

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	VII
PRÓLOGO.....	IX
CAPÍTULO 1	
CODIFICAÇÃO DE CANAL E TRATAMENTO DE ERRO.....	I
1.1 Introdução.....	1
1.2 O Canal e seu Comportamento na Transmissão de Sinais.....	1
1.3 Apresentação dos Erros.....	5
1.3.1 Erros Simples e Erros Múltiplos.....	5
1.3.2 Erros de <i>Bit</i> e Erros de Bloco.....	6
1.4 Operação com Erros.....	7
1.4.1 Tolerância e Combate a Erros.....	7
1.4.2 Mecanismos de Combate a Erros.....	8
1.4.3 Combate a Erros em Várias Etapas.....	12
1.5 O Papel da Codificação no Combate aos Erros.....	12
1.5.1 Considerações Iniciais.....	12
1.5.2 Critérios de Hamming.....	16
1.6 Mecanismos Gerais de Processamento Usados na Codificação de Canal.....	20
1.6.1 Preliminares.....	20
1.6.2 Processamento sem Memória.....	21
1.6.3 Processamento com Memória.....	22
1.7 Roteiro de Desenvolvimento do Texto.....	24

CAPÍTULO 2

OPERAÇÃO ARQ, COM CODIFICAÇÃO PARA DETECÇÃO DE ERRO	25
2.1 Introdução	25
2.2 Algoritmo de Paridade	25
2.2.1 Conceitos Básicos	25
2.2.2 Implementação por <i>Hardware</i>	27
2.3 Algoritmo de Processamento Polinomial	30
2.3.1 Conceitos Básicos	30
2.3.2 O Emprego do Processamento Polinomial para a Detecção de Erros	31
2.3.3 A Nomenclatura CRC	33
2.3.4 Critérios para a Seleção do Polinômio de Controle	34
2.3.5 Implementação por <i>Hardware</i>	36
2.4 Evolução dos Protocolos na Metodologia ARQ	38
2.4.1 Considerações Gerais	38
2.4.2 Protocolo <i>stop-and-wait</i>	41
2.4.3 Protocolo <i>go-back-n</i>	42
2.4.4 Protocolo <i>selective repeat</i>	44
Notas Complementares	44

CAPÍTULO 3

OPERAÇÃO FEC, COM CODIFICAÇÃO DE BLOCO	53
3.1 Introdução	53
3.2 Código Linear e Código Cíclico	53
3.3 Algoritmo de HAMMING	55
3.3.1 Preliminares	55
3.3.2 HAMMING Original	56
3.3.3 Modificações do HAMMING Original	61
3.3.4 HAMMING Sistemático Matricial	63
3.3.5 HAMMING Sistemático Polinomial	70
3.3.6 HAMMING Cíclico	74
3.3.7 Comentários Suplementares	80

3.4	HAMMING com Paridade Adicionada	81
3.5	Algoritmo BCH	84
3.5.1	Generalidades	84
3.5.2	A Família BCH	85
3.5.3	Codificação BCH	86
3.5.4	Decodificação BCH	90
3.6	Algoritmo RS	98
3.6.1	Generalidades	98
3.6.2	Codificação RS	99
3.6.3	Decodificação RS	100
3.7	O Algoritmo Golay	101
3.7.1	O Código G (23, 12, 3)	101
3.7.2	O Código de Golay Estendido G (24, 12, 3)	102
3.8	Algoritmo LDPC	102
3.8.1	Considerações Preliminares	102
3.8.2	Matrizes Regulares e Matrizes LDPC	103
3.8.3	Gráfico de TANNER	104
3.8.4	Codificador LDPC	106
3.8.5	Decodificador LDPC	108
3.9	Outros Algoritmos	114
CAPÍTULO 4		
OPERAÇÃO FEC, COM CODIFICAÇÃO CONVOLUCIONAL		115
4.1	Introdução	115
4.2	Codificadores Convolucionais	115
4.2.1	Considerações Iniciais	115
4.2.2	Considerações sobre o Uso de Codificadores Convolucionais	117
4.2.3	Matriz Geradora de Processamento	118
4.2.4	Codificação Convolutional Sistemática	119
4.2.5	Estruturas de Processamento de Informação	121
4.2.6	Codificadores não Sistemáticos	125

