

Sistemas de Telecomunicações

4ª Aula



Rede Digital com Integração de Serviços – RDIS



Conteúdo

- RDIS
 - Interfaces de Acesso Básico e Primário
 - Protocolo de Nível 2 da Interface Utilizador-Rede
 - LAPD – Link Access Protocol on D-channel
 - Adaptação de Protocolos



Introdução

- A Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS)
 - (em inglês: ISDN, *Integrated Services Digital Network*)
 - rede baseada em transmissão e comutação digitais, sendo caracterizada pela integração do acesso dos utilizadores aos diversos serviços e redes actualmente existentes através de interfaces normalizadas fisicamente suportadas numa única linha digital
 - O objectivo, na altura em que foi criada, era atingir, num prazo razoável, a criação de uma única rede de telecomunicações, uniformizada a nível internacional, que permitisse a comutação dos vários serviços e tipos de informação
 - A situação na época caracterizava-se pela existência de diversas redes de telecomunicações públicas independentes, com a sua estrutura própria de transmissão e de comutação



Introdução

- A RDIS foi a primeira tentativa de dar uma resposta no sentido de uma integração da maior parte dos serviços de telecomunicações existentes.
- O utilizador pode através de uma única linha de assinante ter acesso a um conjunto diversificado de informações, sob a forma de voz, dados, texto e imagem, com uma característica fundamental:
 - todos estes tipos de informação poderem ser digitalizados
- Numa primeira fase, que corresponde à rede dita de **banda estreita**, serão abrangidos serviços com um ritmo máximo de 2 Mbit/s, atingindo-se, numa segunda fase, a rede de **banda larga**, que integrará serviços como o vídeo e transmissão de imagens de alta resolução, requerendo ritmos muito mais elevados.



Princípios básicos da RDIS

- Possibilidade de implementação de uma larga gama de serviços de voz, dados, texto e imagens, que permitam a adaptação contínua da rede às necessidades dos utilizadores
- Definição de um conjunto limitado de interfaces e de esquemas básicos de ligação, que facilitem a sua normalização e diminuam os riscos de incompatibilidade de comunicação entre utilizadores
- Suporte de vários modos de transferência de informação, tais como comutação de circuitos, comutação de pacotes e não comutado (alugado), de modo a permitir aos utilizadores a opção pela tecnologia mais eficiente para cada aplicação
- Compatibilidade com o ritmo de comutação básico de 64 kbit/s das centrais digitais, de modo a poder utilizar a infraestrutura de comutação e transmissão digital das redes públicas existentes
- Existência de "inteligência" para proporcionar serviços avançados, tal como se assiste nos tempos actuais
- Utilização de uma arquitectura de protocolos de acordo com o modelo de referência OSI, para flexibilizar a sua implementação e compatibilizar o sistema com o modelo adoptado pela indústria informática
- Flexibilidade para adaptação às redes nacionais, de modo a ter em conta os vários níveis de desenvolvimento tecnológico em diferentes países.



Interfaces de Acesso Básico e Primário

José Manuel Cabral

Departamento de Electrónica Industrial

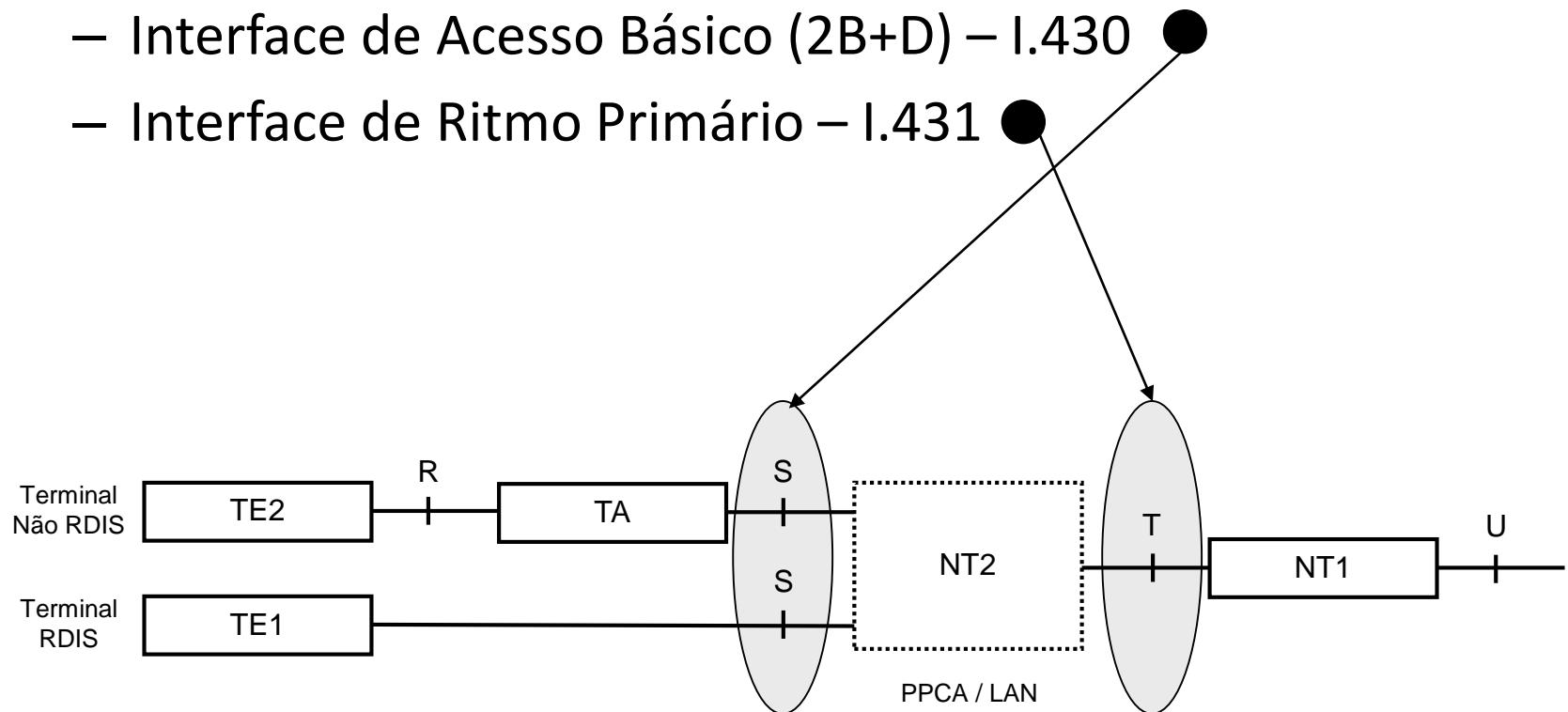
Escola de Engenharia

Universidade do Minho



Introdução

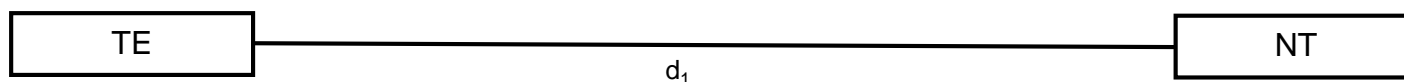
- Em RDIS são definidas duas interfaces de acesso do utilizador à rede:
 - Interface de Acesso Básico (2B+D) – I.430
 - Interface de Ritmo Primário – I.431



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

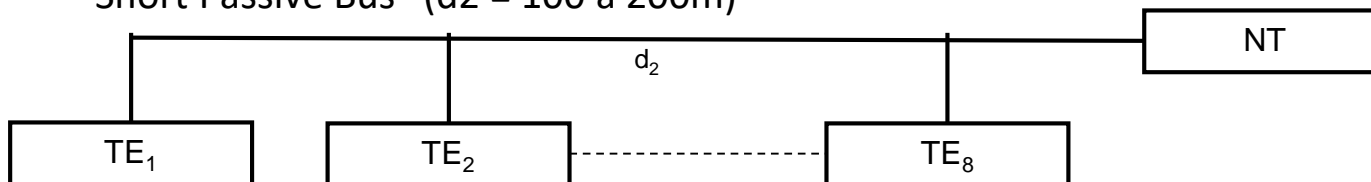
- Configurações:

- Ponto-a-ponto ($d_1 = 1\text{km}$)

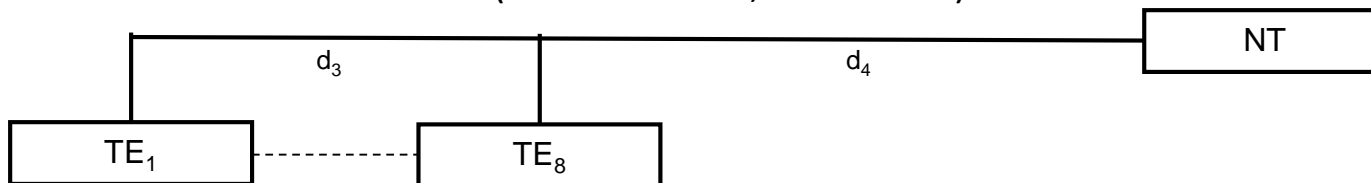


- Ponto-a-multiponto (S-Bus; até 8 terminais)

