

COMUNICAÇÃO DE DADOS

UnB

Parte 3

Prof. Fabio Montoro
março 1995
r1 (1996)

3 CAMADA FÍSICA

3.1 INTRODUÇÃO

Protocolo é um conjunto de regras que rege uma comunicação.

A abrangência de um determinado protocolo em uma comunicação varia bastante. Em geral uma comunicação segue não só um, mas vários protocolos. A ISO definiu um modelo de relacionamento entre os diversos protocolos que regem uma comunicação, conhecido como modelo OSI ("*Open Systems Interconnection*")¹. Esse conceito define camadas de protocolos, com funções específicas, onde cada camada tem uma forma definida de se relacionar com as camadas adjacentes. O modelo OSI possui 7 camadas.

Na prática, uma comunicação normalmente é regida por um conjunto de protocolos que não se situam exatamente dentro do modelo OSI, ou seja, um protocolo pode fazer a função de duas ou mais camadas, ou ainda executar parcialmente as tarefas de uma camada (na definição OSI).

aplicação
apresentação
seção
transporte
rede
enlace
física

Fig. 3.1: Modelo OSI de camadas

¹ Em 1983 a ISO publicou o trabalho intitulado "The Basic Reference Model for Open Systems Interconnection"

O processo da comunicação se inicia em uma camada mais alta (aplicação) e vai descendo até a camada mais baixa (camada física), que se encarrega de levar a informação de um ponto a outro, e, depois, na recepção, sobe novamente para a camada de aplicação.

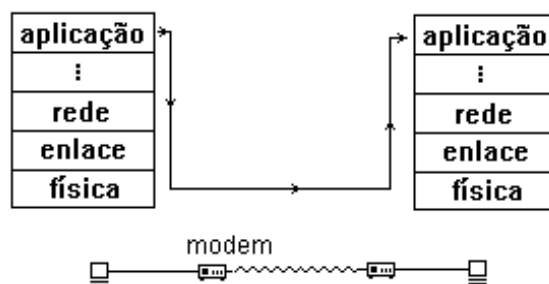


Fig. 3.2: Fluxo da comunicação através das camadas protocolares

Aplicação

É a camada em que o usuário interage com a máquina. Por exemplo: um programa processador de texto (Word) uma planilha eletrônica (Excel), um programa de controle remoto (Telnet), etc.

Apresentação

Estabelece as codificações para a camada de aplicação, executando conversões que garantam a portabilidade de uma aplicação entre ambientes operacionais diferentes. Por exemplo, a codificação de texto ASCII, a codificação de imagem JPEG, etc.

Sessão

Estabelece, acompanha e termina sessões entre duas camadas de apresentação, em ambientes distintos. Exemplo: sistema operacional que controla a alocação de processador para as diversas aplicações.

Transporte

Se encarrega de transportar os dados entre duas aplicações, rodando em máquinas distintas, cada uma com seu sistema operacional, permitindo, por exemplo, a comunicação entre um aplicativo rodando em um computador de grande porte e um aplicativo rodando em um microcomputador. Exemplos: TCP, UDP, SPX (Novell).

As aplicações possuem portas de comunicação virtuais que estabelecem comunicação com os usuários remotos. No protocolo TCP, por exemplo, há uma série de portas previamente definidas para aplicações (também chamadas de serviços) específicas. Exemplos: FTP (serviço de transferência de arquivos) utiliza a porta 21; Telnet (serviço de terminal remoto) utiliza a porta 23; HTTP

(serviço de transferência de páginas de informações) utiliza a porta 80, dentre outras.

Esta camada estabelece uma conexão confiável entre os dois lados, executando procedimentos de correção de erros.

Rede

Se encarrega de rotear as mensagens, que contém as informações das camadas superiores, através da rede, utilizando um sistema de endereçamento conhecido. Exemplos: IP e IPX.

Enlace

Se encarrega de transferir a informação da camada superior (normalmente a de rede), entre dois pontos, dividindo-a em pacotes (às vezes chamados de quadros ou *frames*). Pode ou não executar as funções de detecção e correção de erros. Exemplos: BSC, HDLC, SDLC, PPP, Frame Relay, etc.

Física

Se encarrega de garantir a transmissão da informação binária básica (bits) entre dois pontos físicos, se preocupando com as características físicas do meio, do transmissor (codificador) e do receptor (decodificador). Exemplos: EIA-232D, V.35, Ethernet, HDSL, ADSL, etc.

A interação entre as camadas é feita por encapsulamento da informação da camada superior em um pacote da camada inferior.

O processo de encapsulamento consiste em adicionar informações de controle da camada inferior, por meio de um cabeçalho e um rodapé (às vezes), ao pacote da camada superior.

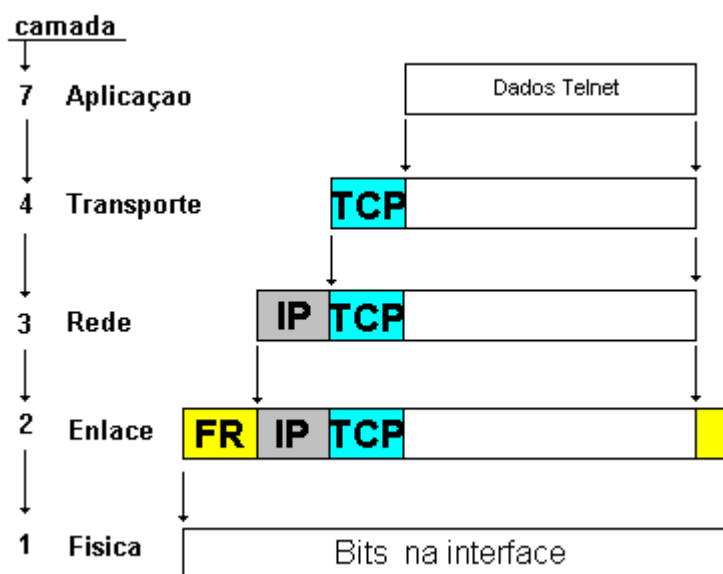


Fig. 3.2a: Fluxo da comunicação através das camadas protocolares

A figura 3.2.a mostra, como exemplo, o encapsulamento gerado em uma aplicação de comunicação Telnet: os dados do aplicativo Telnet são encapsulados em um pacote TCP, que possui um cabeçalho de 20 bytes. O pacote TCP é encapsulado em um pacote IP, que também possui um cabeçalho de 20 bytes - já são 40 bytes de informações de controle (*overhead*). O pacote IP é encapsulado em um pacote Frame Relay (no caso deste exemplo, mas poderia ser um pacote Ethernet), que possui 5 bytes de cabeçalho e 3 bytes de rodapé. No total foram adicionados 48 bytes à informação original do aplicativo.

Neste capítulo estudaremos a primeira camada: física.

A camada de enlace será abordada nos capítulos subsequentes e as camadas superiores (transporte até aplicação) não fazem parte do escopo deste curso.

3.2 CAMADA FÍSICA - INTERFACES

A camada física, a mais baixa do modelo, é básica e fundamental para a comunicação. Ela se preocupa com três aspectos:

- Especificação mecânica da conexão: formato e dimensões do conector, material a ser utilizado no conector.
- Especificação elétrica da conexão: amplitude, e frequência dos sinais na interface, impedância e capacitância dos circuitos.
- Especificação lógica da conexão: relação entre os sinais, significado dos estados, etc.

