

# SUMÁRIO

Leia também! .....	V
Agradecimentos .....	VI
Sobre o Autor .....	VI
Sobre a Pirataria .....	VII
Apresentação .....	VIII
<b>PARTE 1 – FUNDAMENTOS .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1 – COMO OS COMPUTADORES FUNCIONAM? .....</b>	<b>3</b>
Introdução .....	4
O Modelo de Von Neumann .....	4
Central de Aritmética (CA) .....	5
Central de Controle (CC) .....	6
Memória (M) .....	6
Meio Externo de Gravação (R) .....	6
Caminhos de Entrada e Saída .....	7
O Legado de Von Neumann .....	8
<b>CAPÍTULO 2 – A ARQUITETURA PC .....</b>	<b>9</b>
Introdução .....	10
Aspectos Históricos .....	10
Componentes Típicos de um PC .....	14
Computadores de Mesa .....	14
Computadores Portáteis .....	18
<b>CAPÍTULO 3 – NÚMEROS BINÁRIOS .....</b>	<b>21</b>
Introdução .....	22
Entendendo os Números Binários .....	25
Palavras Binárias .....	27
Ordem de Armazenamento de Bytes .....	29
Sistemas de Representação .....	30
Unidades de Grandeza .....	33
Base Hexadecimal .....	38
Representações .....	39
Zeros à esquerda e preenchimento .....	40
Overflow .....	40

<b>CAPÍTULO 4 – TRANSMISSÃO DE DADOS .....</b>	<b>43</b>
Introdução.....	44
Meio .....	44
Canal.....	44
Modos .....	44
Barramento e Conexão Ponto a Ponto.....	46
Clock.....	47
Métodos .....	49
Transmissão Paralela .....	49
Transmissão em Série.....	50
Transmissão em Série Síncrona .....	51
Transmissão em Série Assíncrona.....	52
Transmissão Diferencial .....	53
Deteção e Correção de Erros.....	54
Paridade.....	54
Repetição.....	55
Código de Correção de Erros .....	55
Soma de Verificação.....	55
Verificação Cíclica de Redundância.....	56
Codificação .....	56
Modulação .....	60
Taxa de Transferência.....	62
Largura de Banda .....	64
Fatores que Limitam a Taxa de Transferência.....	68
Modulação .....	60
Taxa de Transferência.....	62
Largura de Banda .....	64
Fatores que Limitam a Taxa de Transferência.....	68
Taxa de Transferência.....	62
Largura de Banda .....	64
Fatores que Limitam a Taxa de Transferência.....	68
<b>PARTE 2 – A ARQUITETURA X86 .....</b>	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO 5 – PROCESSADORES: FUNCIONAMENTO BÁSICO .....</b>	<b>73</b>
Introdução.....	74
Instruções.....	75

Linguagem de Programação.....	75
CISC e RISC .....	76
Tempo de Execução .....	78
Comprimento das Instruções .....	78
Memória.....	78
Memória Cache .....	80
Registradores .....	80
Registradores de Uso Geral.....	81
Pilha .....	81
Contador de Programa .....	82
Flags .....	82
Interrupções.....	83
Arquitetura Básica de Processadores CISC.....	83
Pipelining.....	86
Processador de x Bits.....	88
Clock .....	89
Desempenho .....	89
<b>CAPÍTULO 6 – MODOS DE OPERAÇÃO .....</b>	<b>93</b>
Introdução.....	94
Modo Real.....	94
Modo Protegido de 16 Bits .....	94
Modo Protegido de 32 Bits .....	95
Modo Virtual-8086 .....	96
Modo de Compatibilidade.....	96
Modo de 64 bits .....	96
Modo de Gerenciamento do Sistema .....	98
<b>CAPÍTULO 7 – REGISTRADORES .....</b>	<b>99</b>
Introdução.....	100
Registradores de Uso Geral .....	100
Registradores de Índice .....	102
Registradores de Ponteiro .....	102
Registradores de Segmento .....	103
Flags .....	104
Registradores de Controle .....	104

Registradores de Debug .....	107
Registradores de Gerenciamento de Memória .....	108
Registradores de Modelos Específicos .....	108
Registradores da Unidade de Ponto Flutuante .....	109
<b>CAPÍTULO 8 – ORGANIZAÇÃO DA MEMÓRIA.....</b>	<b>111</b>
Introdução.....	112
Representação de Endereços .....	113
Organização da Memória no Modo Real.....	114
Organização da Memória no Modo Protegido .....	116
<b>CAPÍTULO 9 – PROTEÇÃO DE MEMÓRIA.....</b>	<b>117</b>
Introdução.....	118
Tabelas de Descrição .....	119
Seletor de Segmento.....	119
Cache do Seletor de Segmento.....	120
Descritor de Segmento .....	120
<b>CAPÍTULO 10 – PAGINAÇÃO.....</b>	<b>123</b>
Introdução.....	124
Modos .....	124
Funcionamento .....	126
Modo de Paginação de 32 Bits.....	128
Estrutura das Entradas.....	129
Modo de Paginação PAE – Páginas de 4 KiB .....	131
Estrutura das Entradas – Páginas de 4 KiB.....	132
Modo de Paginação PAE – Páginas de 2 MiB .....	133
Estrutura das Entradas – Páginas de 2 MiB.....	134
Modo de Paginação de Quatro Níveis – Páginas de 4 KiB.....	134
Estrutura das Entradas.....	136
Modo de Paginação de Quatro Níveis – Páginas de 2 MiB .....	137
Estrutura das Entradas – Páginas de 2 MiB.....	138
Modo de Paginação de Quatro Níveis – Páginas de 1 GiB.....	139
Estrutura das Entradas – Páginas de 1 GiB .....	139
Modo de Paginação de Cinco Níveis – Páginas de 4 KiB.....	140
Modo de Paginação de Cinco Níveis – Páginas de 2 MiB.....	141