- “Short Passive Bus” ($d_2 = 100$ a 200m)



- “Extended Passive Bus” ($d_3 = 25$ a 50m ; $d_4 = 500\text{m}$)



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Funções Suportadas:
 - Canal B:
 - Transmissão bidireccional de 2 canais B (64kbit/s) independentes
 - Sincronismo de bit (192kbit/s)
 - NT extrai o relógio da rede: TE sincroniza a sua recepção e transmissão a partir do sinal recebido do NT
 - Sincronismo de byte
 - Sincronismo de Trama
 - Permite a recuperação dos canais multiplexados
 - Canal D
 - Transmissão bidireccional de 1 canal D (16kbit/s)
 - Controlo de Acesso ao canal D
 - Inclui canal de eco do Canal D no sentido NT-TE (bit E)
 - Resolução da contenção
 - Alimentação
 - A rede alimenta o NT e o equipamento terminal de assinante
 - Activação / Desactivação
 - Permite colocar TE's e NT's em modo de baixo consumo na ausência de chamadas



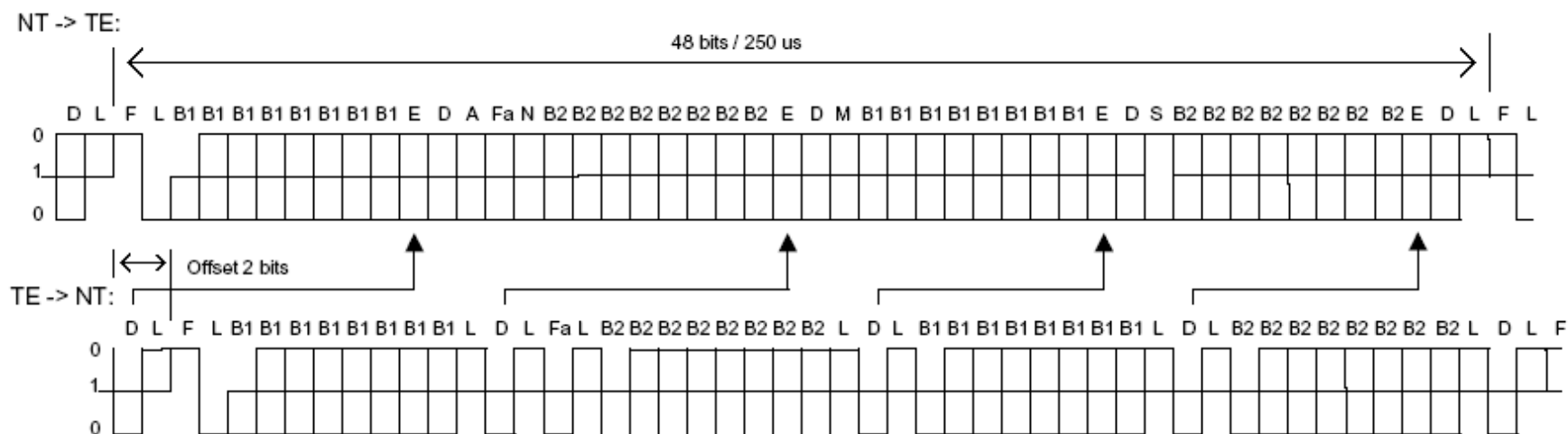
Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Função da interface básica RDIS:
 - Transmissão multiplexada de 2 canais B de 64 kbit/s e 1 canal D de 16kbit/s.
- A capacidade de transmissão da linha é de 192 kbit/s distribuídos por:
 - B1 - 64 kbit/s
 - B2 - 64 kbit/s
 - D - 16 kbit/s
 - Soma 2B+D = 144 kbit/s
 - Controlo e sincronização - 48 kbit/s
- Total 192 kbit/s



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Estrutura das Tramas S:



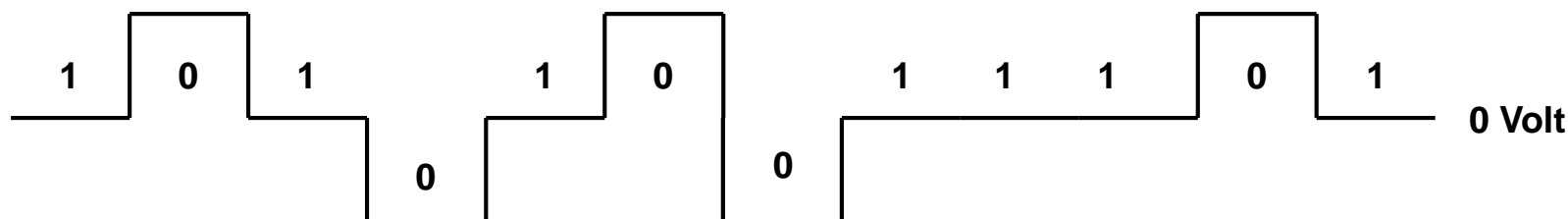
F - Bit de sincronismo de início de trama
 L - Bit de equilíbrio de corrente contínua
 D - Bit do canal D
 E - Bit de eco do canal D (NT -> TE)
 Fa - Bit auxiliar de sincronismo de trama

N\ - Bit de sincronismo N\ = Fa
 B1 - Bit do canal B1
 B2 - Bit do canal B2
 A - Bit de activação (NT -> TE)
 S - reservado
 M - Bit de multitrama



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Código de Transmissão:
 - Pseudo ternário AMI - Amplitude Mark Inversion (utilizado no bus S em ambas as direcções)
 - Características:
 - "1" lógico: ausência de tensão
 - "0" lógico: sinal com polaridade positiva (0+) ou sinal com polaridade negativa (0-)
 - Dois impulsos consecutivos com a mesma polaridade constituem uma violação
 - Exemplo:



- Uma vez que os vários terminais estão sincronizados entre si ao nível do bit através do NT, a emissão simultânea de um sinal da mesma polaridade por todos os terminais será lida sem erro pelo NT.

Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Composição da Trama:
 - 16 bits canal B1
 - 16 bits canal B2
 - 4 bits canal D
 - 12 bits de controlo
- Sincronismo de Trama:
 - O primeiro bit da trama (F - *Frame synchronization*), é o bit de sincronização da trama
 - zero lógico - introduz uma violação de polaridade - significa que este bit tem a mesma polaridade do anterior, violando a regra de alternância da polaridade do código AMI.
 - A inversão de polaridade é utilizada para facilitar, no receptor, a detecção do início de trama
 - Inconveniente -> altera o equilíbrio em componente contínua
 - Este bit é acompanhado por um bit L de equilíbrio da componente contínua.



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Bit E (sentido NT-TE)
 - Faz o eco do valor do canal D da trama recebida do utilizador
 - Serve para o controlo do canal D em modo de operação multi-ponto
- Bit A (sentido NT-TE)
 - utilizado para procedimentos de activação do bus
- Bit S (sentido NT-TE)
 - reservado para uso futuro
- Bit M
 - sincronização de multi-trama (utilização opcional)



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Controlo de acesso ao canal D
 - Numa configuração ponto a multi-ponto deve existir um mecanismo que assegure que o acesso à rede seja feito de modo equitativo para os diversos terminais ligados ao bus e que garanta que a transmissão de cada um deles não seja alterada pelas tentativas de transmissão dos outros
 - O mecanismo de resolução de conflitos adoptado no bus S, denominado CSMA-CR - Carrier Sense Multiple Access - Contention Resolution
 - Características do CSMA-CR:
 - os terminais podem monitorar o canal D do TE para o NT através do canal E de eco
 - o bus realiza a função “AND” lógico entre a informação emitida pelos vários terminais
 - o terminal deve enviar "1 lógico" (em vez de flags) no canal D quando não tem tramas de nível 2 para enviar



