

QUEM SOMOS NÓS?

A Érica é uma editora especializada em publicações técnicas voltadas para leitores ávidos de informações atualizadas, completas, de fácil compreensão, e material dirigido a estudantes, autodidatas e profissionais de mercado.

Nossas publicações são produzidas por conhecidos e atuantes profissionais de mercado, a nível nacional e internacional, cobrindo diversos segmentos, tais como: Eletrônica, Computação, Linguagens, Negócios, Finanças, Marketing, Inglês, Multimídia, Turismo e outros, constituindo um caminho seguro e certo para os que desejam ampliar e solidificar sua base de conhecimentos, assim como para os iniciantes, aos quais dedicamos grande parte de nossas obras.

POR QUE CADASTRAR-SE JUNTO A ÉRICA?

Estamos em contínuo aprimoramento, sempre com o objetivo de melhor servir nossos leitores, cuja opinião é muito importante para que possamos melhorar ainda mais nossos serviços, fornecendo sempre produtos modernos e de qualidade.

Ao preencher e remeter a ficha de cadastro no final deste livro, nossos leitores passarão a receber, de forma sistemática, não somente informações sobre nossos novos lançamentos, como também sobre assuntos variados de interesse geral, escritos por alguns de nossos 500 autores.

PARTICIPE, não é necessário selar o cartão de resposta, basta preenchê-lo e depositá-lo em uma das inúmeras caixas de correio em todas as cidades brasileiras.

MODEM

Você precisa dele para Navegar
nas Redes de Computadores



EDITORIA AFILIADA

COPYRIGHT © 1995 DA EDITORA ÉRICA LTDA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Montoro, Fábio de Azevedo, 1950-

Modem: você precisa dcle para navegar nas redes de
computadores / Fábio de Azevedo Montoro. --

4. cd. atual., ampl. e rev. -- São Paulo: Érica, 1995.

Bibliografia.

ISBN 85-7194-290-0

I. Modems 2. Sistema de Transmissão de dados

I. Título

95-3780

CDD-004.64

Índices para Catálogo Sistemático:

1. Modems: Sistemas de comunicação de dados 004.64

Conselho Editorial

Diretor Editorial: Antonio Marco Vicari Cipelli

Diretor Comercial: Paulo Roberto Alves

Diretor de Publicidade: Waldir João Sandrini

Gerente de Produção: Rosana Arruda da Silva

Editoração: Patricia Romano Percira

Capa: Edson Antonio dos Santos

Aberturas e Desenhos: Maurício Scrvianinas de França e Marcelo Mota de Souza

Revisão Gramatical: Marlene Teresa Santin Alves

Fábio de Azevedo Montoro

MODEM

Você precisa dele para Navegar
nas Redes de Computadores

Ano: 2000 1999 98 97 96 95

Edição: 10 9 8 7 6 5 4

(*Edição Atualizada, Ampliada e Revisada*)

Editora Érica Ltda

Todos os Direitos Reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfilmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial em qualquer sistema de processamento de dados e a inclusão de qualquer parte da obra em qualquer programa juscibernéticos. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos autorais é punível como crime (art.184 e parágrafos, do Código Penal, cf. Lei nº 6.895, de 17.12.80) com pena de prisão e multa, conjuntamente com busca e apreensão e indenizações diversas (artigos 122, 123, 124, 126, da Lei nº 5.988, de 14.12.73, Lei dos Direitos Autorais).



Editora Érica Ltda

Rua Jarinú, 594 - Tatuapé

São Paulo - SP

03306-000 - Cx. Postal 15.617

Telefone: (011) 295-3066

ADVERTÊNCIA

As informações e o material contidos neste livro são fornecidos sem nenhuma garantia, quer explícita, quer implícita, de que o uso de tais informações conduzirá sempre ao resultado desejado. Tanto o Editor como o Autor não podem ser responsabilizados por qualquer tipo de reivindicação atribuída a erros, omissões ou qualquer outra imprecisão na informação ou material fornecidos neste livro, e em nenhuma hipótese podem ser incriminados directa ou indirectamente por qualquer dano, perda, lucros cessantes etc. devido ao uso destas informações.