A figura 3.3 ilustra duas interfaces: uma entre o terminal e o modem e outra entre o modem e a linha telefônica. Cada uma dessas interfaces segue um protocolo de camada física. Os equipamentos devem obedecer ao protocolo específico de cada interface, para conseguir transmitir os sinais elétricos de um lado para o outro.

A interface entre o terminal e o modem é uma interface digital. Normalmente as interfaces digitais são ligadas por meio de um cabo (cordão de conexão). O cabo pode funcionar como um simples extensor da conexão física mas pode também alterar as especificações da interface, como por exemplo, inverter pinos, mudar o conector, etc.

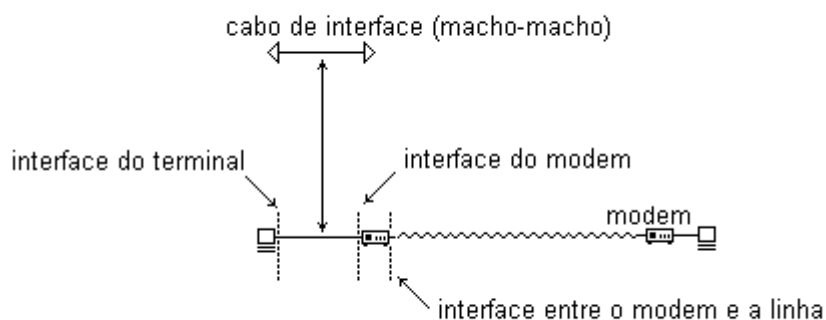


Fig. 3.3: Interfaces da camada física

3.2.1 Interfaces seriais

A transferência de dados digitais seriais entre dois equipamentos envolve duas interfaces e um cabo. As características e o comprimento desse cabo influenciam na velocidade máxima de transferência de dados pela interface, mas nem sempre tais parâmetros são mencionados nas normas. As próximas duas figuras ilustram os dois cabos mais comuns para conexão de equipamentos digitais seriais. Eles utilizam conectores tipos DB25 (25 pinos) e M34 (34 pinos), respectivamente.

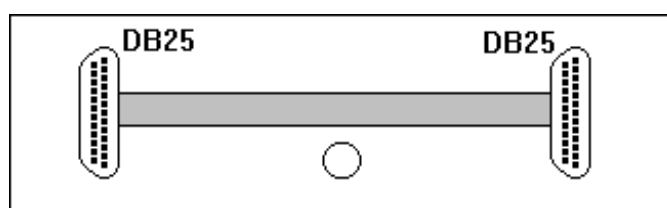


Fig. 3.4: Cabo com conectores tipo DB25

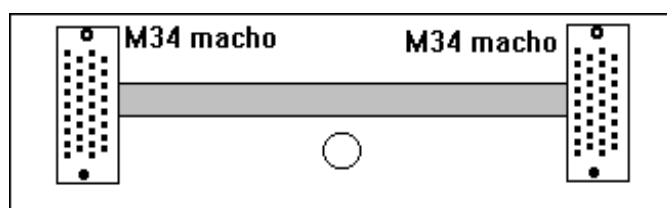


Fig. 3.5: Cabo com conectores tipo M34

Normalmente o cabo é direto, ou seja, liga pinos de mesma posição (pino 1 ao pino 1, pino 2 ao pino 2, etc.), e, portanto, há dois comportamentos distintos da interface serial, com relação ao fluxo dos sinais: um, chamado ECD² e outro, ETD³. Por exemplo, se o ETD envia seus dados no pino 2 e recebe os dados do ECD no pino 3, então o ECD envia pelo pino 3 e recebe

² ECD = Equipamento de Comunicação de Dados

³ ETD = Equipamento Terminal de Dados

pelo 2. Naturalmente, ao se conectar dois equipamentos, um deve se comportar como ECD e o outro como ETD. Normalmente o conector da interface ECD é fêmea e o da ETD é macho, mas isso não é uma regra geral. O cabo, normalmente esquecido quando se fala em interfaces seriais, é apenas o meio físico que liga as duas interfaces – normalmente é o cabo é direto quando se liga ECT a ETD e cruzado (cabo *cross*), quando se liga dois ECDs ou dois ETDs.

A figura 3.6 mostra alguns equipamentos conectados com cabos diretos e cruzados. Note que os comportamentos das interfaces ligadas por um cabo nem sempre são opostos. Na representação do cabo, a ponta da seta representa o conector macho.

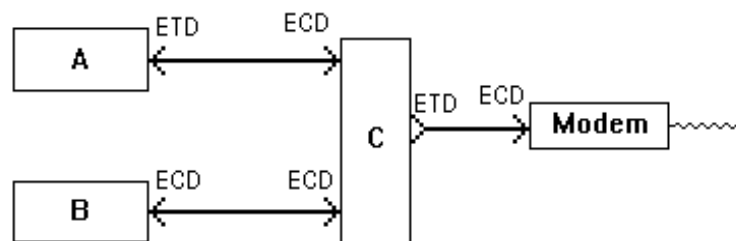


Fig. 3.6: Interfaces seriais e seus comportamentos ETD e ECD

Cada sinal da interface é transferido por um circuito elétrico. Há dois tipos de circuitos nas interfaces seriais, com relação à forma de acoplamento com o cabo:

- desbalanceado
- balanceado

O circuito desbalanceado possui uma ligação para o sinal e uma única referência de sinal (0 volt), nos dois lados, conforme ilustra a figura 3.7. Todos os circuitos de uma interface desbalanceada utilizam a mesma referência de sinal (0 Volt). O lado que gera o sinal é o gerador e o que recebe é a carga. Todos os circuitos tem sua voltagem referenciada ao pino de 0 volt.

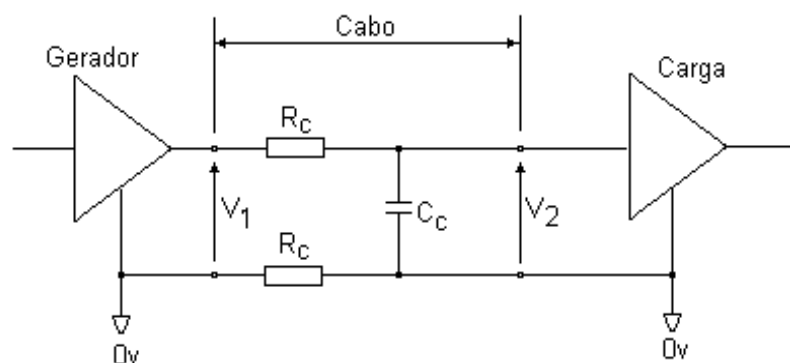


Fig. 3.7: Circuito desbalanceado para interface serial

O circuito balanceado possui duas ligações para cada circuito, conforme ilustra a figura 3.8. Cada circuito tem sua própria referência, independente do pino de 0 V. Esse tipo de circuito é mais imune ao ruído e consegue operar em velocidades maiores mas, por outro lado, é mais caro.

As figuras 3.7 e 3.8 também mostram os parâmetros básicos, principais, R_c e C_c (resistência e capacitância), do cabo. Esses parâmetros são distribuídos e sua influência é proporcional ao comprimento do cabo.

