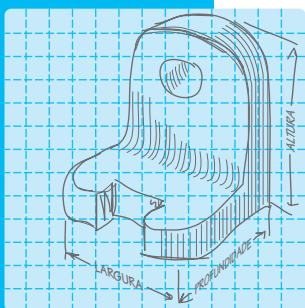




S U M Á R I O

1 Projeto e comunicação gráfica 15

- 1.1 Princípios do projeto 16
- 1.2 Concepção de projetos 16
- 1.3 O processo de projeto 16
- 1.4 Estágio 1 – identificação do problema 17
- 1.5 Estágio 2 – conceitos e idéias 18
- 1.6 Estágio 3 – soluções de compromisso 20
- 1.7 Estágio 4 – modelos e protótipos 20
- 1.8 Projeto de um novo produto 21
- 1.9 Comunicação através de desenhos 24
- 1.10 Os primeiros desenhos técnicos 24
- 1.11 Primórdios da geometria descritiva 25
- 1.12 Desenho técnico moderno 26
- 1.13 Normas de desenhos 26
- 1.14 Definições 26
- 1.15 Benefícios das habilidades gráficas 27
- 1.16 Projeções 27

CAD EM SERVIÇO - Do esboço à peça 28

2 Introdução ao CAD 33

- 2.1 Sistemas de computação e componentes 34
- 2.2 Tipos de computadores 35
- 2.3 Desenho assistido por computador 35
- 2.4 Configurações de sistemas CAD 37
- 2.5 Unidade central de processamento 37
- 2.6 Dispositivos de exibição 38
- 2.7 Dispositivos de entrada 40
- 2.8 Dispositivos de saída 42
- 2.9 Dispositivos de armazenamento de dados 44
- 2.10 Programas CAD 47
- 2.11 Características comuns dos programas CAD 48
- 2.12 Usando um sistema CAD 48
- 2.13 Selecionando um sistema CAD 49
- 2.14 Resumo 50

CAD EM SERVIÇO - CAD no cinema 39

3 Técnicas de esboço à mão livre e letreiros 53

- 3.1 Esboços técnicos 54
- 3.2 Instrumentos para o desenho de esboços 54
- 3.3 Tipos de esboços 55

- 3.4 Escala 56
- 3.5 Técnicas de linhas 56
- 3.6 Estilos de linhas 56
- 3.7 Esboçando circunferências, arcos e elipses 58
- 3.8 Mantendo as proporções 59
- 3.9 Letreiro à mão livre 63
- 3.10 Padrões de letreiros 64
- 3.11 Letreiros por computador 64
- 3.12 Técnicas de letreiros 65
- 3.13 Letras e numerais verticais 66
- 3.14 Letras e numerais inclinados 67
- 3.15 Linhas-guia 68
- 3.16 Linhas-guia para números inteiros e frações 68
- 3.17 Espaçamento de letras e palavras 71
- 3.18 Títulos 71

CAD EM SERVIÇO - Esboços e modelamento paramétrico 72

4 Construções geométricas e fundamentos do modelamento 78

- 4.1 Pontos e linhas 79
- 4.2 Ângulos 79
- 4.3 Triângulos 80
- 4.4 Quadriláteros 80
- 4.5 Polígonos 80
- 4.6 Círculos e arcos 80
- 4.7 Construções e CAD 80
- 4.8 Traçando um triângulo dadas as medidas dos lados 81
- 4.9 Traçando um triângulo retângulo dados a hipotenusa e um lado 82
- 4.10 Construindo uma mediatriz 82
- 4.11 Construção de circunferências 83
- 4.12 Tangência 84
- 4.13 Construindo uma elipse 88
- 4.14 Encontrando os eixos de uma elipse dados os diâmetros conjugados 88
- 4.15 Traçando uma tangente a uma elipse 91
- 4.16 Desenhando uma falsa elipse 91
- 4.17 Desenhando uma espiral de Arquimedes 91
- 4.18 Desenhando uma hélice 92

4.19	Desenhando uma evolvente	93
4.20	Desenhando uma ciclóide	93
4.21	Epíclídes e hipoclídes	94
4.22	Sólidos	94
4.23	Modelamento sólido	95
4.24	Operadores booleanos	95
CAD EM SERVIÇO - <i>Object Snaps</i>		98

