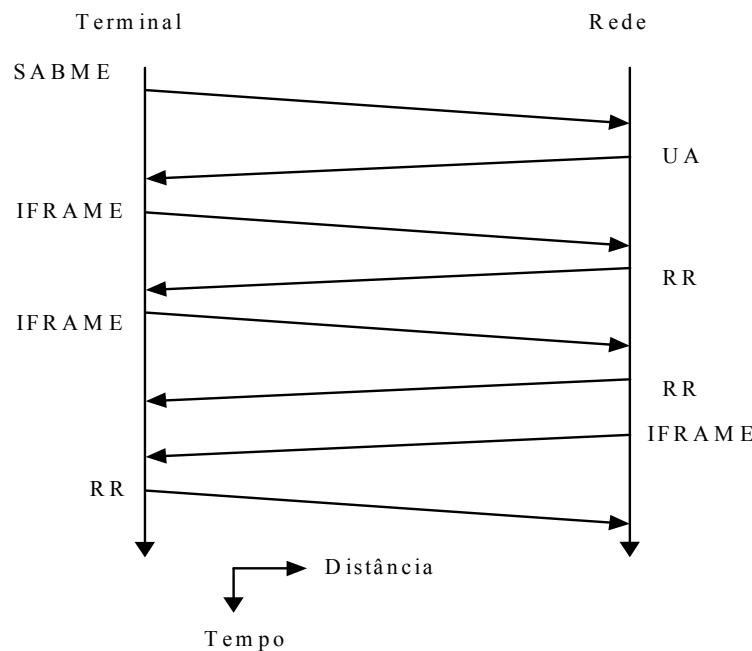


Figura 8.15 Troca de quadros da camada 2 em condições normais.

A resposta normal a um quadro de IFRAME é o quadro RR. Observa-se que a cada IFRAME transmitido na Fig. 8.15, é recebida uma resposta RR. Entretanto, o transmissor pode transmitir os quadros IFRAMES seguidos sem receber resposta RR. O número desses quadros pendentes (outstanding frames) é o comprimento da janela (window size) e pode variar de 1 a 127 (é o valor de W da seção 6.5 do capítulo 6). Para aplicação na sinalização telefônica, esse

comprimento é 1, isto é, a cada IFRAME transmitido, espera-se uma resposta correspondente da entidade par, como mostrado na Fig. 8.15.

Controle de Erro

Os bits do campo FCS (Frame Check Sequence) são utilizados para detectar se um quadro teve alguns dos seus bits alterados pelo ruído no meio de transmissão. Os quadros com bits alterados são descartados.

O método de recuperação dos quadros perdidos (quadros com erros de endereçamento) ou descartados é baseado no esgotamento do tempo de um temporizador. A cada quadro de comando transmitido é acionado um temporizador que é zerado quando recebe uma resposta apropriada. Esse temporizador pode ser usado tanto nos quadros de comando como nos de resposta. Quando se esgota o tempo, não é possível saber qual dos dois quadros foi descartado. Desse modo, o seguinte procedimento é tomado.

Quando se esgota o tempo, a camada 2 transmite um quadro de comando com o bit poll em 1. Esse quadro obriga a entidade par transmitir uma resposta com os valores das variáveis de estado. É possível saber através dessas variáveis, se aquele quadro transmitido foi recebido. Se aquele quadro foi recebido, então o transmissor deve esperar uma resposta de confirmação daquele quadro. Se, entretanto o quadro foi descartado, a camada 2 entende que deve retransmitir aquele quadro. Uma entidade da camada 2 pode retransmitir o mesmo quadro três vezes. Após essas três tentativas, se não houver uma confirmação correta, a entidade da camada 2, considera que houve uma falha na conexão e inicia uma nova tentativa de estabelecer o enlace lógico.

Uma outra situação de erro de protocolo pode ocorrer com o recebimento de um quadro IFRAME, com o número de seqüência N(s) inválido. Se, por exemplo, o terceiro quadro de uma seqüência de quatro é perdido, a entidade receptora da camada 2 terá conhecimento disso, através da descontinuidade na numeração, e não emite o quadro de confirmação do quarto quadro recebido. Emite, entretanto o quadro REJ, com o N(R) indicando o último quadro recebido corretamente (no caso 2). Isso possibilita ao receptor confirmar todos os quadros recebidos corretamente e informar ao transmissor para retransmitir os quadros a partir do terceiro quadro.