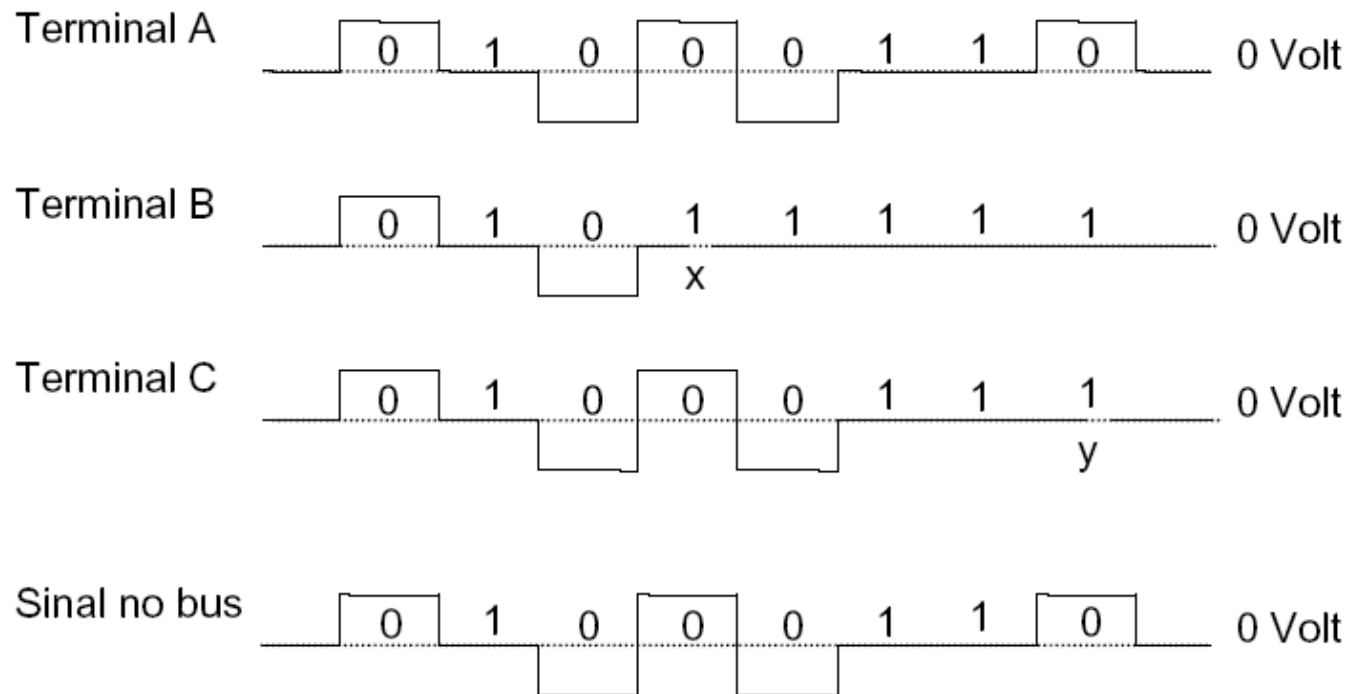
Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Características do CSMA-CR (cont.):
 - Devem ser utilizadas flags de abertura e de fecho de trama com o formato "01111110", de acordo com o protocolo HDLC
 - Necessário a implementação de um mecanismo de inserção de zeros de modo a evitar simulação de flags (bit stuffing)
 - antes de emitir uma trama HDLC (nível 2) cada terminal deve verificar se o canal está livre. O canal D é considerado livre se pelo menos x bits consecutivos a 1 forem detectados. O número x depende da prioridade do terminal
 - durante a emissão um terminal deve comparar cada bit emitido com o valor efectivamente recebido no NT e ecoado através do bit E. Deve parar de transmitir logo que detecte uma diferença entre o valor emitido no canal D e o valor recebido no canal E.



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Características do CSMA-CR (cont.):
 - Exemplo da tentativa de acesso ao bus de 3 terminais, em que B e C abandonam sucessivamente o bus, ficando apenas o terminal A a emitir:



Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Controlo de acesso ao canal D
 - Prioridades de acesso:
 - Cada terminal mantém contagem C do número de 1's consecutivos recebidos no canal de eco (o contador é reiniciado sempre que $E=0$)
 - 2 Classes de prioridade:
 - Classe 1 - tramas com informação de sinalização
 - Classe 2 - outras tramas
 - 2 Níveis de prioridade por classe:
 - Normal
 - Inferior
 - Após a transmissão de uma trama, feita no nível Normal de prioridade, o terminal baixa o seu nível de prioridade (na respectiva classe), ficando inibido de transmitir
 - O terminal regressa ao seu nível Normal de prioridade quando todos os restantes terminais tiverem tido oportunidade de transmitir



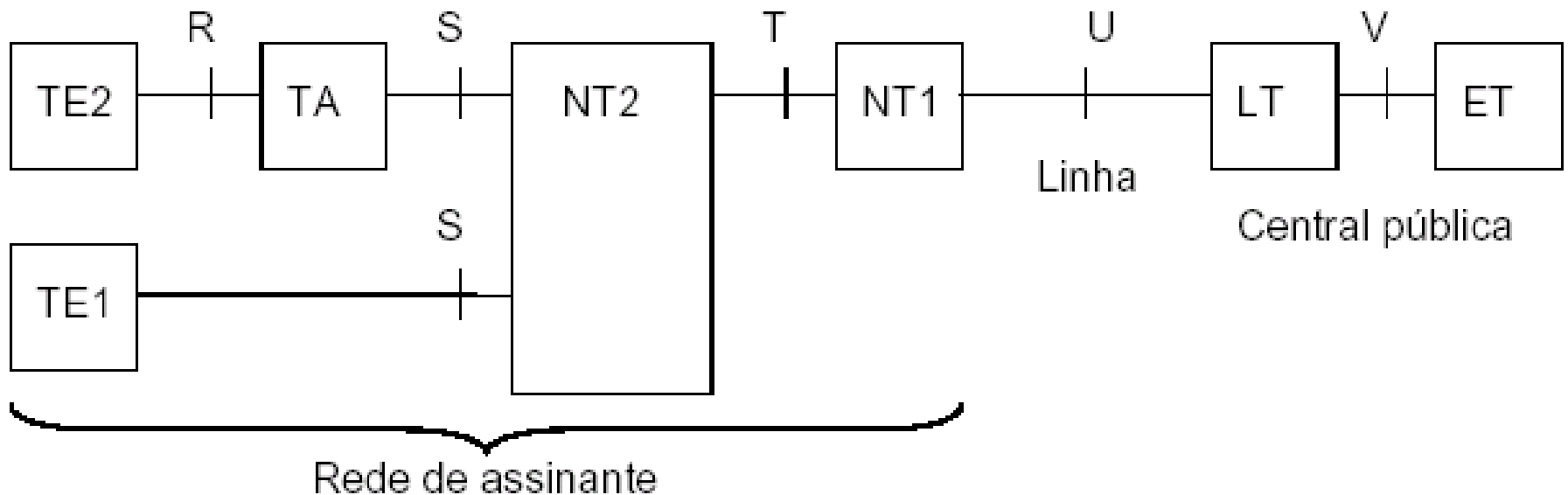
Acesso Básico (2B+D) – Nível Físico

- Controlo de acesso ao canal D
 - Prioridades de acesso (cont.):
 - Um terminal pode transmitir tramas de nível 2 no canal D quando:
 - $C \geq X1$ (classe 1) ou $C \geq X2$ (classe 2)
 - Sendo:
 - $X1 = 8$ $X2 = 10$ (Nível Normal)
 - $X1 = 9$ $X2 = 11$ (Nível Inferior)
 - $X1$ ou $X2$ tomam o valor Inferior (na respectiva classe após a transmissão de uma trama)
 - $X1$ ou $X2$ retomam o valor Normal quando $C = 9$ ou $C = 11$ (respectivamente), o que garante que todos os terminais tiveram oportunidade de transmitir no seu nível normal de prioridade
 - Detecção de colisão:
 - Um terminal defere automaticamente quando $D \neq E$ (isto é, quando transmite $D = 1$ e monitora $E = 0$)



Interface U

- A interface U situa-se entre o NT1 e a central pública. Esta interface não foi objecto de normalização pelo ITU-T devido ao facto de ser fortemente dependente da tecnologia de transmissão utilizada



Interface U

- São implementadas funções idênticas às implementadas na interface S
- Razões económicas requerem uma implementação a 2 fios, permitindo a reutilização da cablagem existente da rede analógica
 - Transmissão de ritmos da ordem dos 200kbit/s em *full-duplex* – objectivo difícil de atingir:
 - Distância entre utilizador e central elevada, podendo atingir 6 a 8km
 - Atenuações elevadas (débitos elevados e características dos condutores)
 - Linha de assinante é, em geral, constituída por troços com características diferentes, nomeadamente de diâmetro dos condutores, isolamento, etc, o que provoca reflexões do sinal nas junções entre troços
 - Podem existir derivações em aberto, as quais introduzem fortes alterações de impedância da linha e consequentes atenuações adicionais
 - Os cabos têm um elevado número de pares e mau isolamento entre pares, o que provoca aumento de atenuação e aumento da diafonia (“*crosstalk*”) entre pares
 - Há por vezes infiltrações de água nos cabos, o que provoca atenuações e diafonia suplementares
 - Os cabos não foram dimensionados para utilização em frequências tão elevadas, o que implica fortes atenuações nestas frequências.