Modo de Paginação de Cinco Níveis – Páginas de 1 GiB.....	142
Cache de Conversão (TLB).....	143
<b>CAPÍTULO 11 – MULTITAREFA .....</b>	<b>145</b>
Introdução.....	146
Funcionamento .....	146
<b>CAPÍTULO 12 – INTERRUPÇÕES E EXCEÇÕES .....</b>	<b>149</b>
Introdução.....	150
Exceções.....	150
Funcionamento .....	152
<b>CAPÍTULO 13 – UNIDADE DE PONTO FLUTUANTE (FPU) .....</b>	<b>153</b>
Introdução.....	154
Registradores x87 de Dados .....	154
Registrador de Estado .....	155
Registrador de Controle.....	156
Registrador de Rótulo .....	157
Ponteiro de Instruções e Dados.....	158
Registrador de Opcode .....	158
Registradores SIMD .....	158
<b>CAPÍTULO 14 – INSTRUÇÕES SIMD .....</b>	<b>161</b>
Introdução.....	162
CPUID .....	162
Exemplo de Uso.....	163
MMX .....	164
3DNow! .....	165
SSE.....	165
SSE2 .....	165
SSE3 .....	165
SSSE3.....	166
SSE4a .....	166
SSE4.1 .....	166
SSE4.2 .....	166
AVX.....	166
FMA .....	167

XOP .....	167
AVX2 .....	167
AVX-512 .....	167
AESNI .....	168
SHANI.....	168
AMX.....	168
<b>CAPÍTULO 15 – TECNOLOGIAS PARA O AUMENTO DO DESEMPENHO .....</b>	<b>171</b>
Introdução.....	172
Cache de Memória.....	172
Níveis .....	173
Arquitetura.....	175
Cache com Mapeamento Direto.....	175
Cache Completamente Associativo .....	177
Cache Associativo por Grupos.....	177
Previsão de Desvios .....	178
Arquitetura Superescalar .....	179
Execução Fora de Ordem.....	179
Execução Especulativa .....	180
Renomeamento de Registradores .....	180
Arquitetura Híbrida CISC/RISC .....	181
Fusão de Microinstruções.....	182
Fusão de Instruções .....	182
Tecnologia de Múltiplos Núcleos.....	182
Tecnologia de Múltiplas Threads.....	184
Clock Dinâmico .....	185
<b>CAPÍTULO 16 – VIRTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>187</b>
Introdução.....	188
Funcionamento .....	191
Funcionamento das Instruções VT-x.....	191
Funcionamento das Instruções AMD-V .....	192
Virtualização de Segunda Geração.....	193
<b>CAPÍTULO 17 – GERENCIAMENTO DE CONSUMO ELÉTRICO .....</b>	<b>195</b>
Introdução.....	196
ACPI (Advanced Configuration and Power Interface).....	196

SPEEDSTEP, SPEED SHIFT, DBS, Cool'n'Quiet e PowerNow! .....	197
Relação Entre Potência, Tensão e Frequência .....	198
Diminuindo o Clock do Processador .....	199
Monitoramento Térmico .....	199
Estados de Economia de Energia.....	200
<b>CAPÍTULO 18 – INSTRUÇÕES ADICIONAIS .....</b>	<b>201</b>
Introdução.....	202
SMX (Safer Mode eXtensions) e TXT (Trusted eXecution Technology).....	202
Tecnologias de Criptografia de Memória .....	202
TSX (Transactional Synchronization eXtensions) .....	203
MPX (Memory Protection eXtensions) .....	204
BMI1, BMI2, ABM e TBM (Manipulação de Bits) .....	204
ADX (Multi-Precision Add-Carry Instruction Extensions) .....	205
CLMUL (CARRY-LESS MULTIPLICATION) .....	205
RDRAND .....	205
RDSEED .....	205
Key Locker .....	206
<b>PARTE 3 – PROCESSADORES .....</b>	<b>207</b>
<b>CAPÍTULO 19 – PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CHIPS .....</b>	<b>209</b>
Introdução.....	210
Processo de Fabricação do Wafer de Silício .....	210
Processo de Fotolitografia.....	211
Processo de Ionização.....	215
Aplicação das Camadas de Metal .....	217
Tamanho do Processo de Fabricação.....	220
Encapsulamento .....	222
<b>CAPÍTULO 20 – PROCESSADORES X86 – FAMÍLIAS 1 A 4 .....</b>	<b>225</b>
Introdução.....	226
8086, 8088 e V20 .....	228
286.....	228
386.....	229
486.....	230
486DX.....	231