O quadro Receiver Not Ready (RNR) é usado para inibir o transmissor de mandar novos quadros IFRAME. Esta situação pode ocorrer, por exemplo, se o processador estiver sobrecarregado.

Algumas situações de erro não são recuperáveis, pela simples retransmissão. É o caso, por exemplo, de um campo de controle não identificado. Essa situação pode ser comunicada ao lado transmissor, utilizando o quadro de resposta FraMe Reject (FRMR).

Liberação do Enlace

A desconexão do enlace lógico da camada 2 é feita utilizando o quadro Disconnect (DISC) do lado do transmissor e a confirmação UA do lado do receptor.

8.6 Camada 3 – Q.931

As funções da camada 3 são estabelecer, liberar e executar os controles das conexões comutadas por circuito e também por pacote. A estrutura de mensagens de sinalização da camada 3 é mostrada na Fig. 8. 16.

O primeiro octeto é utilizado para discriminar os protocolos. O uso desse campo permite uma flexibilidade muito grande, possibilitando facilidades na incorporação de novos protocolos de comunicação.

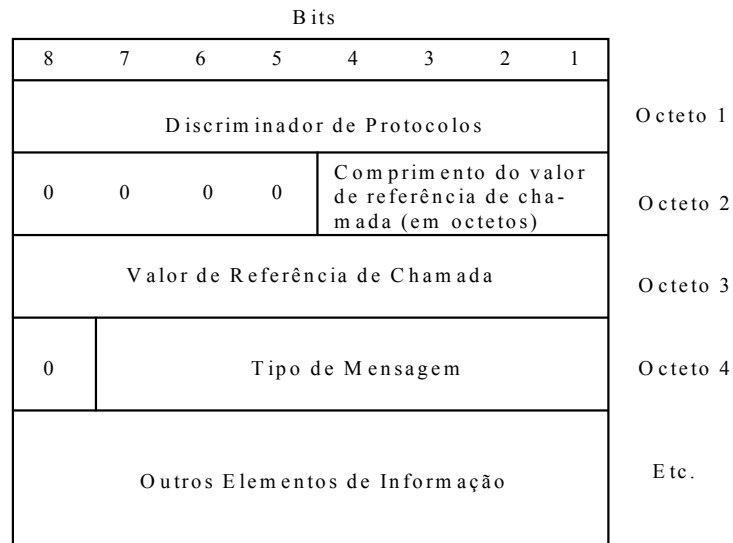


Figura 8.16 Estrutura de mensagem de sinalização.

O quarto octeto indica o tipo de mensagem. Por exemplo, a mensagem SETUP, significa a solicitação de um início de uma chamada. A relação das possíveis mensagens está mostrada na Fig. 8.17.

8	7	6	5	4	3	2	1	Tipos de Mensagem
0	0	0	0	0	0	0	0	Mensagem nacional específica
0	0	0	-	-	-	-	-	Mensagens de Estabelecimento de chamada
			0	0	0	0	1	ALERTING
			0	0	0	1	0	CALL PROCEEDING
			0	0	1	1	1	CONNECT
			0	1	1	1	1	CONNECT ACKNOWLEDGE
			0	0	0	1	1	PROGRESS
			0	0	1	0	1	SETUP
			0	1	1	0	1	SETUP ACKNOWLEDGE
0	0	1	-	-	-	-	-	Mensagens de informação na fase de chamada
			0	0	1	1	0	RESUME
			0	1	1	1	0	RESUME ACKNOWLEDGE
			0	0	0	1	0	RESUME REJECT
			0	0	1	0	1	SUSPEND
			0	1	1	0	1	SUSPEND ACKNOWLEDGE
			0	0	0	0	1	SUSPEND REJECT
			0	0	0	0	0	USER INFORMATION