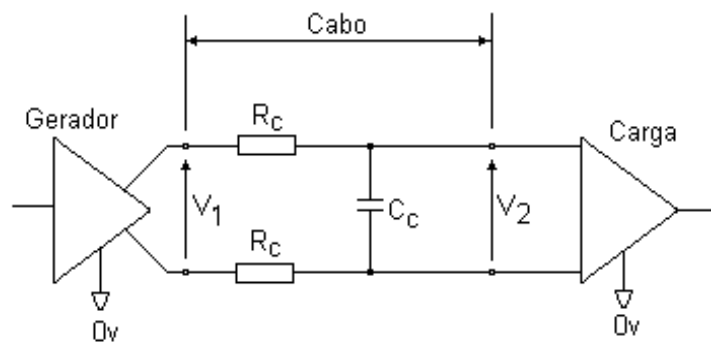


Fig. 3.8: Circuito balanceado para interface serial

Os elementos “gerador” e “carga” possuem 6 parâmetros básicos, que em geral são especificados na norma da interface:

V_0 = tensão em aberto do gerador

R_0 = resistência do gerador

C_0 = capacitância do gerador

R_L = resistência de carga

C_L = capacitância da carga

dV/dt = variação da voltagem na interface

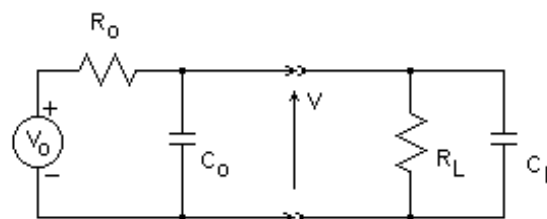


Fig. 3.9: Elementos gerador e carga, de um circuito de interface serial

Há normas de interfaces seriais que especificam todos os circuitos como desbalanceados e outras que especificam tanto circuitos balanceados como desbalanceados.

Há várias normas que especificam interfaces seriais. Algumas não definem os três aspectos (mecânico, elétrico e lógico) e isso em geral causa bastante confusão quando se fala de interfaces seriais.

A próxima tabela relaciona as normas mais conhecidas e onde os três aspectos são definidos. Note que, às vezes, uma norma somente define um dos aspectos, como é o caso da V.10, por exemplo. Outras vezes a norma especifica os três parâmetros, como é o caso da EIA-232. A tabela também diz qual é o conector mais utilizado e a velocidade máxima originalmente especificada.

Tabela 3.1: Normas para interface serial

Norma⁴	Elétrica	Mecânica	Lógica	Conector	Velocidade
EIA232	EIA232D	EIA232D	EIA232D	DB25	20 kbps
V.35	V35, V28	ISO2593	ISO2593, V.35	M34	48 kbps
V.36	V10, V11	ISO4902	ISO4902, V.36	DB37	72 kbps
V.10	V10	-	-	-	100 kbps
V.11	V11	-	-	-	10 Mbps
V.24	-	-	V.24	-	-
V.28	V28	ISO2110	-	DB25	20 kbps
X.21	V10, V11	ISO4903	ISO4903, X.24	DB15	-
EIA422	EIA422A	-	-	-	10 Mbps
EIA423	EIA423A	-	-	-	100 kbps
EIA449	EIA422, 423	EIA449	EIA449	DB37	10 Mbps
EIA530	EIA530A	EIA530A	EIA530A	DB25	2 Mbps
EIA562	EIA562	EIA232D	EIA232D	DB25	64 kbps

Há equipamentos que permitem configurar sua interface para diferentes normas, como ECD ou ETD. Nos que permitem, alguns exigem a troca de uma

⁴ As normas iniciadas por "X" e "V" foram publicadas pelo ITU-T

placa interna (placa de interface) e o posicionamento de estrapes⁵ ou microchaves. Alguns equipamentos permitem configurar sua interface para várias normas e podem vir acompanhados de um pequeno cabo adaptador para cada uma, que deve ser instalado para cada norma de interface. Alguns equipamentos são configurados pela troca de um módulo encaixado em seu painel, que já possui o conector correto. Há equipamentos cuja seleção dos aspectos elétricos e lógicos é feita por software.

3.2.1.1 Interface EIA-232⁶

A importância que esse padrão de interface tem em comunicação de dados justifica o espaço dedicado aqui para sua apresentação.

A Associação das Indústrias Eletrônicas - EIA ("Electronic Industries Association"), dos Estados Unidos, publicou uma norma sobre a interface serial a ser utilizada para interconectar ETD e modem. Essa norma recebeu o nome de RS232 e, com o passar dos anos, ao sofrer uma revisão, ganhava uma letra adicional, na seqüência alfabética. A revisão "C", de 1969, ou seja, RS-232C⁷, é a que ficou de fato conhecida. Em janeiro de 1987 a norma sofreu mais uma revisão e passou a ser denominada de EIA-232D. Apesar dessa mudança, a norma EIA-232D continua sendo chamada de RS232, ou simplesmente de RS.

A norma EIA-232 é bem completa, sendo suportada por outras publicações, como notas aplicativas⁸ e norma sobre qualidade⁹. Ela se tornou sinônimo de "interface serial": muitas pessoas, se referem à interface serial de seu equipamento como a "RS" do equipamento.

A Telebrás publicou uma norma¹⁰ de interface serial baseada na EIA-232.

A tabela 3.2 mostra os 25 pinos da interface utilizando o conector DB25, com a sigla popular utilizada para cada um, a denominação da norma EIA-232, a denominação da norma V.24 (essa norma é equivalente à EIA-232), a descrição do sinal e a origem (gerado por que lado).

DB-25	DB-9
-------	------

⁵ Pequena peça, removível, que se encaixa em dois pinos na placa de circuito impresso, fazendo a conexão elétrica entre eles. Também chamado de "jumper".

⁶ Ref. 27.

⁷ Ref. 32.

⁸ Ref. 26.

⁹ Ref. 33.

¹⁰ Ref. 106.

Pino	Sigla	EIA-232	V.24	Descrição	Origem	Pino	Sinal
1	-	-	-	Blindagem	-	1	DCD
2	DTX	BA	103	Dados a transmitir	ETD	2	DRX
3	DRX	BB	104	Dados recebidos	ECD	3	DTX
4	RTS	CA	105	Pedido para transmitir	ETD	4	DTR
5	CTS	CB	106	Transmissão autorizada	ECD	5	0V
6	DSR	CC	107	Modem pronto	ECD	6	DSR
7	0V	AB	102	Referência de tensão	-	7	RTS
8	DCD	CF	109	Recebendo portadora	ECD	8	CTS
9	+V	-	-	Voltagem positiva	ECD	9	RING
10	-V	-	-	Voltagem negativa	ECD		
11	MOD	-	126	Seleção de modo	ETD		
12	SDC D	SCF/ CI	122	DCD secundário	ECD		
13	SCTS	SCB	121	CTS secundário	ECD		
14	SDTX	SBA	118	DTX secundário	ETD		
15	TCK	DB	114	Sincronismo de transmissão	ECD		
16	SDR X	SBB	119	DRX secundário	ECD		
17	RCK	DD	115	Sincronismo de recepção	ECD		
18	LAL	LL	141	Enlace analógico local	ETD		
19	SRTS	SCA	120	RTS secundário	ETD		
20	DTR	CD	108	Terminal pronto	ETD		

21	LDR	RL/C G	140	Enlace digital remoto	ETD
22	RING	CE	125	Recebendo chamada	ECD
23	SVEL	CH/CI	111	Seleção de velocidade	ETD
24	TCKE	DA	113	Sincronismo transmissão externo	ETD
25	TST	TM	142	Modem em teste	ECD

Tabela
3.2:
EIA-

232: definição dos pinos

A norma EIA-232 define o conector DB25. No entanto, alguns equipamentos, como os microcomputadores, possuem interface EIA-232 implementada com conector DB9 (9 pinos), que opera somente no modo assíncrono. A tabela 3.2 também mostra como o conector DB9 é utilizado.

