

Sumário

1	Introdução	1
2	Teoria da Probabilidade	15
2.1	Espaço de Amostras	15
2.2	Álgebra de Eventos	19
2.3	Medida de Probabilidade	30
2.3.1	Probabilidade como Frequência Relativa	30
2.3.2	Definição Axiomática da Probabilidade	31
2.3.3	Propriedades da Medida de Probabilidade	33
2.3.4	Probabilidade Condicional	37
2.3.5	Teorema da Probabilidade Total	40
2.3.6	Regra de Bayes	42
2.3.7	Independência Estatística entre Eventos	45
2.4	Sistema de Probabilidade	48
2.5	Problemas	56
3	Variáveis Aleatórias	67
3.1	Variável Aleatória Real	67
3.2	Função Distribuição de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	73
3.2.1	Propriedades da Função Distribuição de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	77
3.3	Classificação de Variáveis Aleatórias	78
3.4	Função Densidade de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	89
3.4.1	Propriedades da Função Densidade de Probabilidade de uma Variável Aleatória Real	91

3.4.2	Funções Densidade de Probabilidade Usuais	93
3.5	Vetores Aleatórios	97
3.6	Função Distribuição de Probabilidade de um Vetor Aleatório .	102
3.6.1	Propriedades da Função Distribuição de Probabilidade de um Vetor Aleatório	106
3.7	Função Densidade de Probabilidade de um Vetor Aleatório . .	108
3.7.1	Propriedades da Função Densidade de Probabilidade de um Vetor Aleatório	109
3.8	Funções Distribuição e Densidade de Probabilidade Condicionais	114
3.9	Problemas	125
4	Funções de Variáveis Aleatórias	131
4.1	Função de Variável Aleatória Real	131
4.1.1	Funções Constantes	133
4.1.2	Funções Biunívocas e Diferenciáveis	134
4.1.3	Funções Genéricas	137
4.2	Funções de Várias Variáveis Aleatórias	142
4.2.1	Funções Constantes	143
4.2.2	Funções Biunívocas e Diferenciáveis	144
4.2.3	Funções Genéricas	145
4.3	Problemas	147
5	Valor Esperado	157
5.1	Valor Esperado de Função de Variável Aleatória Real	157
5.2	Valor Esperado de Função de Vetor Aleatório	167
5.3	Valor Esperado de Vetores e Matrizes	176
5.4	Valor Esperado Condicional	182
5.5	Desigualdades	184
5.6	Funções Características	188
5.6.1	Função Característica de Variável Aleatória Real . . .	188
5.6.2	Teorema do Limite Central	195
5.6.3	Função Característica de Vetor Aleatório	197
5.7	Problemas	200
6	Vetores Gaussianos	207
6.1	Função Característica de um Vetor Gaussiano	208
6.2	Função Densidade de Probabilidade de um Vetor Gaussiano .	210

6.3	Problemas	219
7	Processos Estocásticos	221
7.1	Definição	221
7.2	Classificação de Processos Estocásticos	225
7.3	Exemplos de Processos Estocásticos	226
7.4	Especificação de Processos Estocásticos	230
7.5	Momentos de Processos Estocásticos	236
7.6	Alguns Processos Estocásticos Usuais	239
7.6.1	Transmissão Binária Semi-Aleatória	239
7.6.2	Processo de Poisson	241
7.6.3	Onda Senoidal com Fase Aleatória	244
7.7	Estacionariedade de Processos Estocásticos	246
7.7.1	Ergodicidade	247
7.7.2	Propriedades da Função Autocorrelação de Processos Estocásticos Estacionários no Sentido Amplo	249
7.8	Densidade Espectral de Potência	250
7.9	Caracterização Conjunta de Processos Estocásticos	254
7.9.1	Especificação Conjunta de Dois Processos Estocásticos	254
7.9.2	Momentos Conjuntos de Dois Processos Estocásticos	254
7.9.3	Estacionariedade Conjunta de Dois Processos Estocásticos	255
7.9.4	Independência, Descorrelação e Ortogonalidade	257
7.9.5	Propriedades da Função Correlação Cruzada de Processos Estocásticos Conjuntamente Estacionários no Sentido Amplo	258
7.10	Processos Estocásticos e Sistemas Lineares	259
7.11	Processos Estocásticos Gaussianos	264
7.12	Introdução à Teoria das Filas	273
7.12.1	Processo de Poisson como um Caso Particular do Processo de Nascimento e Morte	276
7.12.2	Fila $M/M/1$	282
7.12.3	Fila $M/M/m$	290
7.12.4	Sistemas de Filas com Perdas	297
7.13	Problemas	301
A	Álgebra Matricial	315

B	Transformada de Fourier	325
B.1	Definições	325
B.2	Definição de Funções	325
B.3	Propriedades	327
B.4	Tabela de Transformadas	328
C	Função Q	329