6
Comunidade

Então que é que o delegado da comunidade vai querer dizer? Acho que é para dizer que é só a polícia que tem que fazer a investigação e não a comunidade. Mas é que a comunidade também tem direitos. Eles têm direitos de saber o que está acontecendo.

A comunidade também tem direitos de saber o que está acontecendo.

LEONILDO

LEONILDO

Para Fabiana, Bruno e Rafael

Agradecimentos

A todos os amigos que me motivaram neste trabalho, em especial ao Charles, Paulinho e Robson pelos primeiros desenhos feitos na prancheta, à minha mãe pelas sugestões carinhosas no texto, aos meus filhos que tanto já me deram.

... fico com a pureza da resposta das crianças: “é a vida, é bonita e é bonita”.

Gonzaguinha

Zetha Comunicação de Dados Ltda tem como missão fornecer
produtos e soluções profissionais para comunicação digital de
dados e voz em redes locais e de longa distância.

São Paulo
Tel. 011-246-5354

Brasília
Tel. 061-234-7606

PREFÁCIO

P

A formação de redes de computadores é um processo crescente acelerado, passando a incorporar, cada vez mais, nosso dia-a-dia. Ligar computadores entre si extrapola a antiga idéia do teleprocessamento, onde um único computador estendia seus tentáculos à distância, e mantinha o controle de toda a situação. A rede mundial Internet já chegou aos lugares mais remotos do planeta e agora todos querem se conectar e usufruir dos recursos que ela oferece. Networking, um termo criado pela IBM quando lançou sua nova linha de computadores voltados para a formação de redes, emancipou-se, e agora é utilizado para designar qualquer rede que envolva computadores. Rede de redes. É o que surge quando se liga várias redes, permitindo que todos os elementos de uma rede compartilhem também os recursos das demais, ou seja, permite aos usuários operarem em internetworking. Interoperabilidade e conectividade, termos que surgiram com o trabalho das empresas de engenharia, indústrias de equipamentos de comunicação, integradoras, entidades normatizadoras e grandes usuários de redes de computadores, na busca de soluções para interligar diversos ambientes de processamento de dados, envolvendo protocolos diferentes, passaram a fazer parte do nosso cotidiano.

Os meios físicos que permitem interligar computadores através de longas distâncias são: o espaço por onde trafegam as ondas de rádio inclusive as transmissões satélite, a fibra ótica, o cabo coaxial e o par de cobre trançado. Sobre esses meios, equipamentos de transmissão, específicos para cada um deles, levam as informações de um ponto a outro. O modem é o equipamento de transmissão utilizado nas transmissões via radiodigital, satélite e linha telefônica (par trançado). O modem, portanto, é o equipamento que permite a qualquer um, de qualquer ponto onde exista uma linha telefônica, se conectar a uma rede de computadores como a Internet, por exemplo.

O modem é o telefone do computador. Responsável por cálculos e manipulações de dados sob a forma de bits, ou dígitos binários, o computador também se comunica com outros computadores pela linha telefônica, utilizando o modem, assim como nós utilizamos o telefone. Telefone e modem, equipamentos eletrônicos de transmissão pela linha telefônica, possuem objetivos semelhantes: um transmite "voz" e o outro transmite "bits" ou "dados".

Os dados, para serem armazenados nos computadores, são codificados sob forma de caracteres (letra, algarismo, sinal, etc), e cada caractere é representado por cerca de 10 bits. O texto deste livro, por exemplo, possui aproximadamente 600 mil caracteres ou 6 milhões de bits de informação (sem contar as figuras). Se tentarmos transmitir essa informação na velocidade de 1 caractere por segundo (10 bits por segundo ou 10 bps), precisaremos aproximadamente de 7 dias seguidos. Se quisermos transmitir em menos de uma hora, devemos aumentar a velocidade de transmissão para mais de 1700 bps. Se utilizarmos 28800 bps, vamos transmitir todo o texto do livro em menos de 4 minutos!

Este livro é dedicado ao estudo da transmissão de dados em longas distâncias e do modem, equipamento de transmissão de dados mais vendido e utilizado em todo o mundo, cujos modelos em destaque atualmente operam na linha telefônica com velocidades que chegam a 28800 bps.