Os parâmetros de definição elétrica da EIA-232 são:

$$|V_0| \leq 25 \text{ V}$$

R_0 = não especificado

C_0 = não especificado

$$3 \text{ k}\Omega \leq R_L \leq 7 \text{ k}\Omega$$

$$C_L \leq 2500 \text{ pF}$$

$$dV/dt \leq 30 \text{ V}/\mu\text{s}$$

A capacitância de saída do gerador, C_0 , não é especificada explicitamente mas deve ser tal que a variação da voltagem na interface não ultrapasse 30 volts por micro segundo, e essa característica normalmente limita o uso da EIA-232 para velocidades até 20.000 bps. Muitos equipamentos alteram a capacitância do gerador para operar em velocidades maiores. A resistência R_0 normalmente fica entre 50 e 300 Ω .

Há quatro tipos de circuitos na EIA-232, facilmente identificáveis na tabela 3.2:

- circuitos de dados
- circuitos de sincronismo

- circuitos de controle
- circuitos de teste

Características semelhantes são exigidas pela recomendação ITU-T V28¹¹. Os níveis especificados para os estados dos sinais são:

SINAL DE DADOS: "1"= MARCA = -3 a -25V

"0"= ESPAÇO = +3 a +25V

SINAL DE CONTROLE: "0"= DESATIVADO = -3 a -25V = OFF

"1"= ATIVADO = +3 a +25V = ON

As transições dos sinais de dados e sincronismo, de um estado para o outro, devem ser menor que 1 ms e 4% do bit. Nos sinais de controle as transições devem ser menor que 1 ms. Os sinais de sincronismo devem ter as mesmas características especificadas para o sinal de dados. Para esse parâmetro, a ITU-T apresenta uma pequena diferença quanto ao tempo de transição do sinal de dados ou sincronismo: ela recomenda que tenha uma transição menor que 1 ms e 3% do bit.

A seguir veremos a definição dos principais sinais na interface EIA-232D, separados por categoria (dados, sincronismo, controle e teste)

DTX - pino 2

Dados a transmitir. Dados binários seriais gerados pelo ETD para serem transmitidos. O ETD deve manter DTX = "1" quando não houver dados a serem transmitidos. Os dados somente serão transmitidos se:

DTR = "1"

DSR = "1"

RTS = "1"

CTS = "1"

DRX - pino 3

Dados recebidos. Dados binários seriais recebidos pelo modem. O modem deve manter DRX = "1" quando DCD = "0".

TCK - pino 15

¹¹ Ref. 55 págs. 199-202.

Sincronismo de transmissão. Gerado pelo modem no caso das transmissões síncronas. O ETD deve fornecer os dados DTX de tal forma que as transições negativas de TCK coincidam com o centro de cada bit. Esse sinal está sempre presente na interface, independentemente do tipo de sincronismo utilizado (interno, externo ou regenerado).

RCK - pino 17

Sincronismo extraído do sinal de recepção. Gerado pelo modem no caso das transmissões síncronas, este sinal deve ter suas transições negativas coincidentes com o centro de cada bit de dado recebido (DRX). No caso do modem estar operando sua transmissão com sincronismo regenerado, esse sinal também é enviado pelo pino 15 para o ETD.

TCKE - pino 24

Sincronismo de transmissão externo. Gerado pelo ETD no caso das transmissões síncronas. As transições negativas devem coincidir com o centro de cada bit dos dados de transmissão (DTX). Este sinal, normalmente, está sempre presente na interface.

RTS - pino 4

Pedido para transmitir. Em operação duplex, se RTS = "1", o modem transmite dados e se RTS = "0" o modem não transmite. Em operação semi-duplex, quando o RTS passa de "0" para "1", o modem deve passar ao modo de transmissão. Ao completar a operação o modem deve responder com CTS = "1", indicando ao ETD que pode transmitir os dados; quando RTS passa de "1" para "0", o modem deve completar a transmissão do último bit de dado até então transferido pelo ETD e passar ao modo recepção. Ao completar a operação o modem deve responder com CTS = "0".

Notas:

- 1) Quando RTS cai para "0", não deve retornar para "1" enquanto CTS = "1".
- 2) É permitido ao ETD fazer RTS = "1" independente dos demais sinais da interface.
- 3) Quando RTS = "1", o modem deve estar com sua portadora na linha.

CTS - pino 5

Transmissão autorizada. Gerado pelo modem, indica que este está pronto para transmitir dados, em resposta ao RTS = "1" do ETD. A condição CTS = "1" e DSR = "1" é uma indicação de que o modem está transmitindo os dados apresentados na interface.

A condição CTS = "0" é indicação para o ETD não apresentar dados na interface pois não serão transmitidos.

DSR - pino 6

Modem pronto, em condição operacional. Gerado pelo modem, indica que este está operacional. A condição DSR = "1" indica simultaneamente que:

- O modem está conectado à linha telefônica.
- O modem não está em teste (ativado local ou remotamente).
- O modem já completou qualquer eventual protocolo de linha, como por exemplo: Procedimento de resposta automática (que inclui a geração do tom de resposta) e procedimento de discagem automática.

DTR - pino 20

Terminal pronto (em condição operacional). Gerado pelo ETD para indicar que este está operacional e solicitar a conexão modem-linha. A condição DTR = "1" solicita ao modem sua conexão à linha. Quando o modem estiver no modo resposta automática, o ETD pode estar com DTR = "1", aguardando a chamada. A condição DTR = "0" solicita a desconexão modem-linha. Em linhas comutadas, se DTR cair para "0", não deve voltar para "1" enquanto DSR também não cair para "0".

DCD - pino 8

Recebendo portadora. A condição DCD = "1" indica que o modem está recebendo portadora válida (acima de um limiar de potência predeterminado). A condição DCD = "0" indica que o modem não está recebendo portadora ou seu nível está abaixo do limiar predeterminado. A condição DCD = "0" faz com que os dados de recepção fiquem presos em marca (DRX = "1"). No caso dos modem duplex com técnica de cancelamento de eco, como o V.32, V.32bis ou V.34, o sinal DCD indica que há portadora somente após um determinado ponto das seqüências de treinamento e apresentação, pois não há como o modem diferenciar o sinal recebido do eco, antes de ajustar seus circuitos de detecção.

MOD - pino 11

Gerado pelo ETD, este circuito permite selecionar o modo de operação do modem, quando aplicável:

MOD ="0" : modo origem

MOD ="1" : modo resposta

RING - pino 22

Gerado pelo modem, este circuito indica a presença de sinal de chamada na linha quando RING="1". O modem deve, portanto, reconhecer o sinal de chamada utilizado pela central telefônica, que é um sinal alternado em torno de 20 ou 30 Hz com tensão que pode chegar a 90 volts.