4.2.7	Codificadores Equivalentes	132
4.2.8	Matrizes de Teste de Paridade	135
4.3	Decodificação com Combate a Erros	137
4.3.1	Preliminares	137
4.3.2	Decodificação com Estimação de Erro Recebido	138
4.3.3	Decodificação com Estimação de Correção da Sequência Recebida	142
4.4	Emprego de Codificadores Concatenados	154
4.5	Uso de Entrelaçamento (<i>Interleaving</i>)	155
4.6	Operação Turbo	161
4.6.1	Considerações Preliminares	161
4.6.2	Codificadores Turbo	162
4.6.3	Decodificadores Turbo	167
APÊNDICE A		
ARITMÉTICA MODULAR		169
A.1	Introdução	169
A.2	Conceitos Gerais de Aritmética	169
A.2.1	A Aritmética Convencional Básica	169
A.2.2	A Notação Polinomial dos Números	169
A.2.3	A Evolução da Aritmética	170
A.2.4	A Aritmética Modular	171
A.2.5	Tabuadas Básicas da Aritmética Modular	172
A.3	Operações Modulares no Ambiente Numérico/Polinomial	176
A.3.1	Preliminares	176
A.3.2	Soma (Subtração) Modular	177
A.3.3	Produto Modular	178
A.3.4	Divisão Modular	179
A.4	Operações Modulares no Ambiente Matricial	180
A.4.1	Preliminares	180
A.4.2	Soma (Subtração) Modular de Vetores	181
A.4.3	Soma Modular de Matrizes	181

A.4.4	Produto Modular de Matrizes	182
A.4.5	Produto Modular de Vetor por Matriz.....	183
APÊNDICE B		
	PROCESSAMENTO POLINOMIAL POR <i>HARDWARE</i>	185
B.1	Introdução.....	185
B.2	Processamento por <i>Software</i> e por <i>Hardware</i>	185
B.3	Elementos de Circuito usados no Processamento por <i>Hardware</i>	186
B.4	Armazenamento de Blocos e Conversões S/P e P/S.....	189
B.5	Processamento por Soma Modular de Polinômios	192
B.6	Processamento para Espalhamento Espectral	196
B.7	Processamento por Produto Modular de Polinômios	202
B.8	Processamento por Divisão Modular de Polinômios	203
B.9	Geração de Sequências Pseudoaleatórias por Processamento Polinomial.....	204
B.10	Sucessões Longas e Polinômios Primitivos	208
	Notas Complementares	209
APÊNDICE C		
	CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTRUTURAS ALGÉBRICAS.....	213
C.1	Introdução.....	213
C.2	Generalidades	213
C.3	Conceito de Grupo	213
C.4	Conceito de Corpo	214
C.5	O Corpo de Galois (GF).....	215
C.5.1	Generalidades	215
C.5.2	Sucessão de Potências	216
C.5.3	Polinômios em $GF(2^m)$	218
C.5.4	Funções Definidas sobre $GF(q)$	218
C.5.5	Construção do Corpo de GALOIS $GF(2^m)$ a Partir de $GF(2)$	220
C.5.6	Conceito de Conjugação	222

C.5.7	Pesquisa de Raízes de um Polinômio $f(x)$	222
C.5.8	Polinômio Mínimo Correspondente a um Elemento de $GF(2^m)$. . .	224
C.5.9	Determinação do Polinômio de Menor Grau que tenha como Raízes um Conjunto de Elementos α^i	226
	Notas Complementares	227
	REFERÊNCIAS	229