O leitor que deseja pesquisar mais sobre o assunto vai encontrar material apropriado, mas aqueles que quiserem fazer uma leitura menos teórica, poderão também fazê-lo, saltando os tópicos avançados, sem perda de continuidade. Para o professor, o livro reúne tanto o material básico para cursos introdutórios, quanto alguns tópicos selecionados, como a modulação QAM, filtragem e equalizadores digitais adaptativos utilizando processamento digital de sinais, para cursos de graduação, extensão ou pós-graduação em engenharia elétrica ou de telecomunicações, onde se deseja explorar as técnicas de transmissão digital.

Brasília, 5 de junho de 1995

Fábio Montoro

SUMÁRIO

S

Capítulo		Página
1	INTRODUÇÃO	01
2	SISTEMA DE COMUNICAÇÃO.....	06
2.1	Sinal elétrico	08
2.1.1	Representação no tempo	08
2.1.2	Potência do sinal	10
2.1.3	Representação em freqüência	12
2.1.4	Filtros	13
2.2	Sinal de voz	14

3	SISTEMA TELEFÔNICO	19
3.1	Canal de voz	19
3.2	Linha telefônica.....	19
3.2.1	Linha comutada	20
3.2.2	Linha privativa	22
3.3	Degenerações do sinal.....	22
3.3.1	Distorção de amplitude	23
3.3.1.1	Par fisico.....	23
3.3.1.2	Linha condicionada	26
3.3.1.3	Linha telefônica genérica.....	27
3.3.2	Distorção de retardo	28
3.3.3	Ruído branco	37
3.3.4	Ruído impulsivo	38
3.3.5	Oscilação da amplitude	38
3.3.6	Oscilação da fase	38
3.3.7	Translação de freqüência.....	39
3.3.8	Eco	40
3.3.9	Distorção harmônica	42
3.4	PABX e interfaces de linha comutada.....	43
3.4.1	Interface a dois fios com comportamentos OPX e SLT	43
3.4.2	Interligação de dois PABX.....	44
3.4.3	Interface E&M.....	45
3.4.4	PABX digital	47
4	TRANSMISSÃO DE DADOS DIGITAIS	48
4.1	Meio de transmissão: linha telefônica	52
4.2	Modulação.....	54
4.3	Técnicas de modulação	62
4.3.1	AM-SC	63
4.3.2	AM-SSB.....	65

4.3.3	PM	69
4.3.4	QAM	70
4.4	Transmissão via satélite.....	72
4.4.1	Modem satélite	78
4.5 I	Interferência intersimbólica	78
4.5.1	Equalizador transversal para eliminar IIS.....	81
4.5.2	Filtragem na modulação QAM	82
4.5.3	Filtro retangular ideal	83
4.5.4	Filtro cosseno levantado.....	84
4.5.5	Implementação do filtro digital para transmissão QAM	86
4.6	Sincronismo das portadoras no QAM.....	87
4.7	Equalizador adaptativo complexo.....	89
4.8	Erro de fase	95
4.9	Ajuste do rotor: PLL de fase.....	96
4.10	Recuperação do sincronismo de símbolo	99
4.11	Erro de amplitude	100
4.12	Fluxograma do processamento de sinal.....	101
5	MODEM	104
5.1	Modem analógico	105
5.1.1	Modems assíncronos V.21 e V.23	106
5.1.2	Modems síncronos V.26, V.27 e V.29.....	114
5.1.3	Modems síncronos/assíncronos V.22 e V.22bis	130
5.1.4	Modem síncrono/assíncrono V.32	138
5.1.5	Modem síncrono V.33	148
5.1.6	Modem síncrono/assíncrono V.32bis.....	150
5.1.7	Modem síncrono 19.200 bps	157
5.1.8	Modem V.32terbo	162
5.1.9	Modem síncrono/assíncrono V.34	164
5.1.10	Desempenho do modem analógico	174