SVEL - pino 23

Gerado pelo ETD, este circuito permite selecionar a velocidade de operação do modem, quando aplicável:

SVEL = "0": velocidade mais baixa

SVEL = "1": velocidade mais alta

LDR - pino 21

Gerado pelo ETD, este sinal solicita ao modem local que envie um pedido de enlace digital ao modem remoto quando LDR = "1". Naturalmente, este comando só será atendido nos modems que possuírem a facilidade de enlace digital remoto, e quando o tipo de conexão permitir. Por exemplo, um modem V26 operando semiduplex a dois fios não consegue realizar esse teste.

LAL - pino 18

Gerado pelo ETD, este sinal solicita ao modem local que execute um enlace analógico quando LAL = "1".

TST - pino 25

Gerado pelo modem, este sinal indica ao ETD se aquele está em alguma condição de teste:

TST = "1": modem em teste

TST = "0": modem não está em teste

Além dos circuitos principais descritos, há outros circuitos que se referem a um canal secundário opcional, cujas funções são similares aos seus correspondentes principais.

A norma EIA-232D especifica um conector de 25 pinos, de forma que a fêmea fica do lado do modem e o macho do lado do ETD. Um cabo deve ligar os dois conectores, cujo comprimento máximo não é especificado, mas deve ser tal que as características elétricas, mencionadas anteriormente, sejam mantidas. A recomendação ITU-T V28 não contém as características

mecânicas da interface, mas faz referência à norma ISO-2110-1980¹² publicada pela Organização Internacional de Normalizações ("International Standards Organization"), que especifica um conector de 25 pinos exatamente igual ao da EIA-232D.

O Padrão Telebrás 225-540-730 de 1986 também indica o conector citado na norma ISO.

3.2.1.2 Interface V.35

Na verdade, a recomendação V.35 especifica um modem para operar a 48 kbps usando o espectro de grupo, que vai de 60 a 108 kHz. Essa recomendação está obsoleta e foi publicada pela última vez no livro vermelho do CCITT¹³, em 1985. A recomendação V.35 já não consta no livro azul¹⁴, publicado em 1989, que a considera obsoleta e indica, para novos projetos, as recomendações V.36 e V.37. O apêndice II da V.35 especifica a interface serial para esse modem. Apesar da V.35 não ser uma especificação de interface, ainda hoje é conhecida dessa forma, e continua muito utilizada em vários equipamentos, como modems de alta velocidade, bridges, roteadores, dentre outros. Os circuitos para dados e sincronismo devem ser balanceados mas os circuitos de controle são desbalanceados e devem seguir as especificações elétricas da recomendação V.28. A interface V.35 utiliza um conector de 34 pinos, especificado pela norma ISO 2593¹⁵ e conhecido como conector M34. A tabela 3.3 mostra os sinais da V.35, com as suas especificações - a coluna da esquerda mostra o nome do pino no conector M34. O cabo para interligar interfaces V.35 deve ser formado de pares trançados com impedância característica entre 80 e 120 Ω . Como a interface V.35, nos equipamentos, utiliza um conector fêmea, o cabo de interligação possui dois conectores M34 macho.

Tabela 3.3: Interface ITU-T V.35

Pino	Sigla	V.35	Descrição	Especific Elétrica	Origem
B	0v	102	Referência de tensão	V.28	-
P	DTX-A	103	Dados a transmitir	V.35	ETD
S	DTX-B				

¹² Ref. 52.

¹³ Ref. 56.

¹⁴ Ref. 55.

¹⁵ Ref. 53.

R	DRX-A	104	Dados recebidos	V.35	Modem
T	DRX-B				
C	RTS	105	Pedido para transmitir	V.28	ETD
D	CTS	106	Transmissão autorizada	V.28	Modem
E	DSR	107	Modem pronto	V.28	Modem
F	DCD	109	Recebendo portadora	V.28	Modem
Y	TCK-A	114	Sincronismo TX	V.35	Modem
AA	TCK-B				
V	RCK-A	115	Sincronismo RX	V.35	Modem
X	RCK-B				
U	TCKE-A		Sincronismo externo		ETD
W	TCKE-B				
J	RING		Recebendo chamada		Modem
NN	TST		Teste		Modem
LL	LAL		Enlace de teste		ETD

Os circuitos TCKE, RING, TST e LAL não são especificados na recomendação V.35 mas são utilizados, nesses pinos, por diversos fabricantes de equipamentos de comunicação de dados.

Circuito gerador para dados e sincronismo

Os circuitos geradores de dados e sincronismo são balanceados e possuem dois terminais: A e B. Devem possuir impedância entre 50 e 150 Ω . Devem possuir uma resistência, quando curto-circuitados, para o pino de referência de voltagem (102), de 150 $\pm$ 15 Ω . A voltagem entre os dois pinos de um circuito, quando terminado por uma carga resistiva de 100 Ω , deve ser 0,55 volt + 20%. Para transmitir "1" o terminal A fica positivo em relação ao terminal B. Para transmitir "0" o terminal A fica negativo em relação ao terminal B. O tempo de subida entre os pontos de 10% e 90% de qualquer transição do sinal, quando terminado com 100 Ω , deve ser menor que 1% da duração nominal de um bit ou 40 ns, o que for maior. A média aritmética da voltagem para cada terminal (A e B), com relação ao circuito 102, não deve exceder 0,66 volt, quando estiver terminado com 100 Ω .

Circuito Carga para dados e sincronismo

A impedância de entrada deve ser $100 \pm 10 \Omega$, resistiva. Devem possuir uma resistência, quando curto-circuitados, para o pino de referência de voltagem (102), de $150 \pm 15\Omega$.

3.2.1.3 Interface V.36¹⁶

Recomendação ITU-T que substitui a V.35. Especifica um modem para operar nas velocidades de 48, 56, 64 e 72 kbps usando o espectro de grupo que vai de 60 a 108 kHz. Essa recomendação, da mesma forma que a V.35, especifica os circuitos de interface do modem. Dados, sincronismo e alguns sinais de controle devem seguir a recomendação V.11 e os demais circuitos de controle devem seguir a V.10.

Pino	Sigla	V.36	EIA449	Descrição	Especif · Elétrica	Origem
19	0v	102	SG	Referência comum	-	-
37	0v	102a	SC	Referência do ETD	-	-
20	0v	102b	RC	Referência do modem	-	-
4	DTX-A	103	SD	Dados a transmitir	V.11	ETD
22	DTX-B					
6	DRX-A	104	RD	Dados recebidos	V.11	modem
24	DRX-B					
7	RTS	105	RS	Pedido para transmitir	V.11	ETD
25						
9	CTS	106	CS	Transmissão autorizada	V.11	modem
27						
11	DSR	107	DM	Modo dados	V.11	modem

¹⁶ Ref. 55 págs. 245-254.

29						
13	DCD	109	RR	Recebendo portadora	V.11	modem
31						
5	TCK-A	114	ST	Sincronismo TX	V.11	modem
23	TCK-B					
8	RCK-A	115	RT	Sincronismo RX	V.11	modem
26	RCK-B					
17	TCKE-A	113	TT	Sincronismo TX externo	V.11	ETD
35	TCKE-B					
15	RING		IC	Recebendo chamada	V.10	modem
18	TST	142	TM	Modem em teste	V.10	modem
10	LAL	141	LL	Enlace de teste local	V.10	ETD
14	LDR	140	RL	Enlace de teste remoto	V.10	ETD

Tabela 3.4: Interface ITU-T V.36

O conector recomendado na V.36 é o DB-37, de 37 pinos, especificado na norma ISO 4902¹⁷. Como essa especificação equivale à EIA-449, a tabela 3.4 possui duas colunas para indicar o nome do sinal nas duas normas.