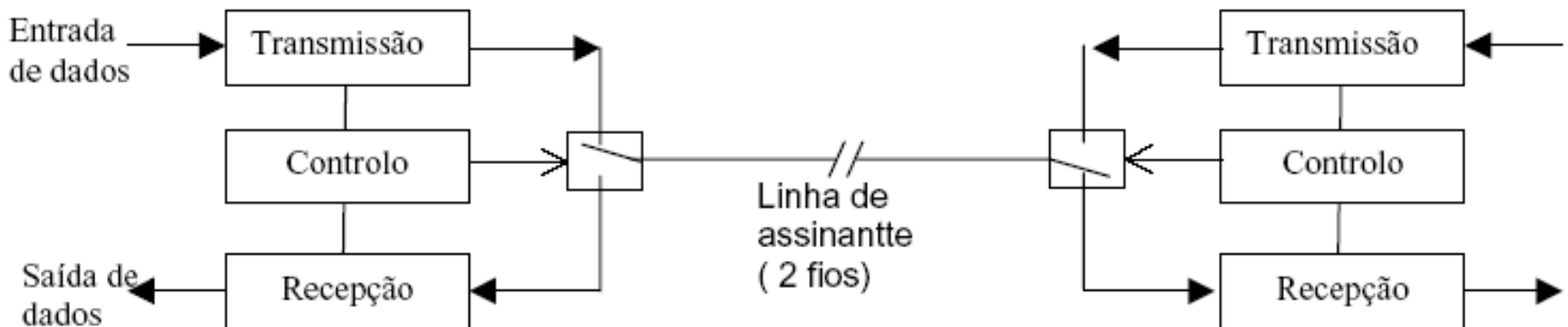
Interface U

- Para atingir os objectivos pretendidos foi necessário:
 - Desenvolver novas técnicas de transmissão
 - Desenvolver novas técnicas de recuperação de sinais
 - Determinar quais os códigos de linha mais adequados
- Técnicas de transmissão bidireccional seleccionadas para a interface U:
 - TCM – *Time Compressed Multiplexing*
 - Cancelamento de eco
- Códigos actualmente usados na interface U:
 - 4B3T – Código ternário
 - 2B1Q – Código Quaternário



Interface U

- Tecnologia TCM (ou ping-pong)
 - Transmissão alternada de tramas num sentido e no outro da interface, sobre um único par de fios

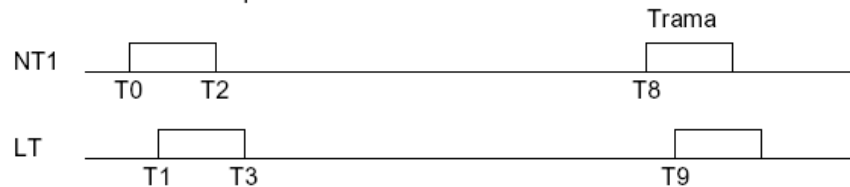


- Emulação de uma ligação full-duplex à custa de duas ligações half-duplex que se alternam no tempo a um ritmo elevado

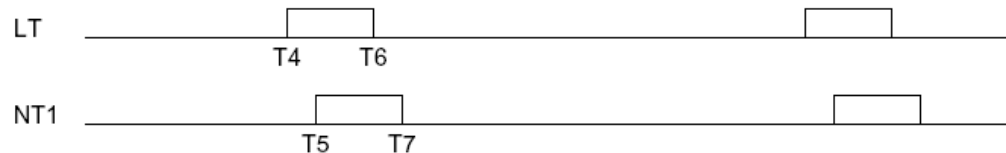
Interface U

- Tecnologia TCM (ou ping-pong)

Transmissão de NT1 para LT:



Transmissão de LT para NT1:



- No instante T0 é iniciada a transmissão de uma trama no sentido do utilizador para a central, isto é de NT1 para LT, a qual começa a chegar a LT no instante T1 devido ao tempo de propagação T_p na linha de transmissão
 - $T_p = T1 - T0$.

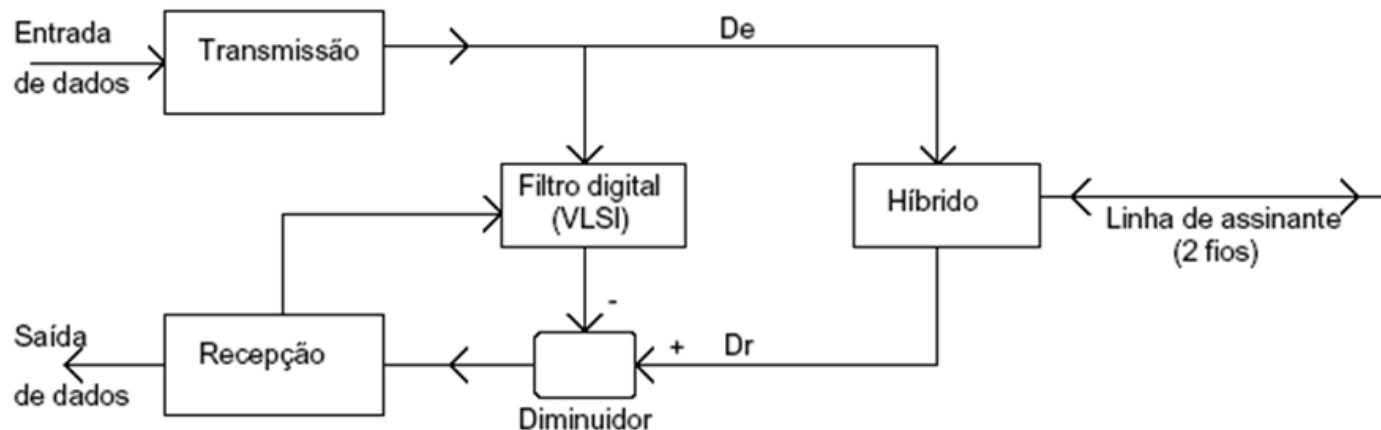
Interface U

- A transmissão de uma trama no sentido inverso, de LT para NT1, só pode ser iniciada após a completa recepção da trama de NT1 para LT, isto é, após T3
 - Define-se tempo de guarda T_g , como o intervalo que é necessário esperar antes de iniciar a transmissão de uma nova trama
 - $T_g = T_4 - T_3$
 - Evita ecos e interferências com a trama acabada de receber no sentido inverso.
- O principal inconveniente desta tecnologia reside precisamente no facto de os ritmos de transmissão na linha serem muito elevados, da ordem dos 350 – 400kbit/s
 - Provoca uma atenuação muito elevada
 - Comprimentos máximos permitidos para a linha relativamente baixos, actualmente da ordem dos 2 a 3km.



Interface U

- Cancelamento de Eco
 - A tecnologia de cancelamento de eco é baseada na transmissão bidireccional simultânea a dois fios, com cancelamento automático do eco recebido, o qual é extraído do sinal recebido, através de filtros digitais adaptativos baseados em circuitos VLSI



NT1 / LT

Interface U

- Cancelamento de Eco

- O sinal D_r recebido da linha após separação, através do híbrido H, do sinal D_e transmitido, é constituído por várias componentes sobrepostas ao sinal emitido pela central remota:
 - sobreposição de uma fracção do sinal emitido localmente, D_e , devido a imperfeições do circuito híbrido
 - ecos múltiplos do sinal emitido localmente, o qual sofre reflexões em vários pontos ao longo da linha e na sua terminação
 - ruído proveniente de outros sistemas eléctricos, de diafonia com outras linhas e de ruído térmico
 - interferência inter-simbólica resultante do espalhamento dos impulsos em alta frequência provocados pelo mau comportamento da linha em alta frequência
- Esta tecnologia, embora de implementação mais complexa que a anterior, é a preferida devido ao facto de permitir um maior comprimento de linha, da ordem dos 6 a 7km



Interface U

- Códigos de linha na interface U
 - Sabendo-se que a atenuação em linhas de transmissão cresce aproximadamente com a raiz quadrada da frequência, procura-se diminuir o ritmo de transmissão na linha através da utilização de códigos ternários ou quaternários, em vez dos códigos binários ou pseudo-ternários
 - Estes códigos, embora adequados para utilização em linhas de transmissão digital, não são otimizados relativamente à ocupação de frequência da linha, pois são códigos pseudo-ternários
 - apesar de terem três níveis eléctricos, só têm dois valores lógicos, o que significa que cada símbolo apenas contém um bit de informação.
 - Os códigos de bloco actualmente mais utilizados na interface U são:
 - 4B3T Código ternário
 - 4 bits convertidos em 3 sinais ternários, com uma compressão de 25%
 - 2B1Q Código quaternário
 - 2 bits convertidos em 1 sinal quaternário, com uma compressão de 50%



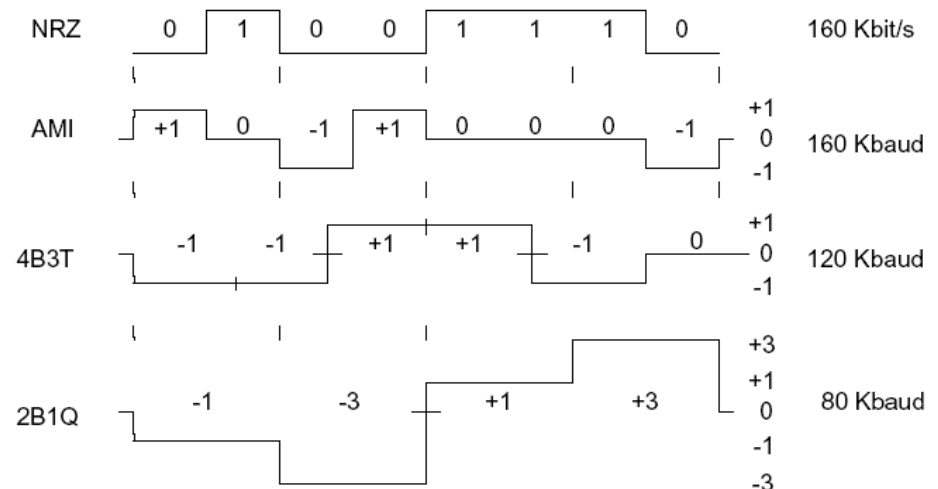
Interface U

4B3T

Palavra binária	Palavra ternária
0000	-1 -1 -1
0001	-1 -1 0
0010	-1 0 -1
0011	0 -1 -1
0100	-1 -1 +1
:	:
1110	+1 -1 0
1111	-1 +1 0