486DLC e 486SLC.....	231
486SX e 487SX.....	231
486DX2 e OverDrive.....	231
486SX2.....	232
486DX4.....	232
5x86.....	232
<b>CAPÍTULO 21 – PROCESSADORES X86 – FAMÍLIA 5.....</b>	<b>233</b>
Introdução.....	234
Pentium.....	235
Pentium MMX.....	236
Pentium OverDrive.....	236
6x86.....	237
5x86.....	237
6x86MX e MII.....	238
Nx586.....	238
K5.....	238
K6.....	239
K6-2.....	239
K6-III.....	239
<b>CAPÍTULO 22 – PROCESSADORES INTEL – FAMÍLIA 6 (PARTE 1).....</b>	<b>241</b>
Introdução.....	242
Microarquitetura P6.....	243
Integração do Cache de Memória L2.....	244
Pipeline (Microarquitetura P6).....	246
Decodificador de Instruções.....	250
Execução das Microinstruções (Microarquitetura P6).....	251
Estação de Reserva.....	253
Unidades de Execução (Pentium Pro).....	254
Unidades de Execução (Pentium II).....	257
Unidades de Execução (Pentium III).....	258
Processadores.....	260
Pentium Pro.....	260
Pentium II.....	260
Pentium II OverDrive.....	261



Mobile Pentium.....	261
Pentium III .....	261
Mobile Pentium III.....	261
Mobile Pentium III-M .....	262
Celeron .....	262
Mobile Celeron.....	262
Pentium II Xeon .....	262
Pentium III Xeon .....	263
<b>CAPÍTULO 23 – PROCESSADORES INTEL – FAMÍLIA F .....</b>	<b>265</b>
Introdução.....	266
Microarquitetura Netburst .....	267
Pipeline (Microarquitetura Netburst).....	269
Decodificador de Instruções.....	272
Cache de Traço.....	272
Execução das Microinstruções (Microarquitetura Netburst) .....	273
Unidades de Execução (Microarquitetura Netburst) .....	273
Barramento Externo.....	275
Processadores.....	275
Pentium 4 .....	275
Pentium 4 HT .....	276
Pentium 4 Extreme Edition .....	276
Pentium D .....	277
Pentium Extreme Edition .....	277
Pentium 4-M.....	277
Mobile Pentium 4.....	278
Mobile Pentium 4 HT .....	278
Celeron .....	278
Celeron D .....	279
Mobile Celeron.....	279
Xeon .....	279
Xeon MP .....	280
<b>CAPÍTULO 24 – PROCESSADORES INTEL – FAMÍLIA 6 (PARTE 2).....</b>	<b>281</b>
Introdução.....	282
Microarquitetura Banias.....	283

Microarquitetura Core .....	284
Blocos de Entrada (Microarquitetura Core) .....	286
Desambiguação de Memória .....	287
Unidades de Execução (Microarquitetura Core).....	287
Cache L2 Compartilhado .....	289
Microarquitetura Enhanced Core (Penryn).....	290
Unidades de Execução (Microarquitetura Enhanced Core) .....	291
Processadores.....	292
Pentium M.....	292
Core Solo.....	293
Core Duo .....	293
Core 2 Duo .....	293
Core 2 Solo.....	293
Core 2 Quad .....	294
Core 2 Extreme.....	294
Pentium e Pentium Dual Core .....	294
Celeron e Celeron M .....	294
Xeon e Xeon MP.....	295
<b>CAPÍTULO 25 – PROCESSADORES INTEL – FAMÍLIA 6 (PARTE 3).....</b>	<b>297</b>
Introdução.....	298
Microarquitetura Nehalem.....	304
Controlador de Memória Integrado.....	306
Controlador PCI Express 2.0 Integrado.....	308
Interface Externa.....	309
DMI (Direct Media Interface).....	309
QPI (QuickPath Interconnect).....	310
Detector de Laços (LSD) .....	313
Unidades de Execução (Microarquitetura Nehalem).....	315
Cache L3 Compartilhado .....	316
Microarquitetura Westmere .....	316
Microarquitetura Sandy Bridge.....	317
Cache de Microinstruções Decodificadas (DSB).....	319
Registradores Físicos .....	321
Unidades de Execução (Microarquitetura Sandy Bridge) .....	322
Arquitetura em Anel.....	323

Microarquitetura Ivy Bridge.....	324
Recursos de Segurança .....	325
Microarquitetura Haswell .....	325
Unidades de Execução (Microarquitetura Haswell) .....	326
Microarquitetura Broadwell.....	327
Microarquitetura Skylake.....	328
Soquetes .....	330
Blocos de Entrada (Microarquitetura Skylake) .....	331
Unidades de Execução (Microarquitetura Skylake Cliente).....	331
Unidades de Execução (Microarquitetura Skylake Servidor).....	332
Microarquitetura Sunny Cove.....	333
Unidades de Execução (Microarquitetura Sunny Cove) .....	334
Microarquitetura Willow Cove.....	335
Microarquitetura Cypress Cove .....	336
Microarquitetura Golden Cove.....	336
Blocos de Entrada (Microarquitetura Golden Cove).....	338
Unidades de Execução (Microarquitetura Golden Cove) .....	338
Processadores.....	339
Core M.....	340
Celeron .....	340
Pentium .....	340
Core i3 .....	340
Core i5 .....	341
Core i7 .....	341
Core i9.....	341
Xeon .....	341
<b>CAPÍTULO 26 – PROCESSADORES INTEL – FAMÍLIA ATOM .....</b>	<b>345</b>
Introdução.....	346
Microarquitetura Bonnell.....	348
Pipeline (Microarquitetura Bonnell) .....	350
Blocos de Entrada (Microarquitetura Bonnell) .....	352
Unidades de Execução (Microarquitetura Bonnell) .....	353
Microarquitetura Silvermont .....	354
Pipeline (Microarquitetura Silvermont).....	357
Unidades de Execução (Microarquitetura Silvermont) .....	359