3.2.1.4 Interface V.10¹⁸

A recomendação V.10 especifica apenas as características elétricas dos circuitos da interface, que são desbalanceados. Deve ser utilizada em conjunto com alguma especificação mecânica para o conector, pois ela apenas diz que o conector depende da aplicação, mas cita o de 37 pinos da ISO-4902¹⁹. Projetada para transferir dados síncronos até 100 kbps. A velocidade máxima fica limitada ao comprimento do cabo, que pode ir de 10 metros a 1 km, conforme ilustra a figura 3.10. Essa norma é equivalente à EIA-423A.

¹⁷ Ref. 54.

¹⁸ Ref. 55 págs. 15-31

¹⁹ Ref. 54.

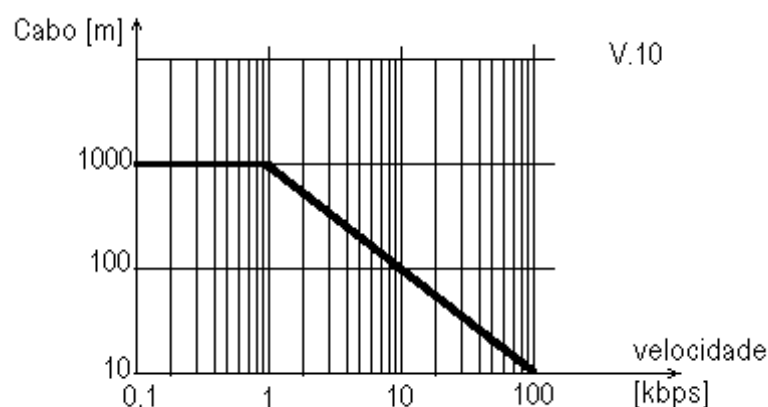


Fig. 3.10: Cabo de interface V.10

3.2.1.5 Interface V.11²⁰

Projetada para transferir dados síncronos até 10 Mbps. O conector depende da aplicação. Menciona que a ISO 4902 especifica um conector de 37 pinos para interface com a companhia telefônica e que a ISO 4903 especifica um conector de 15 pinos para interface entre outros equipamentos ETD. Da mesma forma que a V.10 deve ser utilizada com especificações complementares. A velocidade máxima fica limitada ao comprimento do cabo, que pode ir de 10 metros a 1 km, conforme ilustra a figura 3.11. A recomendação V.11 especifica duas curvas para comprimento de cabo: a curva “1” supõe que o circuito receptor possui uma impedância de entrada casada com a impedância característica do cabo, que deve ser entre 100 e 150Ω. A V.11 recomenda receptores casados para velocidades acima de 200 kbps.

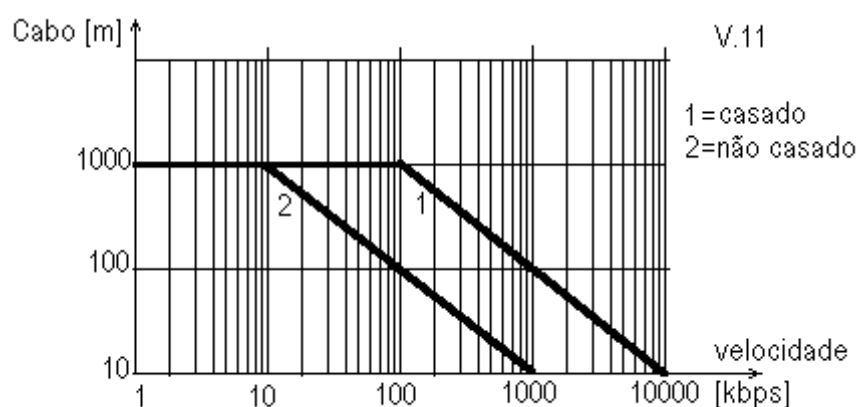


Fig. 3.11: Cabo de interface V.11

²⁰ Ref. 55 págs. 32-43.

3.2.1.6 Interface V.28²¹

Define apenas as características elétricas de uma interface desbalanceada para operar até 20.000 bps. Menciona o conector de 25 pinos especificado na ISO 2110. A norma EIA-232D é equivalente à V.28, quanto ao aspecto elétrico.

3.2.1.7 Interface EIA-422A²²

Define as especificações elétricas de circuitos de interface balanceados, que são normalmente implementados com circuitos integrados. Essa norma foi escrita levando em consideração os trabalhos da ISO e ITU-T. É totalmente compatível com a V.11. Um circuito completo de interface é composto de um gerador, um cabo e uma carga. Os parâmetros especificados na EIA-422 são tais que seus circuitos balanceados podem operar com os circuitos desbalanceados especificados na norma EIA-423. Aceita cabo com até 60 m de comprimento para transferências de dados a 2 Mbps. O gráfico da figura 3.12 mostra a performance da EIA-422 em função do comprimento do cabo, constituído por pares trançados 24 AWG. A título de comparação o gráfico também mostra a performance da EIA-232.

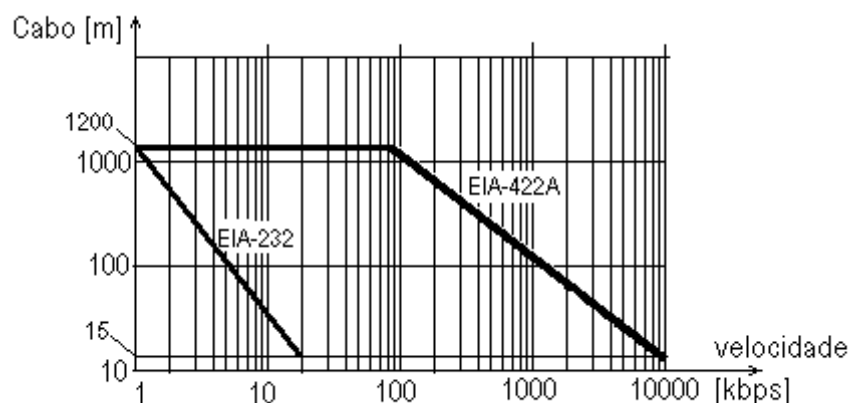


Fig. 3.12: Cabo de interface EIA-422A

²¹ Ref. 55 págs. 211-215.

²² Ref. 28.