2B1Q

Palavra binária	Palavra quaternária
00	-3
01	-1
10	+3
11	+1



Interface U

- Códigos de Blocos:
 - 3 símbolos ternários \leftrightarrow 27 palavras diferentes
 - Só são utilizadas 16 combinações para codificar 16 palavras
 - utilizam-se as palavras que ofereçam a maior imunidade ao ruído, menor interferência inter-simbólica e maior facilidade de extracção de relógio
 - permitem ainda a detecção de erros de transmissão se forem recebidas combinações não permitidas
 - permitem a utilização de combinações especiais para sincronização de trama e para compensação da componente contínua na linha



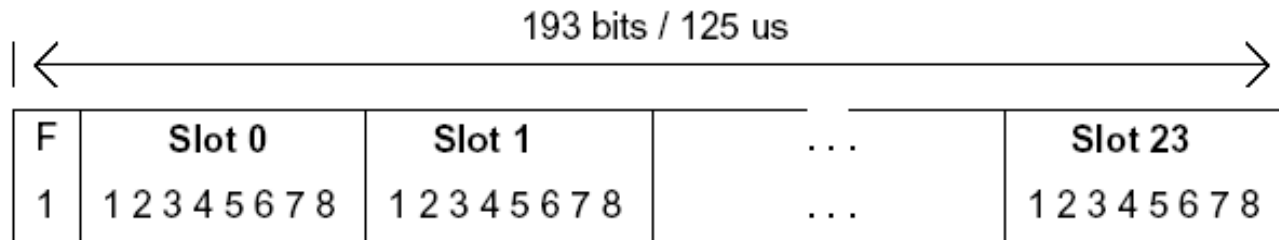
Interface de Acesso Primário

- As especificações da interface de ritmo primário de acesso baseiam-se nas especificações existentes para os equipamentos de transmissão digital de primeira hierarquia das redes públicas
 - 2048 kbit/s em todos os países europeus e no Brasil
 - 1544 kbit/s na América do Norte e Japão.
- A interface utilizador-rede de acesso primário possui apenas a configuração ponto-a-ponto, com dois circuitos independentes, um para cada sentido.
- Embora conceptualmente a interface de ritmo primário possa existir no ponto de referência S, a sua aplicação típica é no ponto de referência T
 - Exemplo: interligação de um PPCA à rede pública.
- Não existem procedimentos de activação e desactivação. A interface está permanentemente activa, com sinal eléctrico aplicado
- O comprimento máximo da ligação à central pública sem repetidores é de 1,5 a 2 km, dependendo das características dos cabos utilizados e do nível de ruído existente.

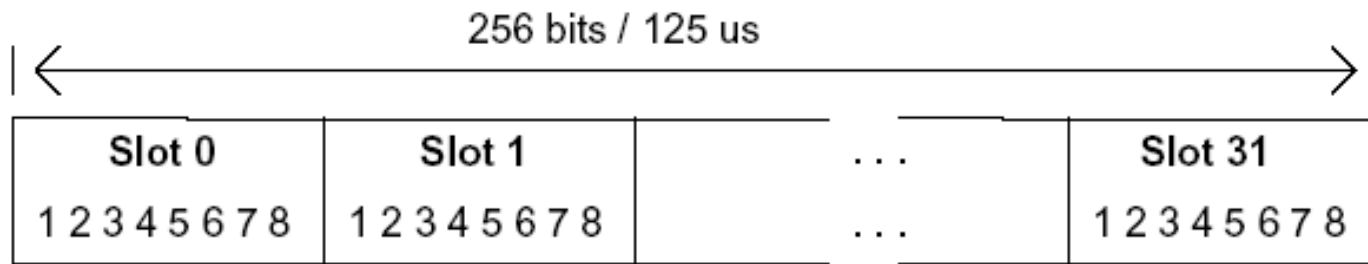


Interface de Acesso Primário

- A interface primária de 1544kbit/s (EUA) é constituída por 23 canais B de 64kbit/s e um canal D também de 64kbit/s
 - O bit F é utilizado para sincronismo e monitorização da trama
 - O slot 0 é utilizado para transporte do canal D e os restantes slots são utilizados como canais B.



- A interface primária de 2048kbit/s (Europa e Brasil) é constituída por 30 canais B de 64kbit/s e um canal D também de 64kbit/s



Interface de Acesso Primário

- Interface primária de 2048kbit/s
 - O slot 0 é utilizado para sincronismo e monitorização da trama, de acordo com a recomendação G.704
 - O slot 16 é utilizado para transporte do canal D
 - Os restantes slots (1 a 15 e 17 a 31) são utilizados como canais B
- Canais normalizados em interfaces primárias:
 - Canal B - 64kbit/s
 - Canal D – 64kbit/s
 - Canal H0 – 384kbit/s (6B)
 - Canal H11 – 1536kbit/s (24B)
 - Canal H12 – 1920kbit/s (30B)



Interface de Acesso Primário

- O canal H12 só pode ser transportado na interface primária de 2048kbit/s
- O canal H11 pode ser transportado em ambas as interfaces primárias
- Os canais H0 podem ser transportados em ambas as interfaces, não tendo sido acordada universalmente a sua localização na interface de ritmo primário, sendo apenas definidos exemplos de aplicação utilizados em recomendações nacionais