Microarquitetura Goldmont .....	360
Unidades de Execução (Microarquitetura Goldmont).....	362
Microarquitetura Goldmont Plus .....	363
Unidades de Execução (Microarquitetura Goldmont Plus).....	365
Microarquitetura Tremont.....	366
Unidades de Execução (Microarquitetura Tremont) .....	367
Microarquitetura Gracemont.....	369
Unidades de Execução (Microarquitetura Gracemont) .....	370
Processadores.....	371
Atom.....	372
Celeron .....	372
Pentium e Pentium Silver.....	372
<b>CAPÍTULO 27 – PROCESSADORES INTEL HÍBRIDOS .....</b>	<b>373</b>
Introdução.....	374
Processadores.....	375
<b>CAPÍTULO 28 – PROCESSADORES AMD – FAMÍLIA K7 .....</b>	<b>377</b>
Introdução.....	378
Processadores.....	379
Athlon .....	379
Athlon XP.....	380
Duron .....	381
Sempron.....	382
Mobile Athlon 4.....	382
Mobile Athlon XP .....	383
Athlon XP-M .....	383
Mobile Duron.....	383
Athlon MP.....	384
<b>CAPÍTULO 29 – PROCESSADORES AMD – FAMÍLIA HAMMER.....</b>	<b>385</b>
Introdução.....	386
Microarquitetura K8 .....	387
Pipeline (Microarquitetura K8) .....	389
Unidades de Execução (Microarquitetura K8).....	393
HyperTransport.....	393

Divisor do Clock da Memória.....	395
Microarquitetura K10.....	396
Unidades de Execução (Microarquitetura K10).....	397
Tecnologia de Otimização de Memória.....	398
Microarquitetura K10.5.....	399
Unidades de Execução (Microarquitetura K10.5).....	400
Soquetes.....	401
Processadores para Computadores de Mesa.....	402
Athlon 64.....	402
Athlon 64 X2.....	402
Athlon X2.....	403
Athlon 64 FX.....	403
Phenom.....	404
Phenom II.....	404
Athlon II.....	405
Sempron e Sempron X2.....	406
Série A.....	406
Série E.....	407
Processadores para Computadores Portáteis.....	407
Mobile Athlon 64.....	408
Mobile Sempron e Sempron.....	408
Athlon XP-M.....	409
Turion 64.....	409
Turion 64 X2, Turion X2, Turion X2 Ultra e Turion Neo X2.....	409
Athlon 64 X2.....	410
Athlon X2.....	410
Athlon Neo.....	410
Athlon Neo X2 e Turion Neo X2.....	410
Phenom II.....	410
Turion II, Turion II Neo e Turion II Ultra.....	411
Athlon II.....	411
Athlon II Neo.....	411
Série A.....	412
Série E.....	412
Processadores para Servidores.....	412
Opteron.....	412

Processadores para Sistemas Embarcados.....	414
<b>CAPÍTULO 30 – PROCESSADORES AMD – FAMÍLIA BULLDOZER.....</b>	<b>415</b>
Introdução.....	416
Microarquitetura Bulldozer.....	417
Pipeline (Microarquitetura Bulldozer).....	419
Unidades de Execução (Microarquitetura Bulldozer) .....	419
Microarquitetura Piledriver .....	421
Unidades de Execução (Microarquitetura Piledriver) .....	421
Microarquitetura Steamroller .....	422
Unidades de Execução (Microarquitetura Steamroller) .....	423
Microarquitetura Excavator .....	424
Soquetes.....	425
Processadores.....	426
FX.....	426
FirePro.....	426
Série A.....	427
Athlon X2 e Athlon X4.....	427
Sempron X2 .....	428
Série E.....	428
Opteron .....	428
Sistemas Embarcados .....	429
<b>CAPÍTULO 31 PROCESSADORES AMD – FAMÍLIA BOBCAT.....</b>	<b>431</b>
Introdução.....	432
Microarquitetura Bobcat .....	433
Pipeline (Microarquitetura Bobcat).....	436
Unidades de Execução (Microarquitetura Bobcat) .....	438
Microarquitetura Jaguar .....	438
Pipeline (Microarquitetura Jaguar).....	439
Unidades de Execução (Microarquitetura Jaguar) .....	441
Microarquitetura Puma .....	441
Processadores.....	442
Athlon e Sempron.....	442
Série A.....	442
Série E .....	443