5 Esboço de vistas ortográficas e projeções 104

5.1	Vistas de objetos	105
5.2	As seis vistas principais	105
5.3	Dimensões principais	106
5.4	Método de projeção	107
5.5	A caixa de Projeção	107
5.6	Espaçamento entre vistas	109
5.7	Transferindo medidas de profundidade	109
5.8	Vistas necessárias	110
5.9	Orientação da vista frontal	112
5.10	Posições alternativas das vistas	113
5.11	Visualização	113
5.12	Faces, arestas e vértices	114
5.13	Vistas de faces	114
5.14	Faces normais	115
5.15	Faces inclinadas	115
5.16	Faces quaisquer	115
5.17	Arestas	115
5.18	Arestas normais	115
5.19	Arestas inclinadas	115
5.20	Arestas quaisquer	115
5.21	Ângulos	116
5.22	Vértices	116
5.23	Significado de pontos	116
5.24	Significado de linhas	118
5.25	Formatos similares de faces	118
5.26	Interpretando vistas	119
5.27	Modelos	120
5.28	Projetando uma terceira vista	122
5.29	Mostrando outros detalhes	122
5.30	Contornos e arestas invisíveis	123
5.31	Linhas de centro	127
5.32	Superfícies curvas	127
5.33	Superfícies cilíndricas	128
5.34	Cilindros e elipses	128
5.35	Interseções e concordância	130
5.36	Filetamentos e arredondamentos	131
5.37	<i>Runouts</i>	131
5.38	Arestas por convenção	133
5.39	Vistas necessárias	134
5.40	Vistas parciais	134
5.41	Vistas deslocadas	134
5.42	Alinhamento de vistas	135
5.43	Projeções no primeiro e terceiro diedros	137
5.44	Peças simétricas	140
5.45	Convenções de rebatimento	140
5.46	Ajustando as vistas no papel	141
5.47	Materiais para desenho	141
5.48	Folhas padronizadas	142
5.49	Escala	142
5.50	Escala decimal	142
5.51	Escala métrica	142

5.52	Escala de polegadas e pés	144
5.53	Escala dos arquitetos	144
5.54	Escala dos engenheiros mecânicos	144
5.55	Especificando a escala em um desenho	145
CAD EM SERVIÇO - Vistas ortográficas de um modelo 3-D		123

6 Desenho de perspectiva 154

6.1	Métodos de projeção	155
6.2	Perspectivas axonométricas	155
6.3	Perspectiva isométrica	155
6.4	Superfícies normal e inclinada em vista isométrica	156
6.5	Superfícies oblíquas em vista isométrica	158
6.6	Outras posições dos eixos isométricos	158
6.7	Medidas por deslocamento	160
6.8	Elipses isométricas	160
6.9	Arcos em vista isométrica	160
6.10	Gabarito para elipses isométricas	160
6.11	Desenhando em papel isométrico	160
6.12	Contornos e arestas invisíveis	162
6.13	Linhas de centro	162
6.14	Linhas não-isométricas	162
6.15	Ângulos em vista isométrica	163
6.16	Objetos irregulares	164
6.17	Curvas em vistas isométricas	165
6.18	Superfícies roscadas em isométrica	166
6.19	A esfera em isométrica	166
6.20	Cotagem em isométrica	166
6.21	Conjuntos explodidos	166
6.22	Usando o CAD	167
6.23	Perspectiva cavaleira	167
6.24	Escolhendo o ângulo das fugantes	168
6.25	Comprimento das linhas fugantes	168
6.26	Perspectiva cônica	171
6.27	Princípios gerais	171
6.28	Os três tipos de perspectivas	173
6.29	Perspectiva cônica com um ponto de fuga	173
6.30	Perspectiva cônica com dois pontos de fuga	173
6.31	Perspectiva cônica com três pontos de fuga	173
6.32	Sombreado	175
6.33	Computação gráfica	177
CAD EM SERVIÇO - Sombreamento fotorrealístico		176

7 Vistas em corte 187

7.1	Corte	188
7.2	Corte pleno	188
7.3	O plano secante	188
7.4	Padrão de linha de corte	188
7.5	Interpretando planos secantes e cortes	188
7.6	Hachuras	190
7.7	Visualizando um corte	192
7.8	Meio corte	197
7.9	Cortes parciais	197
7.10	Seção dentro das vistas	197
7.11	Seção fora da vista	198
7.12	Cortes compostos	199
7.13	Nervuras em cortes	199
7.14	Cortes rebatidos	199
7.15	Vistas parciais	204
7.16	Interseções em cortes	205

7.17	Linhas de ruptura convencionais	205
7.18	Corte em perspectiva isométrica	206
7.19	Cortes em perspectiva cavaleira	207
7.20	Computação gráfica	207
CAD EM SERVIÇO - Modelando superfícies irregulares		203