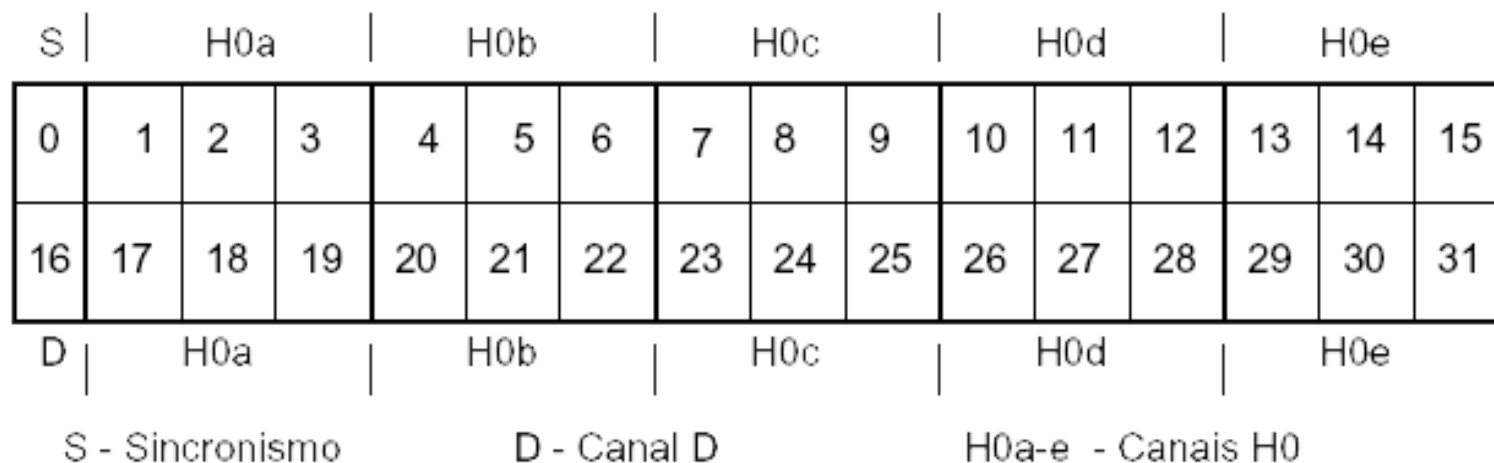


Figura 2.1.1 - Exemplo de localização de canais H0 na interface de 2,048 Mbit/s

Protocolo de Nível 2 da Interface Utilizador-Rede

LAPD – Link Access Protocol on D-channel

José Manuel Cabral

Departamento de Electrónica Industrial

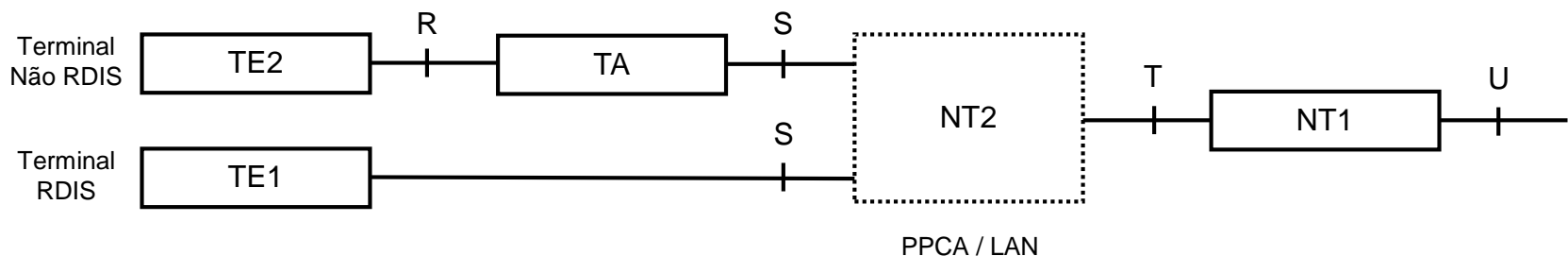
Escola de Engenharia

Universidade do Minho



Introdução

- O sistema de sinalização utilizado na interface de acesso do utilizador à RDIS é designado DSS1 - Digital Subscriber Signalling System Nº 1
- O nível 2 do DSS1 é designado LAPD - Link Access Protocol on D-channel
 - permite a troca de informação sobre o canal D, estruturada em tramas, entre as entidades da camada 2 situadas nos dois lados da interface S ou T



Funções do LAPD

- Delimitação da informação através de "flags", sincronização e transparência da informação transportada
 - encapsulamento da informação em tramas de modo compatível com o protocolo HDLC
- Multiplexagem de várias entidades de ligação de dados sobre o mesmo canal D
- Garantia de sequenciamento das tramas transmitidas e recebidas
 - através de um mecanismo de numeração
- Detecção de erros de transmissão, de formatação e de funcionamento sobre uma ligação de dados
- Recuperação de erros de transmissão
 - repetição de tramas recebidas com erro
- Notificação da entidade de gestão dos erros que não podem ser corrigidos
- Controlo de fluxo da informação entre emissor e receptor.



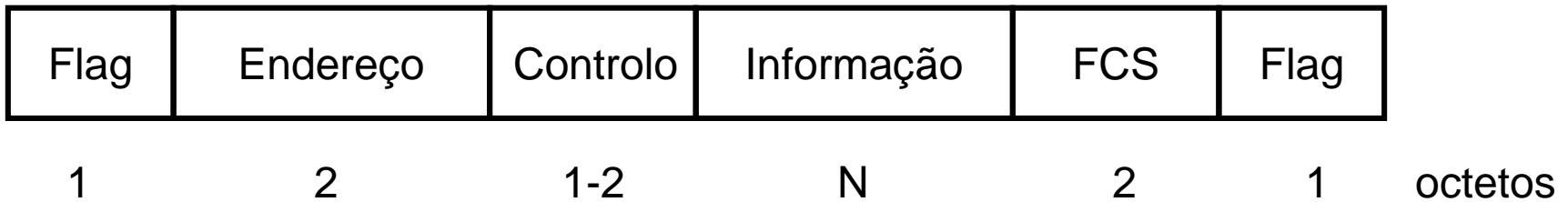
Tipos de operação

- São definidos dois tipos de operação da camada de ligação de dados para transferência de informação entre entidades de nível superior (camada rede) ou de gestão do sistema:
- Modo confirmado
 - É um modo orientado à conexão, em que a informação de nível 3 é transmitida usando tramas de informação numeradas (I), com detecção e recuperação de erros. Este modo implica o estabelecimento prévio de uma ligação de dados que assegure as funções de nível 2 de controlo de erros e de fluxo.
- Modo não confirmado
 - Este modo não requer o estabelecimento de uma ligação de dados, sendo a informação de nível 3 transmitida usando tramas de informação não numeradas (UI) sem confirmação nem recuperação de erros ou controlo de fluxo. Este modo pode ser usado ponto-a-ponto entre um terminal e a rede ou em multi-ponto para difusão de tramas para vários terminais.



Estrutura das Tramas LAPD (#1)

- Características:
 - A estrutura das tramas LAPD é baseada na estrutura correspondente do protocolo HDLC - *High-level Data Link Control*
- Estrutura:

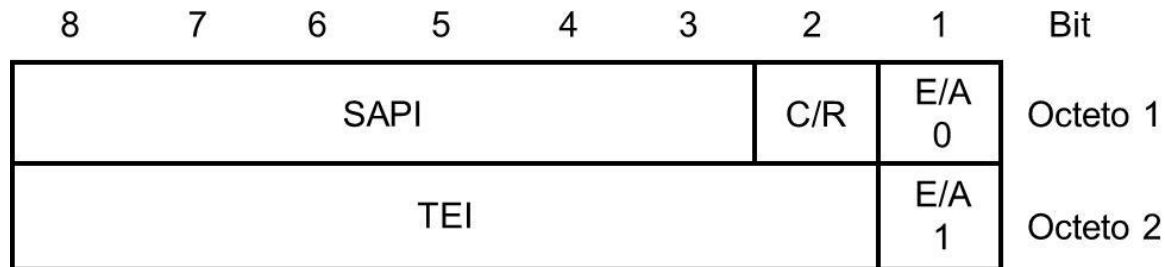


- A *Flag* tem a dimensão de 1 octeto, com valor 01111110 (impedir a imitação da *Flag* por dados do utilizador no interior da trama)
 - implementado o mecanismo designado por "*bit stuffing*", que consiste em introduzir um zero no fluxo de dados de emissão sempre que ocorram 5 uns consecutivos
 - Os zeros inseridos na emissão são retirados na recepção, recuperando-se assim a informação original do utilizador.



Estrutura das Tramas LAPD (#2)

- Campo de Endereço:



- E/A (*Extension Address*) – bit de menor peso de cada octeto de endereço
 - valor 0 no primeiro octeto e o valor 1 no último octeto (de acordo com o protocolo HDLC)
- C/R - pode tomar os valores 0 ou 1, sendo utilizado para indicar se a trama é de comando ou de resposta, de acordo com a tabela seguinte:

	Lado da Rede	Lado do Terminal
Comandos	1	0
Respostas	0	1



Estrutura das Tramas LAPD (#3)

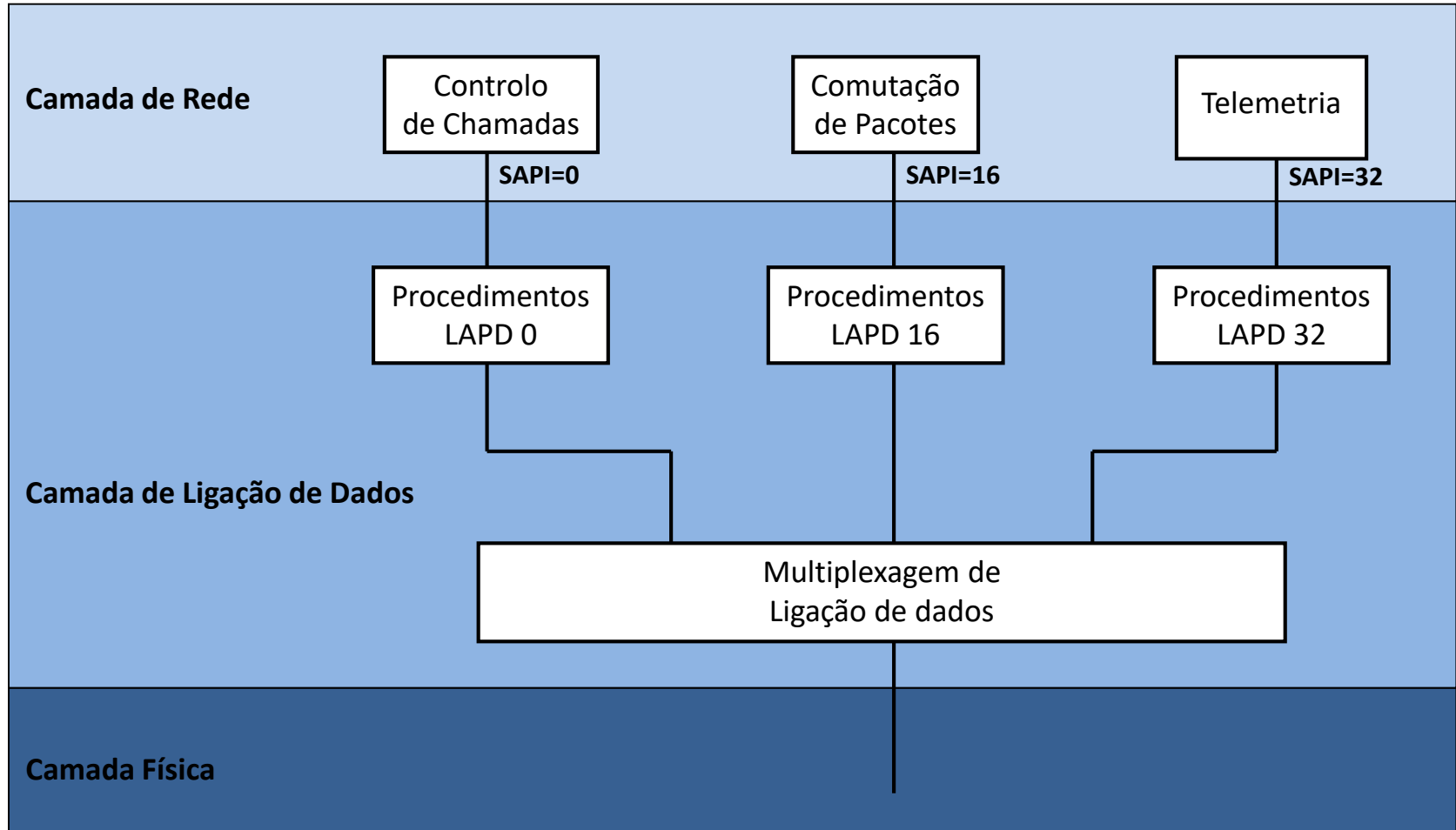
- Campo de Endereço (cont.):
 - SAPI - *Service Access Point Identifier*
 - identificador do ponto de acesso do serviço da camada 2
 - utilizado para indicar o tipo de informação transportado na trama:
 - informação de sinalização
 - dados em modo pacote
 - informação de gestão
 - Telemetria
 - Etc.