Série C .....	443
Série Z .....	443
Opteron .....	444
Sistemas Embarcados .....	444
<b>CAPÍTULO 32 – PROCESSADORES AMD – FAMÍLIA ZEN .....</b>	<b>445</b>
Introdução.....	446
Microarquitetura Zen .....	447
Pipeline (Microarquitetura Zen) .....	450
Unidades de Execução (Microarquitetura Zen) .....	453
Estrutura Modular (Microarquitetura Zen).....	455
Controladores de Memória (Microarquitetura Zen) .....	457
Controladores PCI Express (Microarquitetura Zen) .....	457
Controladores USB (Microarquitetura Zen).....	463
Tecnologias para Aumento de Clock .....	463
Microarquitetura Zen 2 .....	466
Estrutura Modular (Microarquitetura Zen 2).....	468
Controladores PCI Express (Microarquitetura Zen 2) .....	468
Controladores USB (Microarquitetura Zen 2).....	472
Microarquitetura Zen 3 .....	473
Unidades de Execução (Microarquitetura Zen 3).....	475
Microarquitetura Zen 4 .....	477
Controladores PCI Express (Microarquitetura Zen 4) .....	478
Processadores.....	479
Ryzen.....	479
Ryzen Threadripper.....	480
Athlon .....	481
AMD 3000 .....	481
EPYC.....	482
Sistemas Embarcados .....	482
Unidades de Execução (Microarquitetura Zen 3).....	475
Microarquitetura Zen 4 .....	477
Controladores PCI Express (Microarquitetura Zen 4) .....	478
Processadores.....	479
Ryzen.....	479
Ryzen Threadripper.....	480

Athlon .....	481
AMD 3000 .....	481
EPYC.....	482
Sistemas Embarcados .....	482
<b>PARTE 4 – MEMÓRIAS .....</b>	<b>483</b>
<b>CAPÍTULO 33 – RAM .....</b>	<b>485</b>
Introdução.....	486
Memórias Estáticas (SRAM).....	488
Memórias Dinâmicas (DRAM) .....	490
Memórias Dinâmicas Síncronas (SDRAM).....	491
Arquitetura.....	492
Comandos .....	495
Acesso .....	496
Modo Rajada .....	498
Temporizações .....	499
Memórias DDR.....	500
Classificações de Memórias DDR.....	502
Gerações de Memórias DDR .....	503
Memórias LPDDR .....	508
Gerações de memórias LPDDR.....	509
Clock das Memórias LPDDR.....	512
Desempenho de memórias LPDDR .....	514
Memórias GDDR .....	515
Clock das Memórias GDDR .....	519
Desempenho das memórias GDDR.....	522
Memórias HBM.....	523
Densidade e Organização .....	526
Capacidade de Módulos de Memória.....	528
Capacidade de Placas de Vídeo.....	530
Modo Clamshell.....	532
Desempenho .....	533
Largura de Banda .....	534
Latência.....	537
Módulos de Memória .....	538
Classificação de Módulos de Memória .....	543



Módulos Registrados (RDIMM) .....	543
Módulos de Carga Reduzida (LRDIMM) .....	545
Módulos ECC .....	546
Chip de Configuração .....	547
Instalação .....	548
Canais de Memória .....	549
<b>CAPÍTULO 34 – ROM .....</b>	<b>551</b>
Introdução.....	552
Tipos .....	553
Conteúdo da ROM .....	554
BIOS .....	555
UEFI .....	557
Atualização de BIOS.....	558
Memória de Configuração .....	558
<b>CAPÍTULO 35 – MEMÓRIAS FLASH.....</b>	<b>561</b>
Introdução.....	562
Arquitetura .....	562
Bits por Célula .....	563
Memórias NOR .....	564
Memórias NAND.....	566
Vida Útil.....	568
Tempo de Retenção.....	568
<b>CAPÍTULO 36 – MEMÓRIAS OPTANE.....</b>	<b>569</b>
Introdução.....	570
Memórias Optane Como Armazenamento.....	570
Memórias Optane como RAM.....	571
Arquitetura .....	571
<b>PARTE 5 – PLACAS-MÃE.....</b>	<b>573</b>
<b>CAPÍTULO 37 – PLACAS-MÃE .....</b>	<b>575</b>
Introdução.....	576
Arquitetura .....	578
Formatos.....	583
Soquete do Processador.....	584

Soquetes de Memória .....	586
Conectores de Alimentação.....	587
Conector de Alimentação Principal .....	587
Conector de Alimentação do Processador .....	588
Conector de Alimentação SATA (ATX12VO).....	589
Bateria .....	589
Conectores Para Ventoinhas .....	590
Conectores para Sistemas de Iluminação RGB.....	591
Mostrador de Diagnósticos.....	592
Camadas de Cobre .....	592
<b>CAPÍTULO 38 – SLOTS DE EXPANSÃO .....</b>	<b>593</b>
Introdução.....	594
PCI Express .....	594
Pistas .....	594
Versões .....	595
Slots PCI Express .....	596
Mini PCI Express .....	598
mSATA .....	599
M.2 .....	600
<b>CAPÍTULO 39 – PORTAS DE COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>603</b>
Introdução.....	604
Diferença Entre Entradas e Portas.....	604
Portas SATA .....	604
Portas SAS.....	606
USB .....	618
Desempenho .....	620
Conectores.....	621
Alimentação (USB PD) .....	624
Thunderbolt.....	626
Porta de Rede .....	627
Rede Sem Fio/Bluetooth .....	629
Portas PS/2 .....	630
Conectores de Áudio .....	631