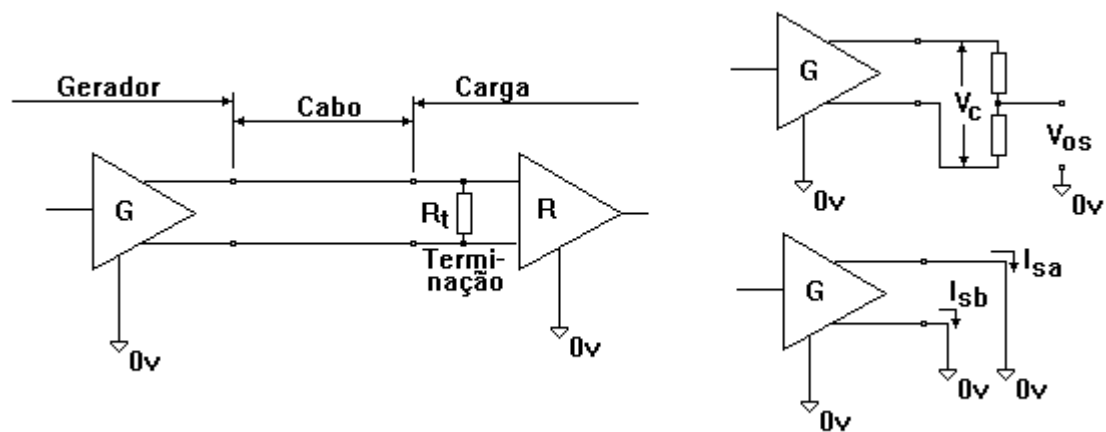


Fig. 3.13: Circuitos da interface EIA-422A

Especificações elétricas do gerador:

- Impedância de saída: $Z_0 \leq 100 \, \Omega$
- Tensão de saída com circuito aberto: $|V_O| \leq 6,0 \, \text{V}$
- Tensão de saída com carga resistiva de $100 \, \Omega$: $|V_C| \geq 2,0 \, \text{V}$ e $|V_C| \geq 0,5 \cdot |V_O|$
- Tensão de offset: $|V_{OS}| \leq 3,0 \, \text{V}$
- Corrente de curto: $|I_{sa}| \leq 150 \, \text{mA}$, $|I_{sb}| \leq 150 \, \text{mA}$

Especificações elétricas da carga:

- Alta impedância de entrada: $Z_i \geq 4000 \, \Omega$
- Tensão de entrada: $200 \, \text{mV} \leq |V_i| \leq 6,0 \, \text{V}$

3.2.1.8 Interface EIA-423A

Define as especificações elétricas de circuitos desbalanceados e é compatível com a V.10. O comprimento do cabo é especificado no mesmo gráfico da V.10. Outro gráfico limita o tempo de subida do sinal digital na interface, em função da velocidade e do comprimento do cabo. Este gráfico foi baseado em um cabo AWG 24, com impedância de $50 \, \Omega$ e capacitância de $52,5 \, \text{pF/m}$. Pode-se determinar o comprimento do cabo em função de um tempo de subida linear ou exponencial. Por exemplo, para um tempo de subida linear igual a $10 \, \mu\text{s}$, o cabo deve, no máximo, 300 metros e a velocidade na interface pode ir até 24 kbps.

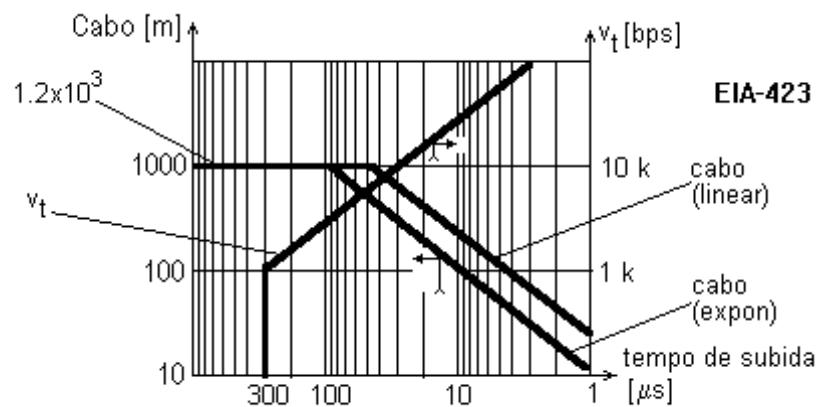


Fig. 3.14: Cabo de interface EIA-423A

3.2.1.9 Interface EIA-449²³

Define as especificações mecânicas da interface, especificando dois conectores: um principal com 37 e um secundário com 9 pinos.

Tabela 3.5: Interface EIA-449

Pin o	Sigla	V.36	EIA449	Descrição	Categoria	Origem
1	SHIELD		Shield	Blindagem	-	-
19	0v	102	SG	Referência comum	-	-
37	0v	102a	SC	Referência do ETD	-	-
20	0v	102b	RC	Referência do modem	-	-
4	DTX	103	SD	Dados a transmitir	I	ETD
22						
6	DRX	104	RD	Dados recebidos	I	modem
24						
7	RTS	105	RS	Pedido para transmitir	I	ETD
25						

²³ Ref. 29.

9	CTS	106	CS	Transmissão autorizada	I	modem
27						
12	DTR	108	TR	Terminal pronto	I	modem
30						
11	DSR	107	DM	Modo dados	I	modem
29						
13	DCD	109	RR	Recebendo portadora	I	modem
31						
5	TCK	114	ST	Sincronismo TX	I	modem
23						
8	RCK	115	RT	Sincronismo RX	I	modem
26						
17	TCKE	113	TT	Sincronismo TX externo	I	ETD
35						
15	RING	125	IC	Recebendo chamada	II	modem
18	TST	142	TM	Modem em teste	II	modem
10	LAL	141	LL	Enlace de teste local	II	ETD
14	LDR	140	RL	Enlace de teste remoto	II	ETD
2			SI	Indicador de velocidade	II	modem
16			SF/SR	Seleção freq. ou velocidade	II	ETD
28			IS	Terminal em serviço	II	ETD
32			SS	Utilizar canal reserva	II	ETD
33			SQ	Qualidade do sinal	II	modem

34			NS	Preparar para novo sinal	II	ETD
36			SB	Indicador de canal reserva	II	modem

Esta interface pode incorporar circuitos balanceados e desbalanceados. As especificações elétricas devem seguir as normas EIA-422A e EIA-423A. A norma define circuitos categoria I e categoria II. Para aplicações em que a velocidade é igual ou menor que 20000 bps os circuitos categoria I podem ser balanceados sem terminação (EIA-422A) ou desbalanceados (EIA-423A). Para aplicações onde a velocidade é maior que 20000 bps, todos os circuitos categoria I devem ser balanceados (EIA-422A). O uso da terminação R_t é opcional (figura 3.13). Em todas as aplicações os circuitos categoria II devem utilizar circuitos desbalanceados. Há dois referenciais de tensão especificados: "RC", se o sinal sai de um ECD e "SC" se o sinal sai de um ETD, ou seja, os geradores devem se referenciar a "RC" se forem ECD e a "SC" se forem ETD; os receptores devem se referenciar a "SC" se forem ECD e a "RC" se forem ETD.

3.2.1.10 Interface EIA-530A²⁴

Especifica uma interface entre modem e ETD, para operar até 2.1 Mbps, com conector DB25. A norma também especifica um conector alternativo, com 26 pinos, de menores dimensões que o DB25, chamado de Alt.A. Se esse conector menor for utilizado, a norma deve ser chamada de "EIA-530A-Alt.A". A pinagem dos dois conectores é a mesma - o pino 26 do conector menor não tem nenhum sinal alocado.

Duas categorias de circuitos são definidas, como na EIA-449: I e II. Os circuitos categoria I devem ser balanceados e seguir a EIA-422A. Cada circuito balanceado utiliza dois pinos: A e B, relacionados na tabela 3.6, nessa ordem, de cima para baixo - os dois pinos correspondentes no cabo devem entrar em um par trançado. Os circuitos categoria II devem ser desbalanceados e seguir a EIA-423A - cada circuito utiliza um pino e tem a tensão referenciada ao pino AB.