8 Vistas auxiliares, desenvolvimento de superfícies e interseções 217

8.1	Definições	218
8.2	O plano auxiliar	218
8.3	Planos de referência	218
8.4	Classificação de vistas auxiliares	221
8.5	Vistas auxiliares de profundidade	221
8.6	Vistas auxiliares de altura	223
8.7	Vistas auxiliares de largura	223
8.8	Curvas plotadas e elipses	223
8.9	Construção reversa	224
8.10	Vistas auxiliares parciais	225
8.11	Meias vistas auxiliares	226
8.12	Contornos e arestas invisíveis nas vistas auxiliares	226
8.13	Cortes auxiliares	227
8.14	Vistas auxiliares sucessivas	227
8.15	Uso de vistas auxiliares	227
8.16	A verdadeira grandeza de segmento de reta	228
8.17	Vista de topo de um segmento de reta	228
8.18	Vista de perfil de um plano	228
8.19	A verdadeira grandeza de uma face oblíqua	230
8.20	Ângulos diédricos	231
8.21	Desenvolvimento e interseções	232
8.22	Terminologia	233
8.23	Sólidos	233
8.24	Princípios para interseções	233
8.25	Desenvolvimentos	234
8.26	Bainhas e juntas para chapas de metal e outros materiais	235
8.27	Achando a interseção de um plano e um prisma e desenvolvendo um prisma	237
8.28	Achando a interseção de um plano e um cilindro e desenvolvendo o cilindro	237
8.29	Mais exemplos de desenvolvimentos e interseções	238
8.30	Peças de transição	242
8.31	Triangulação	242
8.32	O desenvolvimento de uma peça de transição conectando tubulações retangulares no mesmo eixo	243
8.33	Achando a interseção entre um plano e uma esfera e determinando o desenvolvimento aproximado da esfera	243
8.34	Computação gráfica	245
CAD EM SERVIÇO - Leitura automática de peças de chapas metálicas		239

9 Cotagem e processos de fabricação 258

9.6	Linhas usadas na cotagem	260
9.7	Setas	261
9.8	Indicadores	261
9.9	Orientação das cotas	262
9.10	Cotas fracionais, decimais e métricas	262
9.11	Sistemas decimais	263
9.12	Valores das cotas	264
9.13	Milímetros e polegadas	267
9.14	Posicionamento das linhas de cotas e de chamada	267
9.15	Cotando ângulos	269
9.16	Cotando arcos	270
9.17	Arredondamentos	270
9.18	Decomposições geométricas	270
9.19	Cotas de dimensão: prismas	272
9.20	Cotas de dimensão: cilindros	272
9.21	Cotando as dimensões de furos	272
9.22	Cotas de posição	274
9.23	Símbolos e cotas de dimensão: formas diversas	276
9.24	Cotas de encaixe	277
9.25	Cotas para usinagem, para modelagem e para formamento	278
9.26	Cotando curvas	279
9.27	Cotando formas com extremidades arredondadas	280
9.28	Cotas supérfluas	281
9.29	Marcas de acabamento	283
9.30	Aspereza, ondulação e cortes da superfície	284
9.31	Notas	287
9.32	Cotagem de roscas	287
9.33	Cotagem das conicidades	287
9.34	Cotagem de chanfros	290
9.35	Centros de eixos	290
9.36	Cotando chavetas	290
9.37	Cotagem de superfícies recartilhadas	291
9.38	Cotagem ao longo de superfícies curvas	291
9.39	Dobras de chapas metálicas	291
9.40	Cotas tabulares	292
9.41	Normas	292
9.42	Cotagem por coordenadas	292
9.43	Acertos e erros de cotagem	293
9.44	Acertos e erros da prática do projeto	295
9.45	Processos de produção	298
9.46	Métodos de fabricação e o desenho	298
9.47	Fundição em molde de areia	299
9.48	O fabricante do modelo e o desenho	300
9.49	Arredondamentos	300
9.50	Processos de fundição	301
9.51	Metalurgia do pó	301
9.52	Equipamentos de usinagem	302
9.53	Torno	302
9.54	Furadeira de coluna	302
9.55	Fresadora	302
9.56	Plana limadora	303
9.57	Plana de mesa	304
9.58	Fresa de broquear	304
9.59	Central de torneamento vertical e horizontal	305
9.60	Retificadora	305
9.61	Brochamento	305