8	7	6	5	4	3	2	1	Tipos de Mensagem
0	1	0	-	-	-	-	-	Mensagens de desconexão de chamada
			0	0	1	0	1	DISCONNECT
			0	1	1	0	0	RELEASE
			0	1	0	1	0	RELEASE COMPLETE
			0	0	1	1	0	RESTART
			0	1	1	1	0	RESTART ACKNOWLEDGE
0	1	1	-	-	-	-	-	Mensagens Miscelâneas
			0	0	0	0	0	SEGMENT
			1	1	0	0	1	CONGESTION CONTROL
			1	1	0	1	1	INFORMATION
			0	0	0	1	0	FACILITY
			0	1	1	1	0	NOTIFY
			1	1	1	0	1	STATUS
			1	0	1	0	1	STATUS ENQUIRY

Figura 8.17 Tabela de possíveis mensagens.

Os octetos, após o quinto, são utilizados para transportar outras informações. Essas informações podem ser, por ex., os números do chamador e do chamado, tipo de serviço, tipo de canal solicitado, etc.

Exemplo 8.1

Na Fig. 8.18 é mostrado um exemplo de procedimento para estabelecimento de uma chamada telefônica.

No exemplo da Fig. 8.18, existem dois telefones ligados em um mesmo barramento, com os identificadores de terminais de números 5 e 8. O processo é iniciado quando o usuário A levanta o fone do gancho, e o terminal (TE) chamador envia o sinal de estabelecimento para a rede, que por sua vez envia a confirmação de estabelecimento e o terminal gera o tom de discar. As informações de discagem do usuário são enviadas à rede. A rede envia ao terminal chamador um sinal de chamada em andamento, e ao mesmo tempo analisa as informações recebidas e envia o sinal de estabelecimento de chamada ao terminal chamado. Como existem dois telefones, ambos recebem o sinal de estabelecimento e enviam os sinais de alerta para a rede e iniciam os toques de campainhas. O usuário B atende no telefone cujo TEI é 5. O terminal envia o sinal de conexão para a rede e, esta ao terminal chamador. Após a chegada do sinal de confirmação ao terminal chamado, é iniciada a fase de conversação. Como o terminal com o TEI de número 8 não está sendo usado, a rede envia o sinal de liberação que é respondido pelo terminal com liberação completa. Quando o usuário A repõe o fone no gancho, é iniciado o processo de desconexão dos dois terminais.