5.1.10.1	Desempenho com ruído.....	181
5.1.10.2	Desempenho com distorções de amplitude e fase assimétricas....	182
5.1.10.3	Desempenho com distorções de amplitude assimétrica e fase quase simétrica.....	184
5.1.10.4	Desempenho com distorções de amplitude assimétrica e fase simétrica	184
5.1.10.5	Desempenho com distorções de amplitude e fase simétricas... .	186
5.1.10.6	Teste integrado de modems.....	187
5.2	Modem digital.....	190
5.2.1	Desempenho do modem digital	195
5.2.2	Modem HDSL	198
5.3	Modem celular	201
5.3.1	Sistema de telefonia celular	202
5.3.2	O desafio da transmissão de dados via celular.....	204
5.4	Placa Modem.....	205
5.4.1	UART.....	208
5.4.2	Instalação da placa modem.....	209
5.5	Fax-modem.....	212
5.5.1	Recomendações CCITT para máquina fax.....	212
5.5.2	Máquina fax grupo 3	212
5.5.3	O modem da máquina fax grupo 3.....	213
5.5.4	O Fax-modem	214
5.5.5	Classes de fax-modem.....	215
5.5.6	Recomendação CCITT V.17.....	216
5.6	Arquitetura interna do modem.....	217
6	INTERFACE DIGITAL SERIAL.....	219
6.1	Interface EIA-232	221
6.1.1	Características elétricas	221
6.1.2	Definição dos sinais.....	223
6.1.2.1	Circuitos de dados	224

6.1.2.2	Circuitos de sincronismo	224
6.1.2.3	Circuitos de controle.....	225
6.1.2.4	Circuitos de teste	227
6.1.3	Características mecânicas	229
6.1.4	Protocolo de interface.....	229
6.1.4.1	RTS-CTS	232
6.2	Interface V.35.....	233
6.3	Interface V.36.....	235
6.4	Interface V.10.....	236
6.5	Interface V.11.....	237
6.6	Interface V.24.....	237
6.7	Interface V.28.....	238
6.8	Interface X.21.....	238
6.9	Interface EIA-422A	239
6.10	Interface EIA-423A	240
6.11	Interface EIA-449	240
6.12	Interface EIA-530A	242
6.13	Interface EIA-562	243
6.14	Interface HSSI	244
6.15	Interface G.703	245
6.16	Resposta automática	245
6.16.1	Modem resposta	246
6.16.2	Modem origem	248
6.16.3	Recomendação CCITT V.25.....	248
6.17	Discagem automática	249
6.17.1	Discagem por comando direto no DTR	249
6.17.2	Discagem por número armazenado.....	250

7	FACILIDADES DE TESTE DO MODEM.....	252
7.1	Enlaces	252
7.1.1	Enlace analógico	252
7.1.2	Enlace digital	253
7.2	Gerador de seqüência.....	255
7.3	Medidor de taxa de erro.....	255
7.4	Gerador de constelação.....	257
8	A ESCOLHA DO MODEM.....	259
8.1	Modems comerciais	261
8.2	MTBF.....	265
8.2.1	Um método simples para calcular MTBF.....	268
8.2.2	Disponibilidade	270
8.3	Custo/benefício	270
9	SISTEMAS DE TRANSMISSÃO	272
9.1	Topologia	273
9.1.1	UDA.....	274
9.1.2	UDD.....	275
9.1.3	Multiplexador por divisão do tempo (MUXTDM).....	276
9.1.3.1	Transdata.....	277
9.1.4	Multiplexador estatístico (STAT MUX).....	280
9.1.5	Multiplexador por divisão de freqüência (FDM).....	281
9.1.6	Modem com MUX.....	284
9.2	Códigos	284
9.2.1	Detecção de erros	291
9.3	Protocolo.....	293
9.4	Circuito ponto-a-ponto	295
9.4.1	Exemplo de um circuito ponto-a-ponto	300
9.4.2	Modem duplex ou semiduplex?	300