Conectores de Vídeo.....	633
Porta Serial.....	633
<b>CAPÍTULO 40 – CIRCUITO REGULADOR DE TENSÃO.....</b>	<b>635</b>
Introdução.....	636
Funcionamento .....	636
Arquitetura .....	637
Componentes .....	641
Controlador PWM.....	641
Transistores .....	642
Indutores .....	643
Capacitores.....	644
<b>PARTE 6 – VÍDEO .....</b>	<b>645</b>
<b>CAPÍTULO 41 – PRINCÍPIOS DE VÍDEO .....</b>	<b>647</b>
Introdução.....	648
Pixel .....	648
Varredura .....	648
Resolução.....	650
Relação de Aspecto.....	652
Profundidade de Cores .....	653
Espaço de Cores e Gama de Cores .....	655
Taxa de Atualização.....	656
Subamostragem de Cores .....	657
<b>CAPÍTULO 42 – PLACA DE VÍDEO.....</b>	<b>661</b>
Introdução.....	662
Equívocos Comuns .....	663
Arquitetura .....	664
Interface de Comunicação .....	665
Processador Gráfico (GPU) .....	665
Memória de Vídeo .....	666
Barramento da Memória de Vídeo .....	668
RAMDAC.....	669
LVDS.....	670
Conectores de Vídeo.....	670

Circuito Regulador de Tensão.....	670
Conectores de Alimentação Auxiliar .....	671
Modos de Operação.....	673
Modo Texto .....	673
Modo Gráfico .....	674
Interface de Programação (API).....	674
Aceleração 2D.....	676
Aceleração de Mídia.....	677
Aceleração 3D.....	677
GPGPU .....	678
Mineração de Criptomoedas .....	679
CrossFire, SLI e NVLink.....	679
Múltiplos Monitores.....	680
<b>CAPÍTULO 43 – ACELERAÇÃO DE MÍDIA .....</b>	<b>681</b>
Introdução.....	682
Recursos de Melhoria de Imagem.....	683
Desentrelaçamento .....	684
Telecinagem Reversa.....	684
Escalonamento.....	686
Remoção de Blocos .....	686
Remoção de Ruído .....	687
Redução de Ruído Mosquito .....	687
Melhoria de Borda .....	687
Correção de Cor .....	687
<b>CAPÍTULO 44 – ACELERAÇÃO 3D.....</b>	<b>689</b>
Introdução.....	690
Qualidade de Imagem vs. Desempenho.....	696
Rasterização.....	697
Cálculo Geométrico .....	697
Renderização.....	698
Envio de Instruções.....	699
Sombreamento de Vértices.....	700
Tesselação.....	700
Sombreamento de Geometria .....	701

Montagem de Primitivas .....	702
Rasterização .....	702
Sombreamento de Pixels .....	704
Fusão .....	704
Traçado de Raios.....	705
Algoritmo BVH.....	709
Etapas do Processo de Traçado de Raios.....	710
Desempenho .....	712
Ajustes da Qualidade da Imagem .....	713
Suavização de Serrilhado .....	714
SSAA ou FSAA.....	715
MSAA .....	716
CSAA e EQAA .....	718
MFAA.....	719
MLAA .....	719
FXAA .....	719
SMAA .....	719
TAA e TXAA.....	720
Filtragem Anisotrópica .....	720
Sincronismo Vertical (Vsync).....	721
Técnicas para o Aumento do Desempenho .....	722
<b>CAPÍTULO 45 – CONECTORES DE VÍDEO .....</b>	<b>725</b>
Introdução.....	726
Sobre Entradas, Saídas, Portas e Conectores .....	726
Vídeo Composto .....	727
S-Video.....	727
Vídeo Componente .....	728
RGB .....	730
VGA.....	731
DVI.....	732
HDMI.....	735
DisplayPort.....	738
Thunderbolt.....	739
<b>CAPÍTULO 46 – MONITORES DE VÍDEO.....</b>	<b>741</b>

Introdução.....	742
Tecnologias de Cristal Líquido.....	742
TN.....	743
VA.....	745
IPS.....	746
Luz de Fundo.....	746
Matriz Passiva vs. Ativa.....	747
Tecnologia OLED.....	748
Características Técnicas de Monitores de Vídeo.....	750
Tamanho da Tela.....	750
Relação de Aspecto.....	750
Resolução Máxima.....	751
Taxa de Atualização Máxima.....	751
G-SYNC e FreeSync.....	752
Tempo de Resposta.....	753
Brilho.....	754
Relação de Contraste.....	754
Profundidade de Cores.....	755
Espaço de Cores e Gama de Cores.....	755
HDR (High Dynamic Range).....	755
Ângulo de Visão.....	756
Tela Curva.....	756
Conexões.....	756
<b>PARTE 7 – ARMAZENAMENTO.....</b>	<b>757</b>
<b>CAPÍTULO 47 – DISCOS RÍGIDOS.....</b>	<b>759</b>
Introdução.....	760
Geometria.....	761
Formato dos Setores.....	762
Capacidade de Armazenamento.....	763
Limites de Capacidade.....	764
Formatação.....	765
Arquitetura.....	766
Discos Rígidos Híbridos.....	767
S.M.A.R.T.....	768
Interface de Comunicação.....	768