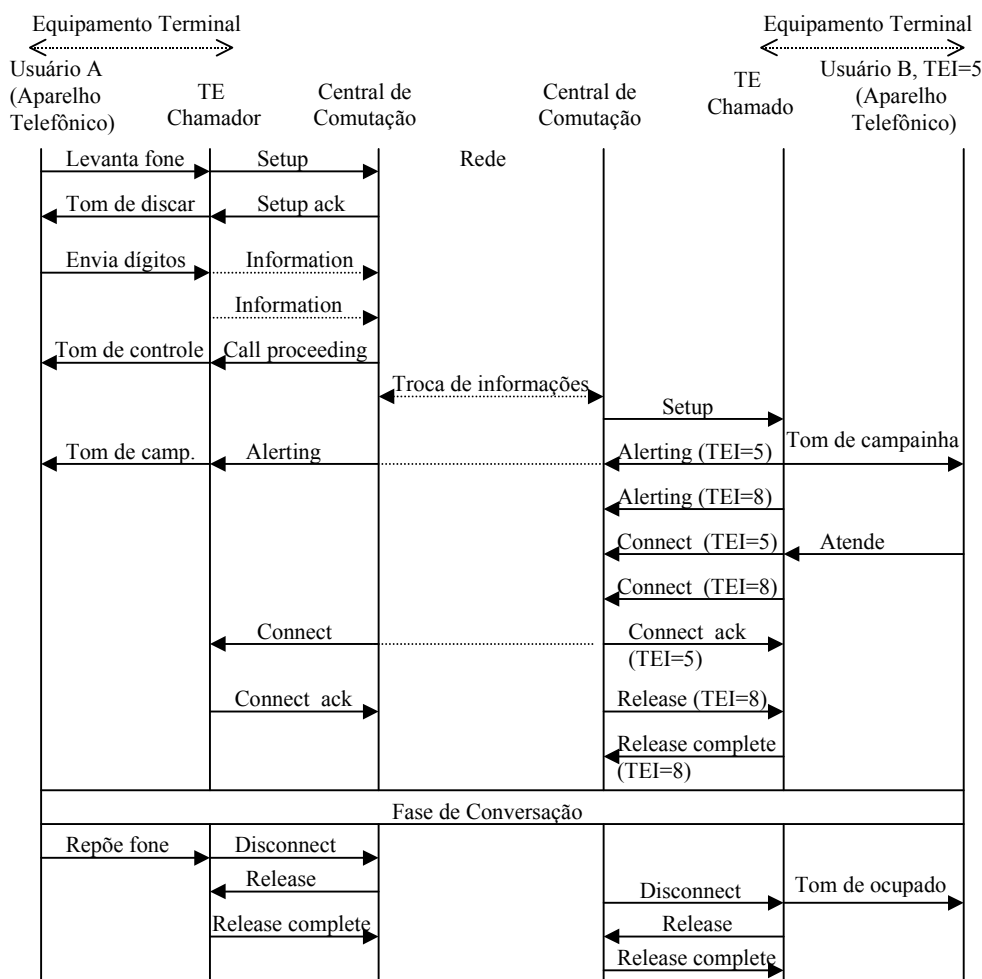


Figura 8.18 Exemplo de procedimento para conexão de uma chamada telefônica.

REFERÊNCIAS

1. J. M. Griffiths, "ISDN Explained: Worldwide Network and Applications Technology", John Wiley & Sons LTD, 1990.
2. W. Stallings, " ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM", Prentice Hall, 1995.

EXERCÍCIOS

8.1 Seja uma RDSI de faixa estreita.

- a) Quantos fios tem a interface S/T?
- b) Para que servem os bits E no quadro da Interface S/T?
- c) Porque no quadro da interface S/T só existem 2 bits L no sentido NT1 → TE, e vários no sentido TE → NT1?

8.2 Seja uma RDSI-FE utilizando um barramento passivo na casa de um assinante. Dois terminais TE1 e TE2, com um mesmo nível de prioridade, tentam o acesso simultâneo ao canal D. Os bits a serem transmitidos pelos terminais têm a seguinte seqüência:

TE1: 10110011

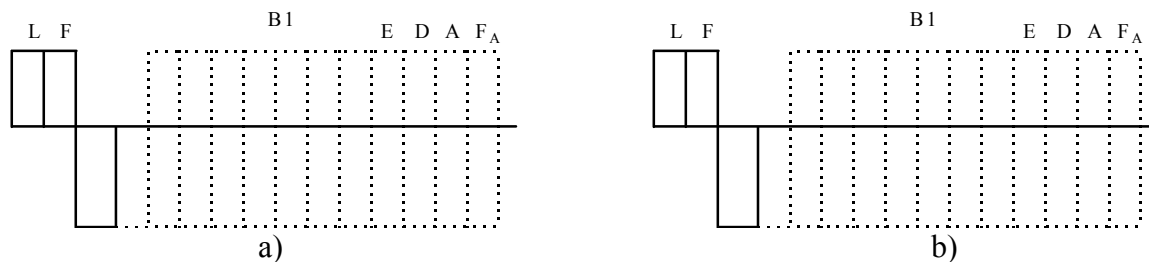
TE2: 10111011

- a) Mostre em um diagrama de tempo como a colisão é detectada e resolvida. Suponha agora que o TE1 tenha prioridade no acesso e que o barramento esteja livre.
- b) Explique como o TE1 tem o acesso ao canal D sem haver a disputa com o TE2.

8.3 Para a figura abaixo:

- a) Suponha que os bits de B1, E, D e A, são todos binários '1's. Complete a figura a) com as polaridades corretas.
- b) Supondo que o segundo bit de B1 seja binário '0' e todos os outros de B1, E, D e A sejam binários '1's, completa a figura b) com as polaridades corretas.
- c) Supondo os bits de B1 e o de D, binários '1's, complete a figura c).
- d) Supondo o segundo bit de B1 e o de D, binários '0', e os outros bits de B1 binários '1's, complete a figura d).

NT para TE



TE para NT