9.4.3	Linha comutada ou transdata?	301
9.5	Correção de erros	303
9.5.1	CCITT V.42	304
9.6	Compressão de dados	308
9.6.1	CCITT V.42bis	309
9.6.2	Compressão de dados síncronos	316
9.7	Círculo Multiponto	317
9.7.1	Poll-select	317
9.7.2	Teoria das filas	318
9.7.2.1	Fila uniservidor	319
9.7.2.2	Fila multisservidor	324
9.7.3	Multiponto uniservidor	326
9.7.4	Exemplo de um círculo multiponto	330
9.7.5	Multisservidor com perda de chamada	332
9.8	Estudo de casos	334
9.8.1	Ponto-a-ponto A.2 fios com modems repetidores	334
9.8.2	Círculo Florêncio	337
9.8.3	Automação bancária	337
10	INTEGRAÇÃO VOZ-DADOS.....	340
10.1	Digitalização do sinal de voz: PCM	340
10.2	Digitalização do sinal de voz em baixa velocidade	346
10.3	Multiplexador voz-dados	350
10.4	Transmissão de voz e dados via satélite	351
10.5	Transmissão de voz e dados pela linha telefônica	352

APÊNDICE

A

A.1	PSK Binário: modulação por deslocamento da fase.....	354
A.2	PSK Binário: demodulação	361
A.3	QAM: modulação e demodulação	363
A.4	Randomizador e desrandomizador	366
A.5	Protocolo Hayes	369
A.6	Padronização mecânica para modems	373
A.7	Protocolo de apresentação V.22bis.....	375
A.8	Práticas Telebrás.....	378
G.	Glossário.....	381
RB	Referências Bibliográficas	394

ÍNDICE DE FIGURAS

I

Figura		Página
Fig.1.1:	Acesso Local	01
Fig.1.2:	Acesso Remoto.....	02
Fig.2.1:	Sistema de Comunicação.....	06
Fig.2.2:	1º Exemplo de Sistema	07
Fig.2.3:	2º Exemplo de Sistema	08
Fig.2.4:	Sinal Elétrico - Domínio do Tempo	09
Fig.2.5:	Sinal Senoidal	09
Fig.2.6:	Atenuação e Amplificação.....	11
Fig.2.7:	Atenuação e Amplificação (dB).....	12
Fig.2.8:	Sinal Elétrico Qualquer	13
Fig.2.9:	Filtros	14
Fig.2.10:	Densidade Espectral do Sinal de Voz	15
Fig.2.11:	Faixa de Áudio.....	18
Fig.3.1:	O Telefone e a Central	20
Fig.3.2:	Discagem do Número 53	21

Fig.3.3:	Par Físico - Modelo 1	24
Fig.3.4:	Par Físico - Modelo 2.....	24
Fig.3.5:	Resposta em Freqüência: fios 0,4 e 0,65 mm	25
Fig.3.6:	Linha Pupinizada.....	26
Fig.3.7:	Efeito do Condicionamento.....	26
Fig.3.8:	Gabarito LPCD Tipo N	29
Fig.3.9:	Gabarito LPCD Tipo C	30
Fig.3.10:	LPCD Tipo B.....	31
Fig.3.11:	Gabarito 3002 - USA	32
Fig.3.12:	Gabarito C1 - USA	33
Fig.3.13:	Gabarito C2 - USA	34
Fig.3.14:	Gabarito C4 - USA	35
Fig.3.15:	Gabarito M89 - PTT, França.....	36
Fig.3.16:	Ruído Branco.....	37
Fig.3.17:	Ruído Impulsivo.....	38
Fig.3.18:	Multiplexação por Divisão de Freqüência	39
Fig.3.19:	Híbrida.....	41
Fig.3.20:	Eco	41
Fig.3.21:	PABX.....	43
Fig.3.22:	Interligação de dois PABX.....	44
Fig.3.23:	Esquemas E&M	46
Fig.3.24:	PABX Digital.....	47
Fig.4.1:	Caractere Assíncrono	49
Fig.4.2:	Caractere Síncrono.....	50
Fig.4.3:	Transmissão Serial	50
Fig.4.4:	Ligaçāo de duas Máquinas Digitais.....	51
Fig.4.5:	Utilização do Modem	52
Fig.4.6:	Seqüência de Dados	53
Fig.4.7:	Modulações FSK e DPSK	55
Fig.4.8:	Taxas de Transmissão e Modulação	56