SAPI	Entidade
0	s – Sinalização (controlo de chamadas)
1	Comunicação de dados (modo pacote) com controlo de chamadas Q.931
16	p - Comunicação de dados (modo pacote) com X.25 nível 3
32-47	t - Uso nacional (e.g. telemetria)
63	m - Gestão
outros	reservados para futura normalização



Estrutura das Tramas LAPD (#4)

- Exemplo:



Estrutura das Tramas LAPD (#5)

- Campo de Endereço (cont.):
 - TEI - *Terminal Endpoint Identifier*
 - identificador de terminal,
 - permite distinguir as ligações de dados multiplexados no mesmo canal D de um bus S, seleccionando as tramas para um terminal determinado
 - atribuído pela rede se o equipamento terminal for do tipo de atribuição automática de TEI (TEI = 64-126);
 - definido pelo utilizador ou pelo fabricante se o equipamento terminal for do tipo de atribuição não automática (TEI = 0-63).
 - A conexão de ligação de dados é identificada pelos dois campos, SAPI e TEI, os quais no seu conjunto constituem o Identificador de Conexão de Ligação de Dados DLCI - *Data Link Connection Identifier*
 - $DLCI = SAPI + TEI$.
- O campo de controlo das tramas é constituído por 1 ou 2 octetos, consoante o tipo de tramas: 2 octetos para as tramas de informação (I) e de supervisão (S) e 1 octeto para as tramas não numeradas (U).
- O campo FCS - *Frame Check Sequence* - é utilizado para detecção de erros da trama
 - Em caso de erro de trama, é pedida ao emissor a repetição da trama, utilizando para tal as mensagens de supervisão do LAPD



Comandos e respostas de LAPD

- 3 tipos de Tramas LAPD:

Campo de Controlo	Codificação (bits)							
	8	7	6	5	4	3	2	1
Tramas I	N(S)							0
	N(R)							P
Tramas S	0	0	0	0	S	S	0	1
	N(R)							P/F
Tramas U	M	M	M	P/F	M	M	1	1

- N(S) - Número de sequência de transmissão
- N(R) - Número de sequência de recepção
- P/F - bit Poll se for comando / bit Final se for resposta
- S - bit da função de Supervisão
- M - bit modificador de função



Tipos de Tramas LAPD (#1)

- Tramas I (2 octetos):
 - contêm o número de sequência da própria trama e o número de sequência da trama esperada
 - I (*Information*)
- Tramas S (2 octetos):
 - Contêm o número de sequência da trama esperada
 - RR (*Receive Ready*)
 - RNR (*Receive Not Ready*)
 - REJ (*REject*)
- Tramas U (1 octeto):
 - SABME (*Set Asynchronous Balanced Mode Extended*)
 - DM (*Disconnected Mode*)
 - UI (*Unnumbered Information*)
 - DISC (*DISConnect*)
 - UA (*Unnumbered Acknowledgment*)
 - FRMR (*FRaMe Reject*)
 - XID (*eXchange IDentification*)



Tipos de Tramas LAPD (#2)

- Características:

- O modo de funcionamento de trama única (não confirmado) utiliza a trama de informação não numerada (UI), a qual não permite a recuperação de eventuais erros de transmissão
- O modo de funcionamento de tramas múltiplas (confirmado) utiliza a trama de informação numerada (I). A ligação de dados é estabelecida pela troca de tramas SABME e UA e o desligamento pela troca de tramas DISC e UA
- Os campos N(S) e N(R) são utilizados nas tramas I de informação para indicar respectivamente qual a trama que está a ser enviada e qual a trama que é esperada. Nas tramas de supervisão, RR, RNR e REJ, só o campo N(R) é utilizado, para indicar qual a trama que é esperada. Nas tramas não numeradas nenhum dos dois campos é usado. O módulo de contagem de N(S) e de N(R) é 128 (0 a 127)
- O bit P/F é usado em todas as tramas, embora em posições diferentes, quer nas tramas de comando quer nas de resposta. Nas tramas de comando o bit P/F é definido como bit P e nas tramas de resposta é definido como bit F.
 - O bit P é posto a 1 pela entidade da camada de ligação de dados para solicitar (Poll) uma trama de resposta da entidade par. O bit F é posto a 1 para indicar uma trama transmitida como resultado de um comando de solicitação.



Tipos de Tramas LAPD (#3)

- Definições:

- I - *Information*

- A função das tramas I é a de transferir, através de uma ligação de dados, tramas sequencialmente numeradas
 - Contém campos de informação provenientes do nível superior
 - Em LAPD o valor máximo do campo de informação é de 260 octetos

- SABME - *Set Asynchronous Balanced Mode Extended*

- O comando SABME é usado para iniciar uma ligação de dados, colocando o utilizador ou a rede no modo de operação de tramas múltiplas com confirmação (*multiple frame acknowledge*)

- DISC - *Disconnect*

- usado para terminar uma ligação de dados do tipo tramas múltiplas com confirmação

- UI - *Unnumbered Information*

- usado para enviar informação em modo não confirmado, sem alterar as variáveis de estado da ligação lógica.
 - As tramas UI não têm número de sequência, portanto podem ser perdidas sem notificação.



Tipos de Tramas LAPD (#4)

- Definições (cont.):

- RR- *Receive Ready*

- O comando ou resposta RR é usado pela camada de ligação de dados para os seguintes fins:
 - indicar que está pronto para receber uma trama I
 - notificar a recepção de tramas I até $N(R) - 1$ e que está à espera da trama $N(R)$
 - desfazer a condição de ocupado, indicada pelo envio anterior de uma trama RNR

- RNR - *Receive Not Ready*

- O comando ou resposta RNR é usado para indicar uma condição de ocupado, isto é, uma impossibilidade temporária de aceitar tramas I adicionais. O campo $N(R)$ da trama notifica igualmente que recebeu até à trama $N(R) - 1$ e que está à espera da trama $N(R)$

- REJ - *Reject*

- O comando ou resposta REJ é usado para indicar a recepção de uma trama fora de sequência e pedir a retransmissão de tramas I a começar na trama $N(R)$. As tramas de número inferior são implicitamente notificadas como recebidas.



Tipos de Tramas LAPD (#5)

- Definições (cont.):
 - UA - *Unnumbered Acknowledge*
 - A resposta UA é usada para notificar a aceitação dos comandos SABME ou DISC.
 - DM - *Disconnect Mode*
 - A resposta DM é usada para indicar à camada de ligação de dados correspondente que está num estado em que a operação não pode ser executada
 - FRMR - *Frame Reject*
 - A resposta FRMR é enviada por uma entidade de ligação de dados em resultado da uma condição de erro não recuperável por retransmissão da trama recebida, por exemplo com um dos seguintes tipos de erro:
 - recepção de uma trama com campo de controlo indefinido ou não implementado
 - recepção de uma trama de supervisão ou não numerada com comprimento incorrecto
 - recepção de campo N(R) inválido
 - recepção de trama I com campo de informação demasiado grande.