9.62	Furos	306
9.63	Dispositivos de medição usados na fabricação	307
9.64	Usinagem sem cavacos	308
9.65	Soldagem	309
9.66	Perfis pré-fabricados	310
9.67	Gabaritos	310
9.68	Forjamento	311
9.69	Tratamento térmico	311
9.70	Processamento de plásticos	311
9.71	Moldagem por extrusão	311
9.72	Moldagem a sopro	311
9.73	Moldagem por compressão	312
9.74	Moldagem por transferência	312
9.75	Moldagem por injeção	313
9.76	Thermoforming	313
9.77	Prototipagem rápida	313
CAD EM SERVIÇO - Cotagem semi-automática usando CAD		282

10 Tolerâncias 319

10.1	Cotagem de tolerâncias	320
10.2	Denominação de tamanhos	320
10.3	Ajustes entre peças	320
10.4	Montagem seletiva	322
10.5	Sistema furo-base	322
10.6	Sistema eixo-base	322
10.7	Especificação de tolerâncias	323
10.8	Limites e ajustes-padrão da norma americana	325
10.9	Acúmulo de tolerâncias	326
10.10	Tolerâncias e processos de usinagem	327
10.11	Sistema métrico de tolerâncias e ajustes	328
10.12	Tamanhos preferenciais	329
10.13	Ajustes preferenciais	329
10.14	Tolerâncias geométricas	330
10.15	Símbolos para tolerâncias de posição e forma	330
10.16	Tolerâncias posicionais	333
10.17	Condição de máximo material	336
10.18	Tolerância de ângulos	338
10.19	Tolerâncias de forma para características individuais	338
10.20	Tolerâncias de forma para características relacionadas	341
10.21	Computação gráfica	343
CAD EM SERVIÇO - Tolerância geométrica com o AutoCAD R.14		339

11 Roscas, dispositivos de fixação e molas 349

11.1	Roscas de parafusos padronizadas	350
11.2	Roscas de parafusos: terminologia	350
11.3	Perfis de rosca de parafuso	351
11.4	Séries de roscas	353
11.5	Especificações de rosca	353
11.6	Ajustes de roscas norte-americanas	353
11.7	Ajustes de roscas métricas e unificadas	355
11.8	Passos de roscas	355

11.9	Roscas direitas e roscas esquerdas	355
11.10	Roscas simples e múltiplas	356
11.11	Simbologia de roscas	356
11.12	Simbologia para roscas externas	357
11.13	Simbologia para roscas internas	357
11.14	Representações detalhadas: roscas métricas, unificadas e americanas	359
11.15	Representação detalhada da rosca Acme	359
11.16	Uso de linhas-fantasma	363
11.17	Roscas em montagens	363
11.18	Roscas americanas para tubos	363
11.19	Parafusos com porca, parafusos-prisioneiros e parafusos de cabeça	365
11.20	Furos rosqueados	366
11.21	Parafusos com porca e porcas padronizadas	367
11.22	Desenhando parafusos padronizados	369
11.23	Especificação para parafusos com porca e porcas	369
11.24	Contraporcas e outros dispositivos de travamento	372
11.25	Parafusos de cabeça padronizados	374
11.26	Parafusos padronizados de máquinas	374
11.27	Parafusos de fixação padronizados	376
11.28	Parafusos para madeira da norma americana	376
11.29	Miscelânea de dispositivos de fixação	377
11.30	Chaveta	377
11.31	Pinos	378
11.32	Rebites	379
11.33	Molas	380
11.34	Desenhando molas helicoidais	382
11.35	Computação gráfica	383
CAD EM SERVIÇO - Bibliotecas de dispositivos de fixação		370

12 Desenhos de execução 387

12.1	Desenhos de execução	388
12.2	Desenhos de detalhe	388
12.3	Número de detalhes por folha	389
12.4	Desenhos de conjunto	389
12.5	Desenho de conjunto geral	389
12.6	Lista de peças	392
12.7	Vistas seccionais no desenho de conjunto	394
12.8	Desenho de conjunto para execução	396
12.9	Desenhos de instalação ou de montagem	396
12.10	Desenhos para verificação de montagem	396
12.11	Legenda	397
12.12	Números dos desenhos	399
12.13	Zoneamento	399
12.14	Verificação	399
12.15	Revisões	399
12.16	Representação simplificada	402
12.17	Desenhos para patente	402

CAD EM SERVIÇO - Sistemas de gerenciamento de desenhos técnicos 400

Apêndice 449

Índice 527