Fig.4.9:	Espectros FSK e QAM.....	57
Fig.4.10:	Fator de Filtragem.....	58
Fig.4.11:	Representação de um Símbolo.....	60
Fig.4.12:	DPSK - 2 Símbolos.....	60
Fig.4.13:	DPSK - 4 e 8 Símbolos	60
Fig.4.14:	QAM - 16 Símbolos.....	61
Fig.4.15:	Modulação QAM.....	61
Fig.4.16:	Modulação AM-SC.....	63
Fig.4.17:	Espectros AM-SC.....	64
Fig.4.18:	Modulação AM.....	65
Fig.4.19:	Modulação AM-SSB (filtragem)	66
Fig.4.20:	Modulação AM-SSB (Hilbert)	67
Fig.4.21:	Retardador e Transformador de Hilbert.....	68
Fig.4.22:	Modulação PM	69
Fig.4.23:	Técnicas de Modulação.....	71
Fig.5.1:	Modulador FSK	107
Fig.5.2:	Espectro V21	107
Fig.5.3:	Modem Assíncrono (V21 e V23)	108
Fig.5.4:	Espectro V23:.....	109
Fig.5.5:	Alocação de Filtros	110
Fig.5.6:	Filtros V21.....	110
Fig.5.7:	Filtro de Transmissão V23	111
Fig.5.8:	Filtro de Recepção V23.....	112
Fig.5.9:	Histerese do DCD.....	113
Fig.5.10:	Circuito de DCD	113
Fig.5.11:	Demodulador FSK	114
Fig.5.12:	Modulador QAM	115
Fig.5.13:	Modem Síncrono (V26, V27 e V29)	116
Fig.5.14:	Constelações e Espectro V26.....	117
Fig.5.15:	Constelações e Espectro V27	119

Fig.5.16:	Modem V27 - Modulador QAM	120
Fig.5.17:	Constelações e Espectro V29	122
Fig.5.18:	Modem V29 - Modulador QAM	123
Fig.5.19:	Filtro Digital - Transmissão V27	124
Fig.5.20:	Filtro 2 ^a Etapa - Transmissão V27.....	125
Fig.5.21:	AGC	125
Fig.5.22:	Curvas - Equalizadores Fixos	127
Fig.5.23:	Equalizador Digital Adaptativo	127
Fig.5.24:	Demodulador QAM	128
Fig.5.25:	PLL	129
Fig.5.26:	Modem Síncrono/Assíncrono V22 e V22bis	131
Fig.5.27:	Constelações e Espectro V22	133
Fig.5.28:	Constelações e Espectro V22bis.....	135
Fig.5.29:	Modem V22bis - Modulador QAM	136
Fig.5.30:	Filtros V22/V22 bis.....	138
Fig.5.31:	Modem Síncrono/Assíncrono V32.....	140
Fig.5.32:	Modulador QAM	141
Fig.5.33:	Modulador TCM.....	141
Fig.5.34:	Comparação TCM X QAM.....	142
Fig.5.35:	Modem V32 9600 bps Modulador TCM	143
Fig.5.36:	Modem V32 9600 bps Modulador QAM.....	144
Fig.5.37:	Constelação V32 - Modulação TCM, 9.600 bps.....	145
Fig.5.38:	Princípio do Cancelador de Eco	147
Fig.5.39:	Constelação V33 - 14.400 bps.....	149
Fig.5.40:	Constelação V33 - 12.000 bps.....	149
Fig.5.41:	V32 bis - Constelação 14.400 bps	152
Fig.5.42:	V32 bis - Constelação 12.000 bps	153
Fig.5.43:	V32 bis - Constelação 9.600 bps	153
Fig.5.44:	V32 bis - Constelação 7.200 bps	154
Fig.5.45:	Evolução das Técnicas de Modulação	158