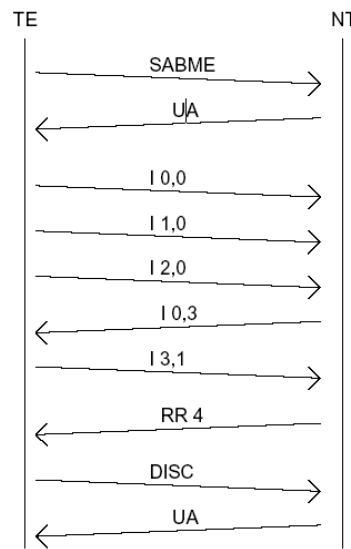
Tipos de Tramas LAPD (#6)

- Definições (cont.):

- *XID - Exchange Identification*

- O comando ou resposta XID é utilizado para gestão de conexões de ligação de dados, podendo conter um campo de informação no qual é inserida informação de identificação

- Exemplo de Estabelecimento, Transferência e Desligamento de uma Ligação Lógica:



Descrição:

- A ligação de dados é estabelecida a partir do comando SABME e da resposta UA
- A partir daí pode-se iniciar o envio de tramas I, que contêm os números de sequência N(S) e N(R), do TE para o NT e no sentido inverso
- é indicada a situação em que o NT não tendo informação para enviar, responde à trama I3,1 com a trama RR4
- A ligação de dados é desligada a partir do comando DISC e da respectiva resposta UA.

Adaptação de Protocolos

José Manuel Cabral

Departamento de Electrónica Industrial

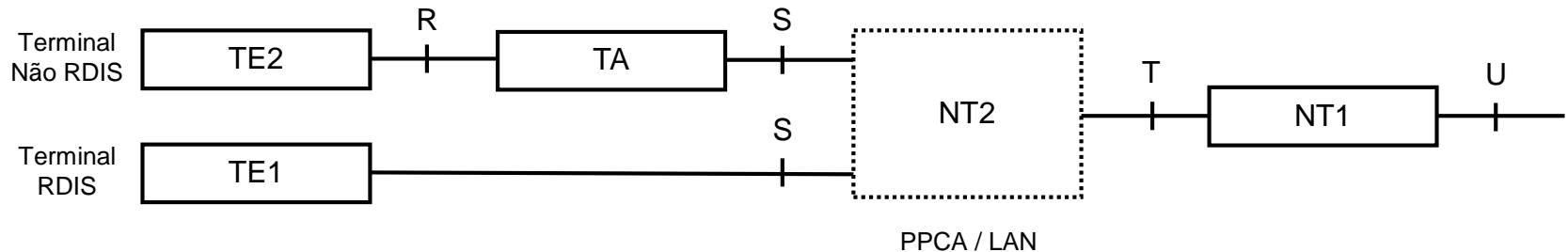
Escola de Engenharia

Universidade do Minho



Introdução

- Existem várias interfaces para comunicação de dados:
 - V.24 ou RS.232C
 - X.25
 - ...
- Adaptadores de Terminais (TA, *Terminal Adapter*)
 - Adaptar interfaces existentes à interface de acesso à RDIS
 - Necessário um TA diferente para cada interface normalizada



Multiplexagem e adaptação de ritmos

- Norma I.460 define os procedimentos para:
 - adaptação de ritmos
 - multiplexagem de canais de ritmo inferior a 64kbit/s num canal B de 64kbit/s
- Adaptação de ritmo a um canal B de 64kbit/s para ritmos até 32kbit/s (2 fases):
 - Adaptação do canal com um ritmo qualquer (inferior a 64kbit/s) para um ritmo intermédio normalizado de 8,16 ou 32kbit/s
 - $R \leq 4,8\text{kbit/s}$ \rightarrow 8kbit/s
 - $4,8\text{kbit/s} < R \leq 9,6\text{kbit/s}$ \rightarrow 16kbit/s
 - $9,6\text{kbit/s} < R \leq 19,2\text{kbit/s}$ \rightarrow 32kbit/s
- Inserção do canal com o ritmo intermédio obtido no canal B de 64kbit/s
 - canal de 8kbit/s: posição do bit 1
 - canal de 16kbit/s: posições dos bits 1 e 2
 - canal de 32kbit/s: posições dos bits 1, 2, 3 e 4
 - os bits não utilizados são fixados a 1 lógico



Multiplexagem e adaptação de ritmos

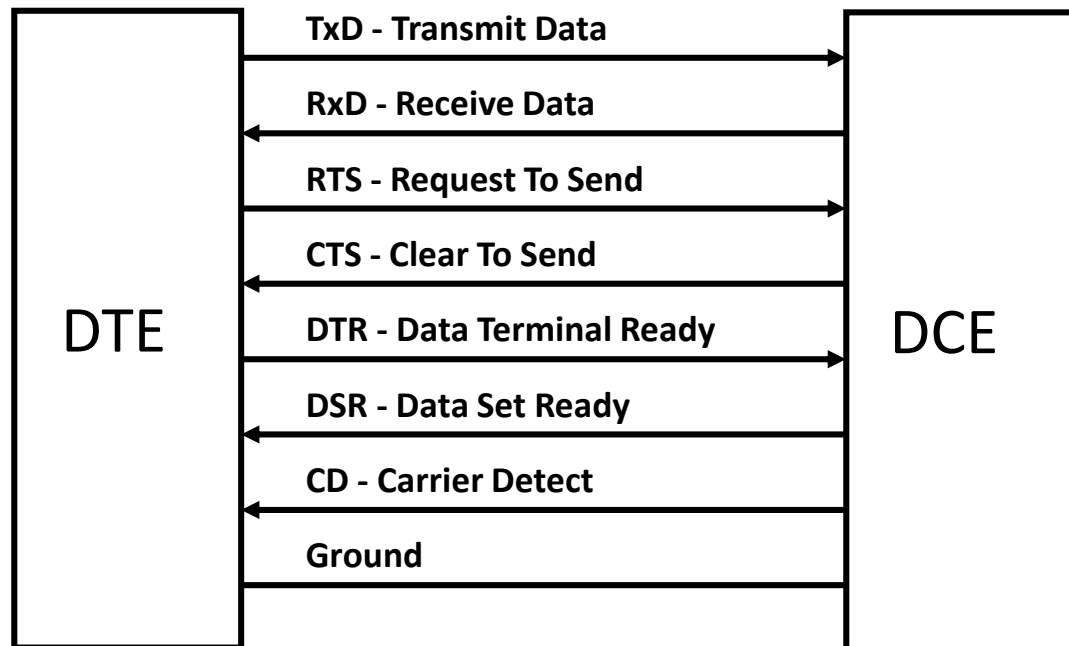
- A multiplexagem de canais com ritmos intermédios de 8, 16 e 32kbit/s é feita por interpolação dos vários canais em diferentes bits de cada octeto do canal B:

8	7	6	5	4	3	2	1	Bits do canal B
A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8	H8	Canais de 8kbit/s
A16		B16		C16		D16		Canais de 16kbit/s
A32				B32				Canais de 32kbit/s

- A adaptação de canais de dados para ritmos superiores a 32kbit/s, incluindo 64kbit/s com restrições é definida na recomendação I.464

Adaptação de interfaces da série V para RDIS

- Recomendação I.463 / V.110
 - Adaptação de equipamentos terminais com interface da série V, nomeadamente V.24 ou RS.232C
 - Interface V.24:



Adaptação da interface V.24 para RDIS

- Ritmos entre 300bit/s e 38.4kbit/s
- Método de adaptação em duas fases (idêntico ao anterior):
 - Adaptação para ritmos intermédios normalizados
 - Define-se uma estrutura de trama (80bits)

Ritmo V.24 (bit/s)	Ritmo intermédio (kbit/s)
600	8
1200	8
2400	8
4800	8
7200	16
9600	16
12000	32
14400	32
19200	32
24000	64
28800	64
38400	64

	1	2	3	4	5	6	7	8	bits
Octeto 0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Octeto 1	1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	S1	
Octeto 2	1	D7	D8	D9	D10	D11	D12	X	
Octeto 3	1	D13	D14	D15	D16	D17	D18	S3	
Octeto 4	1	D19	D20	D21	D22	D23	D24	S4	
Octeto 5	1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Octeto 6	1	D25	D26	D27	D28	D29	D30	S6	
Octeto 7	1	D31	D32	D33	D34	D35	D36	X	
Octeto 8	1	D37	D38	D39	D40	D41	D42	S8	
Octeto 9	1	D43	D44	D45	D46	D47	D48	S9	



Adaptação da interface V.24 para RDIS

- Estrutura da Trama (V.110):
 - Sincronização (17 bits):
 - Primeiro octeto da trama (8 zeros) + 1º. bit de cada um dos octetos seguintes
 - Bits D – Dados (48/80)
 - Transportam a informação útil
 - Bits “S” (6) e “X” (2) – Bits de controlo
 - Os bits S são agrupados em dois grupos, SA e SB para transporte de dois circuitos de controlo da interface V.24
 - SA (S1, S3, S6, S8)
 - SB (S4, S9)
 - Os bit X são usados para transporte de informação de sincronismo de trama entre os TA, podendo adicionalmente ser usados para transporte de informação de controlo de fluxo
 - Bits “E” (7) - são usados para transporte do ritmo de informação do terminal, de informação de fase de relógio do terminal e de informação de multi-trama



Bibliografia

- REDES DIGITAIS COM INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS (RDIS)
 - Mário Serafim Nunes, Augusto Júlio Casaca