Tabela 3.6: Interface EIA-530A

Pin o	Sigla	EIA53 0	CCIT T	Descrição	Categor ia	Origem
----------	-------	------------	-----------	-----------	---------------	--------

²⁴ Ref. 30.

1	SHIELD	Shield		Blindagem	-	-
7	0v	AB	102A	Referência comum	-	-
23	0v	AC	102B	Referência comum	-	-
2	DTX	BA	103	Dados a transmitir	I	ETD
14						
3	DRX	BB	104	Dados recebidos	I	modem
16						
4	RTS	CA/CJ	105/133	Pedido para transmitir	I	ETD
19						
5	CTS	CB	106	Transmissão autorizada	I	modem
13						
20	DTR	CD	108	Terminal pronto	II	modem
6	DSR	CC	107	Modo dados	II	modem
8	DCD	CF	109	Recebendo portadora	I	modem
10						
12	TCK	DB	114	Sincronismo TX	I	modem
15						
9	RCK	DD	115	Sincronismo RX	I	modem
17						
11	TCKE	DA	113	Sincronismo TX externo	I	ETD
24						
22	RING	CE	125	Recebendo chamada	II	modem
25	TST	TM	142	Modem em teste	II	modem
18	LAL	LL	141	Enlace de teste local	II	ETD
21	LDR	RL	140	Enlace de teste remoto	II	ETD

3.2.1.11 Interface EIA-562²⁵

Essa norma especifica as características elétricas dos circuitos de uma interface digital desbalanceada, para interligar ECD e ETD ou quaisquer outros

²⁵ Ref. 31.

dois equipamentos, entre os quais se deseja transferir dados digitais seriais em velocidades até 64 kbps.

Vamos encontrar essa especificação em modems que possuem compressão de dados, pois a velocidade, na interface pode chegar 64 kbps ou até mesmo a 115,2 kbps.

A interface consiste de um circuito gerador ligado, por meio de um cabo, a um circuito carga. É intenção dessa norma fazer seus circuitos operarem com seus respectivos pares, definidos nas normas EIA-232D e ITU-T V.28, onde a velocidade fica limitada a 20 kbps, naturalmente devido às especificações da EIA-232D.

Para temporização e controle, o sinal na interface deve ser:

ON se $V_1 > +3,3 \text{ V}$

OFF se $V_1 < -3,3 \text{ V}$

Para qualquer sinal na interface, com circuito aberto, $|V_1| < 13,2 \text{ V}$. No caso de um curto-circuito na saída do gerador, a corrente deve ser menor que 60 mA. A impedância do gerador, com os circuitos desligados da alimentação, deve ser maior que 300 Ω .

A resistência de entrada do circuito carga deve estar entre 3 e 7 k Ω e é desejável que a capacitância de entrada, incluindo conector e placa de circuito impresso, seja menor que 100 pF. O circuito carga deve suportar uma tensão $|V_2| \leq 25 \text{ volt}$. A variação de voltagem na interface, dV_1/dt , deve estar entre 2,13 e 30 V/ μs para velocidades até 20 kbps, e entre 3,14 e 30 V/ μs se a velocidade estiver entre 20 kbps e 64 kbps.

É desejado que a resistência de cada condutor do cabo que liga o gerador ao receptor (carga), seja menor que 25 Ω .

A capacitância do cabo é a soma das capacitâncias mútua e aquela entre o condutor e a blindagem:

$$C_c = C_m + C_b \quad \text{onde } C_b = 2 \cdot C_m \quad ; \text{cabo blindado}$$

$$C_b = 0,5 \cdot C_m \quad ; \text{cabo não blindado}$$

Para garantir operação confiável, a capacitância total na interface deve ser menor que 2500 pF para velocidades até 20 kbps e menor que 1000 pF para velocidades entre 20 e 64 kbps.

Por exemplo, para que a interface opere a 64 kbps, o cabo deve ter uma capacitância menor que 800 pF, pois gerador e carga podem ter até 100 pF cada. Se o cabo é blindado e possui uma capacitância mútua de 60 pF/m,

então o comprimento deve ser menor que 4,4 metros. Se o cabo não for blindado, pode ter um comprimento de 8,9 metros.

3.1.1.12 Interface G.703

A recomendação CCITT G.703 especifica uma interface serial de alta velocidade para interconectar os equipamentos multiplexadores hierárquicos da série T e E, utilizados nas redes digitalizadas para telefonia, partindo do PCM. Atualmente outros equipamentos de transmissão estão utilizando a interface G.703, como por exemplo modems banda base de 64 kbps e modems banda base HDSL nas velocidades T1 e E1. Há uma especificação para cada velocidade das duas séries hierárquicas, como você pode ver na tabela 3.7. Os códigos de linha utilizados variam conforme a velocidade, por exemplo, para T1 o código pode ser AMI ou B8ZS, para T2 pode ser B6ZS ou B8ZS, para T3 é B3ZS, de E1 a E3 é HDB3, E4 é CMI. Duas saídas diferentes são possíveis: cabo coaxial de 75 Ω ou par trançado de 110 Ω . No caso de coaxial, dois cabos interligam os equipamentos: um de transmissão e outro de recepção e, no caso de par trançado, um cabo com dois pares interliga os equipamentos. O sinal de sincronismo deve ser extraído pelo equipamento que recebe o fluxo de dados, ou seja, o sincronismo é co-direcional. Na velocidade de 64 kbps há duas outras alternativas de sincronismo: contra-direcional, onde um dos dois equipamentos controla todo o sincronismo e centralizado, onde todos os sincronismos vem de uma fonte externa aos dois equipamentos.

Tabela 3.7: Interface G.703

	Velocidade [kbps]	Tolerância [ppm]
DS0	64	± 100
T1	1.544	± 50
T2	6.312	± 30
T3	44.736	± 20
T4	274.176	± 15
E1	2.048	± 50
E2	8.448	± 30
E3	34.368	± 20
E4	139.264	± 15

3.2.1.13 Interface HSSI

Projetada para ser utilizada em conexões da hierarquia americana DS3 (44,736 Mbps) com outros serviços de alta velocidade, a interface HSSI, "High Speed Serial Interface", pode operar até 52 Mbps. Utiliza um conector de 50 pinos, similar ao da interface paralela SCSI-II ("Small Computer Systems Interface").

Tabela 3.8: Interface HSSI

Pinos	Sigla	HSS I	Descrição	Origem
1, 26	0v	SG	Referência de tensão	-
2,27	RCK	RT	Sincronismo RX	modem
3,28	DSR	CA	Modem disponível	modem
4,29	DRX	RD	Dados recebidos	modem
5,30		LC	Circuito de enlace C	modem
6,31	TCK	ST	Sincronismo TX	modem
7,32	0v	SG	Referência de tensão	-
8,33	DTR	TA	ETD disponível	ETD
9,34	TCKE	TT	Sincronismo TX externo	ETD
10,35		LA	Circuito de enlace A	ETD
11,36	DTX	SD	Dados a transmitir	ETD
12,37		LB	Circuito de enlace B	ETD
13,38	0v	SG	Referência de tensão	-
14-18,39-43		SG	Auxiliar do ETD	ETD
19,44	0v		Referência de tensão	-
20-24,45-49			Auxiliar do modem	modem
25,50	0v	SG	Referência de tensão	-

- 0 - 0 - 0 -