Fig.5.46:	Constelação do Modem 19.200	160
Fig.5.47:	Espectro do Modem 19.200	160
Fig.5.48:	TCM em 8 Dimensões.....	161
Fig.5.49:	Modulador TCM 8D	161
Fig.5.50:	Pré-Ênfase Adaptativa.....	167
Fig.5.51:	V34 - Formação de Quadros	169
Fig.5.52:	Codificador V.34	172
Fig.5.53:	Simulador de Canal - Distorção Tipo F	175
Fig.5.54:	Simulador de Canal - Distorção Tipo C	176
Fig.5.55:	Simulador de Canal - Distorção Tipo A.....	176
Fig.5.56:	Linha Artificial Tipo 3002	178
Fig.5.57:	Linha Artificial Tipo C1	179
Fig.5.58:	Gráfico de Desempenho	180
Fig.5.59:	Montagem para Teste.....	181
Fig.5.60:	Desempenho dos Modems.....	182
Fig.5.61:	Montagem para Teste.....	183
Fig.5.62:	Distorção de Amplitude: 8Km de Linha.....	183
Fig.5.63:	Montagem para Teste.....	184
Fig.5.64:	Montagem para Teste.....	184
Fig.5.65:	Distorção de Fase - SC = [4,4,0]	185
Fig.5.66:	Distorção de Fase - SC = [6,6,0]	185
Fig.5.67:	Montagem para Teste.....	186
Fig.5.68:	Distorção de Amplitude - SC=[4,4,4] e 8km de Linha	186
Fig.5.69:	Montagem de Teste.....	189
Fig.5.70:	Diagrama em Blocos do Teste Integrado	189
Fig.5.71:	Codificações em Banda-Base	191
Fig.5.72:	Codificadores Banda-Base	192
Fig.5.73:	Espectros dos Códigos Banda-Base	193
Fig.5.74:	Alcance de Modem Banda-Base.....	197
Fig.5.75:	Modem HDSL	198

Fig.5.76:	Alcances Típicos - Modem HDSL	200
Fig.5.77:	Modem HDSL com Multiplexação	200
Fig.5.78:	Células	202
Fig.5.79:	Hand-Off	203
Fig.5.80:	Círculo de Interrupção	206
Fig.5.81:	Diagrama em Blocos do FAX.....	213
Fig.5.82:	Arquitetura Interna do Modem.....	218
Fig.6.1:	Cabos para Ligar Interfaces.....	219
Fig.6.2:	ETD e ECD	220
Fig.6.3:	Círculo de Interface EIA-232	222
Fig.6.4:	Conector EIA232-C	229
Fig.6.5:	Protocolo da Interface EIA-232	231
Fig.6.6:	Seqüências de Treinamento	233
Fig.6.7:	Cabo de Interface V.10	237
Fig.6.8:	Cabo de Interface V.II	237
Fig.6.9:	Cabo de Interface EIA-422A.....	239
Fig.6.10:	Circuitos da Interface EIA-422A.....	239
Fig.6.11:	Cabo de Interface EIA-423	240
Fig.6.12:	Círculo de Interface EIA-562	244
Fig.6.13:	Temporizações da Resposta Automática	247
Fig.6.14:	DTR Comanda o Relé de Discagem	249
Fig.6.15:	Discagam do Número 134.....	250
Fig.7.1:	Enlaces Mudam o Curso dos Dados	254
Fig.7.2:	Gerador de Seqüência	255
Fig.7.3:	Medição da Taxa de Erro	256
Fig.7.4:	Visualização da Constelação	257
Fig.7.5:	Degenerações mais Comuns	258
Fig.8.1:	Probabilidade de Falha e MTBF	266
Fig.9.1:	Sistema de Teleprocessamento	272
Fig.9.2:	Tipos de Círcuito	273