Mercados.....	769
Características Técnicas.....	770
Capacidade.....	770
Velocidade de Rotação.....	770
Tamanho Físico.....	770
Interface.....	770
Tamanho do Buffer.....	771
Taxa de Transferência.....	771
Tempo de Acesso.....	771
Consumo.....	771
Densidade.....	771
<b>CAPÍTULO 48 – SSDS.....</b>	<b>773</b>
Introdução.....	774
Formatos Físicos.....	774
Protocolo de Comunicação.....	776
Capacidade de Armazenamento.....	776
Limites de Capacidade.....	777
Balanceamento de Desgaste.....	777
Amplificação de Escrita.....	778
Coleta de Lixo.....	778
TRIM.....	779
Recuperação de Dados.....	779
Espaço Reservado.....	780
Vida Útil.....	780
Desfragmentação.....	781
Arquitetura.....	782
Chip Controlador.....	782
Cache.....	782
Memória.....	782
Desempenho.....	783
<b>CAPÍTULO 49 – RAID.....</b>	<b>785</b>
Introdução.....	786
Divisão de Dados.....	786
Espelhamento.....	787

Paridade .....	788
Modos RAID.....	789
RAID 0.....	789
RAID 1.....	790
RAID 0+1.....	791
RAID 10.....	792
RAID 1E.....	793
RAID 100.....	794
RAID 2.....	795
RAID 3.....	796
RAID 0+3, 30 ou 53.....	796
RAID 4.....	798
RAID 5.....	798
RAID 5E e 5EE.....	800
RAID 50.....	801
RAID 6.....	802
RAID 6E.....	803
RAID 60.....	803
JBOD.....	804
Calculadoras RAID .....	804
RAID: Software vs. Hardware .....	804
<b>CAPÍTULO 50 – PEN DRIVES .....</b>	<b>807</b>
Introdução.....	808
Arquitetura .....	808
Desempenho .....	809
Segurança .....	809
<b>PARTE 8 – ÁUDIO.....</b>	<b>811</b>
<b>CAPÍTULO 51 – ÁUDIO.....</b>	<b>813</b>
Introdução.....	814
Princípios de Áudio Digital.....	815
Taxa de Amostragem.....	815
Resolução .....	816
Canais.....	817
Tamanho do Arquivo .....	819



Compressão .....	820
Relação Sinal-Ruído.....	820
Sintetizador .....	821
Síntese de FM .....	822
Síntese por Tabela de Sons.....	822
Implementações .....	823
Conectores Analógicos .....	824
Interface SPDIF.....	825
Interface MIDI.....	827
<b>PARTE 9 – GABINETES .....</b>	<b>829</b>
<b>CAPÍTULO 52 – GABINETES .....</b>	<b>831</b>
Introdução.....	832
Formatos.....	832
Compatibilidade .....	833
Material.....	834
Pintura .....	835
Desenho do Painel Esquerdo.....	835
Baias Para Unidades de Armazenamento .....	835
Baias Externas de 5,25 polegadas.....	836
Baias Externas de 3,5 polegadas.....	837
Baias Internas de 2,5 polegadas .....	839
Base Externa de 3,5 polegadas/2,5 polegadas .....	841
Tampas das Baias Externas.....	842
Sistemas de Instalação de Unidades de Armazenamento.....	843
Sistemas Para a Redução de Ruídos.....	844
Porta Frontal.....	845
Conectores .....	845
Suporte Para Sistemas de Refrigeração Líquida Externos .....	846
Slots de Expansão.....	846
Fixação das Placas de Expansão .....	847
Aberturas na Bandeja de Instalação da Placa-Mãe.....	847
Localização da Fonte de Alimentação.....	848
Ventoinhas .....	849
Filtros de Ar.....	850
Iluminação .....	851

Outros Pequenos Detalhes.....	851
<b>PARTE 10 – REFRIGERAÇÃO.....</b>	<b>853</b>
<b>CAPÍTULO 53 – VENTONHAS .....</b>	<b>855</b>
Introdução.....	856
Ventilação Interna.....	856
Instalação de Ventoinhas.....	861
Pressão de Ar .....	863
Características Técnicas de Ventoinhas.....	863
Tamanho.....	863
Velocidade de Rotação .....	863
Fluxo de Ar .....	863
Nível de Ruído .....	864
Rolamento .....	864
Rolamento de Mancal .....	865
Rolamento de Esferas.....	865
Iluminação .....	866
Fios e Conectores .....	866
<b>CAPÍTULO 54 – COOLERS.....</b>	<b>867</b>
Introdução.....	868
TDP .....	868
Mecanismos de Retenção .....	868
Coolers a Ar .....	868
Base .....	870
Composto Térmico.....	870
Heatpipes .....	870
Câmara de Vapor.....	872
Dissipador de Calor .....	872
Ventoinha .....	872
Mecanismo de Retenção .....	872
Coolers Termoelétricos .....	872
Refrigeração Líquida.....	873
Sistemas Avulsos .....	873
Bomba.....	874
Tanque de Expansão .....	874