Fig.9.3:	Exemplos de Topologia.....	274
Fig.9.4:	Multiponto com UDA	275
Fig.9.5:	Multiponto com UDD	276
Fig.9.6:	Ponto-a-Ponto com TDM	276
Fig.9.7:	Transdata - Centro Brasília.....	279
Fig.9.8:	Utilização da Faixa de Grupo com FDM e TDM	282
Fig.9.9:	Transmissão via Satélite - um exemplo	283
Fig.9.10:	Código Morse.....	286
Fig.9.11:	Código Baudot.....	287
Fig.9.12:	Código ASCII.....	288
Fig.9.13:	Código EBCDIC.....	289
Fig.9.14:	Código BRASCI.....	290
Fig.9.15:	Detecção de um Erro	291
Fig.9.16:	Geração do Bit de Paridade.....	292
Fig.9.17:	Formato do Protocolo BSC.....	294
Fig.9.18:	BSC em Ponto-a-Ponto.....	295
Fig.9.19:	Temporizações Ponto-a-Ponto	297
Fig.9.20:	Eficiência x Comprimento do Bloco	299
Fig.9.21:	Queda da Eficiência com a Taxa de Erro	299
Fig.9.22:	Custo Transdata x Linha Comutada.....	302
Fig.9.23:	Circuito Multiponto	317
Fig.9.24:	Poll-Select a 4 Fios	318
Fig.9.25:	Fila de Atendimento	318
Fig.9.26:	Fila Unisservidor	319
Fig.9.27:	Tempo de Espera em Fila Unisservidor.....	321
Fig.9.28:	Fila Multisservidor	324
Fig.9.29:	Tempo de Espera em Fila Multisservidor.....	325
Fig.9.30:	Multiponto Unisservidor	326
Fig.9.31:	Tempo de Resposta x nº de Terminais (BSC)	328
Fig.9.32:	Nº de terminais x Mm para tr=3s (BSC).....	329

Fig.9.33:	Nº de terminais x Mm para tr=10s (BSC).....	329
Fig.9.34:	Tempo de Resposta x RTS-CTS (BSC).....	330
Fig.9.35:	Probabilidade de Perda de Chamada	333
Fig.9.36:	Consulta por Linha Comutada.....	333
Fig.9.37:	Ponto-a-Ponto a 2 Fios com Modems Repetidores	336
Fig.9.38:	Circuito Florêncio	337
Fig.9.39:	Automação Bancária: Sistema “On-Line”	339
Fig.10.1:	Digitalização do Sinal de Voz.....	341
Fig.10.2:	Quantizações.....	343
Fig.10.3:	Sinal-Ruído das Quantizações	345
Fig.10.4:	Quantatizador	345
Fig.10.5:	DPCM	345
Fig.10.6:	ADPCM.....	346
Fig.10.7:	Evolução das Comunicações de Dados e Voz.....	347
Fig.10.8:	O Paradigma Voz-Dados.....	347
Fig.10.9:	Qualidade dos Algoritmos de Digitalização de Voz	350
Fig.10.10:	Rede Voz-Dados em Frame-Relay.....	351
Fig.10.11:	Integração Voz-Dados SDM-T em Link Satélite SCPC..	352
Fig.10.12:	Voz-Dados em Modem-Mux.....	352
Fig.10.13:	Voz-Dados com Mux Estatístico	352
Fig.A.1:	Modulação PSK 2 Fases - 1º Modelo	355
Fig.A.2:	Modulador PSK 2 Fases - 2º Modelo	356
Fig.A.3:	Modulação PSK Binária	357
Fig.A.4:	Sinal v(t).....	358
Fig.A.5:	Modulador PSK 2 Fases - 3º Modelo	360
Fig.A.6:	Espectros: (a) S(w): Portadora fc Modulada em Fase na Taxa fd (b): Sr(w): Sinal S(w) Retificado	362
Fig.A.7:	Demodulador PSK - 2 Fases	362
Fig.A.8:	Formas de Onda - Demodulador PSK 2 Fases	363
Fig.A.9:	Modulação QAM	364

Fig.A.10:	Domudulação QAM	365
Fig.A.11:	Filtragem na Demodulação	365
Fig.A.12:	Randomização e Desrandomização	366
Fig.A.13:	Princípio da Randomização	367
Fig.A.14:	Polinômio do Randomizador	368
Fig.A.15:	Diagrama de Estados do Modem Esperto	370
Fig.A.16:	Comando Hayes	372
Fig.A.17:	Cartão do Modem Padrão	374
Fig.A.18:	Temporização da Apresentação	376
Fig.A.19.a:	Fluxograma do Protocolo de Apresentação V22 bis	377
Fig.A.19.b:	Conclusão a 1.200 bps	378