---

Bloco do Processador .....	874
Radiador .....	875
Sistemas Externos.....	875
Sistemas Selados.....	875
<b>PARTE 11 – DISPOSITIVOS DE ENTRADA.....</b>	<b>877</b>
<b>CAPÍTULO 55 – TECLADOS .....</b>	<b>879</b>
Introdução.....	880
Teclado de Membrana .....	880
Teclado Mecânico .....	882
Acionamento Simultâneo de Teclas.....	883
Layout .....	884
Material das Teclas .....	884
Iluminação .....	884
Teclados Gamer .....	885
Conexão .....	885
<b>CAPÍTULO 56 – Mouses .....</b>	<b>887</b>
Introdução.....	888
Tipos .....	888
Resolução.....	889
Sensor Óptico .....	889
Velocidade de Rastreamento .....	890
Aceleração.....	890
Taxa de Varredura.....	890
Botões.....	891
Iluminação .....	891
Memória Interna .....	892
Sistemas de Ajuste.....	892
Desenho .....	892
Mouses Gamer .....	892
Conexão .....	892
Bateria .....	893
<b>PARTE 12 – ALIMENTAÇÃO.....</b>	<b>895</b>
<b>CAPÍTULO 57 – FONTES DE ALIMENTAÇÃO .....</b>	<b>897</b>

Introdução.....	898
Características Técnicas.....	898
Princípio de Funcionamento.....	898
Padrões.....	899
ATX (1995).....	899
ATX12V 1.x (2000).....	900
EPS12V (2000).....	901
ATX12V 2.x (2003).....	902
ATX12VO (2020).....	903
ATX 3.0 (2022).....	904
Potência.....	905
Eficiência.....	907
80 Plus.....	909
Cybenetics ETA.....	910
Correção do Fator de Potência (PFC).....	911
Seleção de Tensão.....	912
Saídas.....	914
Saídas em Fontes de Alimentação Externas.....	914
Saídas em Fontes de Alimentação ATX, ATX12V e EPS12V.....	914
Saídas em Fontes de Alimentação ATX12VO.....	915
Configuração da Saída de +12 V.....	915
Distribuição de Potência.....	917
Níveis de Oscilação e Ruído.....	917
Regulação de Tensão.....	919
Ventilação.....	921
Dimensões Físicas.....	921
Configuração de Cabos e Conectores.....	922
Bitola dos Fios.....	922
Sistema de Cabeamento Modular.....	923
Conector de Alimentação Principal da Placa-Mãe.....	923
Conectores de Alimentação para o Processador.....	924
Conectores de Alimentação Para Placas de Vídeo.....	925
Conectores de Alimentação SATA.....	926
Conectores de Alimentação Para Periféricos.....	926
Arquitetura.....	927
Topologias.....	927

Funcionamento .....	927
Filtragem de Transientes .....	929
PFC Passivo .....	929
Retificação (Primário) .....	930
Dobrador de Tensão e Filtragem.....	930
PFC Ativo .....	931
Chaveamento .....	932
Controle PWM .....	936
Retificação (Secundário).....	936
Filtragem (Secundário).....	938
Realimentação.....	939
Proteções .....	939
Proteção Contra Sobrecarga de Potência (OPP ou OLP).....	939
Proteção Contra Sobrecarga de Corrente (OCP).....	939
Proteção Contra Subtensão (UVP).....	940
Proteção Contra Queda de Tensão da Rede.....	940
Proteção Contra Sobretenção (OVP).....	940
Proteção Contra Curto-Circuito (SCP) .....	941
Proteção Contra Superaquecimento (OTP).....	941
Funcionamento em Carga Vazia (NLO) .....	941
<b>CAPÍTULO 58 – BATERIAS.....</b>	<b>943</b>
Introdução.....	944
Autonomia .....	944
Chumbo-Ácido .....	944
Níquel-Cádmio (Ni-Cd).....	946
Hidreto Metálico de Níquel (NiMH) .....	946
Lítio-Íon (Li-Ion).....	947
<b>CAPÍTULO 59 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO .....</b>	<b>949</b>
Introdução.....	950
Estabilizadores de Tensão .....	950
Filtros de Linha.....	953
Nobreaks .....	954
Autonomia e Capacidade Elétrica .....	956
Nobreaks Off-Line.....	957

Nobreaks Off-Line de Senoidal Pura.....	959
Nobreaks On-Line.....	959
<b>PARTE 13 – COMPUTADORES PORTÁTEIS.....</b>	<b>961</b>
<b>CAPÍTULO 60 – COMPUTADORES PORTÁTEIS.....</b>	<b>963</b>
Introdução.....	964
Nomenclatura .....	965
Arquitetura .....	965
Processador.....	965
Memória (RAM).....	966
Placa-mãe.....	967
Conectores .....	967
Placa de Vídeo .....	967
Tela.....	968
Armazenamento .....	968
Placa de Rede Sem Fio .....	969
Áudio .....	969
Câmera .....	970
Gabinete.....	970
Refrigeração .....	970
Teclado.....	971
Touchpad .....	971
Bateria.....	972
Outros Recursos.....	972
<b>CAPÍTULO 61 – BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>973</b>