

Índice

- Acoplamento
 - extensão-cisalhamento, 84
 - membrana-flexão, 138, 142, 338, 341, 374
 - tração-torção, 227
- Adesivos, 244, 258
- Apoio elástico, 409, 427
- Atuador piezoelétrico, 512
- Autoclave, 31

- Bernoulli, viga de, 118
- Bimetal, 140, 169

- Camada limite, 350
- Carregamento
 - crítico, 408, 428
 - inicial, 153
 - proporcional, 151, 153
- Cascas laminadas, 458
- Catalisador
 - mek, 27
- CCA – modelos micromecânicos, 56, 62, 67, 68
- Chentsov, 85
- Cisalhamento
 - sanduíche, 383
 - transversal, 345
 - elementos finitos, 490
 - ordem superior, 479
- Cisalhamento k , fator de, 124
- Coefficientes
 - de Chentsov, 85
 - de dilatação higroscópica, 183
 - de dilatação térmica, 70, 180
 - de engenharia, 87
 - de influência mútua, 85
 - de Lekhnitskii, 84
- Colméia, *ver* Honeycomb
- Compostos
 - características, 3
 - cura, 169
 - definição, 3
 - fibrosos, 5
 - fração volumétrica, 52
 - propriedades, 8, 9
 - tipos, 4
 - vidro-epóxi, 57, 70
- Compostos – fabricação
 - autoclave, 31
 - cura, 32
 - filament winding, 28
 - moldagem por membrana, 31
 - preformados, 33
 - prepregs, 33
 - processo
 - de bobinamento, 28
 - manual, 24, 27
 - processos, 23
 - trefilção de perfis, 30
- Concentração de tensões, 228
- Concreto, 4, 8
- Condições de contorno
 - de flambagem, 408, 415
 - ordem superior, 473
 - placa
 - de Kirchhoff, 316
 - de Mindlin, 303
- Constantes de engenharia, 75
- Corrugados, 241
- Cota das lâminas, 129
- Critério
 - da deformação máxima, 96
 - da tensão máxima, 95
 - de Hashin, 108
 - de Hoffman, 107
 - de Tsai-Hill, 101, 161
 - de Tsai-Wu, 106
- Cura, 181

- Deformação
 - curvatura, 127
 - de ordem superior, 470, 483
 - de viga, 111
 - em laminados, 136, 167
 - Green-St.Venant, 298
 - incrementos, 151
 - membrana, 127, 304
 - relações cinemáticas, 40
 - sanduíche, 385
 - térmica, 50, 173, 180, 181
 - transformação, 45, 83
 - virtual, 308, 312
 - von Kármán, 299, 300, 304

- Delaminação, 345
- Densidade
 generalizada, 301, 302, 473
- Deslocamentos, 39
- Dimpling, 247, 284
- Elementos finitos
 cascas, 458
 cisalhamento, 490
 de camada discreta, 493, 496
 frequências naturais, 456
 Jacobiano, 464
 laminado piezoelétrico, 528
 mapeamento, 442
 modelos zig-zag, 498
 ordem superior
 condições de contorno, 473
 esforços, 472, 474
 matriz de rigidez, 483, 487
 matriz massa, 487
 relações constitutivas, 474
 primeira ordem
 matriz de rigidez, 446
 matriz geométrica, 457
 matriz massa, 455
 tensões, 451
 subintegração, 446, 450, 465
 tensões térmicas, 453
- Eliminação de lâminas, 150
- Energia
 cinética, 322
 potencial, 322
- Ensaio uniaxial, 156
- Equações de equilíbrio, 42, 114
- Equações de Navier piezoelétricas, 517
- Equações do movimento
 elementos finitos, 455
 flambagem, 407, 410
 não-lineares, 291, 299
 ordem superior, 473
 placa de Kirchhoff, 313
 placas laminadas, 302
 sanduíche, 388
 triaxiais lineares, 43
- Equações piezoelásticas, 514
- Esforços
 cortantes, 300, 309
 de momento, 310
 de viga, 114
 em sanduíche, 386
 iniciais, 155
 laminado, 128
 ordem superior, 472
 térmicos, 180
- Estado antiplano de tensões, 271
- Estado plano de tensões, 43, 518
- Fator de carga, 148
- Fator de cisalhamento k , 119, 124, 305, 364, 366
- Fibras
 aplicações, 15
 asbesto, 16
 carbono, 15
 cerâmicas, 17
 formas comerciais, 13, 16
 kevlar, 16
 mantas, 13
 propriedades, 5
 tecidos, 13
 vidro, 9
 whiskers, 16
- Flambagem
 apoio elástico, 409, 427
 condições de contorno, 408, 415
 definição, 405
 elementos finitos, 456
 equações do movimento, 407, 410
 forma fraca, 412
 placa anisotrópica, 423
 placa ortotrópica, 419–421
 viga, 415, 417
- Forças de inércia, 306, 315
- Forma fraca
 dinâmica, 455
 espaços vetoriais, 317
 estática, 440
 flambagem, 412, 456
 laminado piezoelétrico, 522, 524
 ordem superior, 472, 484
 teoria de Kirchhoff, 316
 teoria de Mindlin, 312, 317
- Fração volumétrica, 51, 54
- Função peso, 311, 316, 320
- Galerkin, 318, 321, 412, 421, 424
- Gauss, 447, 465
- Green-St. Venant, 298
- Grelhas, 164
- Halpin-Tsai, 61
- Hashin, 108
- Hipóteses
 de Bernoulli, 118
 de Kirchhoff, 125
 de Mindlin, 300
 de ordem superior, 468
 de sanduíche, 384
 de viga, 113

- de von Kármán, 299
- Histórico de carga, 155
- Hoffman, 107
- Homogeneização, módulos
 - a flexão, 201, 209
 - a torção, 219, 223, 226
 - a tração, 201, 203
- Honeycomb
 - ensaios, 255, 258, 259
 - estimativa de propriedades, 259
 - fabricação, 252
 - propriedades, 253
- Instabilidade, *ver* Flambagem
- Intervalo de carga, 149, 153
- Jacobiano, 447, 464
- Lâmina
 - coeficientes
 - de dilatação higrotérmicos, 49
 - de dilatação térmica, 180
 - de engenharia, 87
 - de Poisson, 48, 67, 77
 - constantes de engenharia, 75
 - critério
 - da deformação máxima, 96
 - da tensão máxima, 95
 - de Tsai-Hill, 101
 - de Tsai-Wu, 106
 - dilatação higroscópica, 51, 75
 - dilatação térmica, 50, 70, 75
 - Halpin-Tsai, 61
 - Lei de Hooke, 127
 - módulo cisalhante, 66
 - módulo de elasticidade, 47, 55, 58, 61
 - macromecânica de uma, 73
 - matriz de flexibilidade, 74, 79, 84
 - matriz de rigidez, 74, 83
 - micromecânica, 47
 - piezoelétrica, 518
 - resistência à compressão, 69
 - resistências da, 49, 55, 58, 61, 64, 94
 - sob EPT, 79
 - transformação de tensões, 80
- Laminado
 - anti-simétrico
 - angular, 134
 - cruzado, 135
 - bimetal, 140
 - cargas de ruptura, 182
 - carregamento
 - higroscópico, 183
 - inicial, 183
 - cota das lâminas, 129
 - critério de Tsai-Hill, 152
 - curvatura, 127
 - eliminação de lâminas, 150
 - equações do movimento, 302, 313
 - esforços, 128, 310
 - esforços térmicos, 180
 - falha inicial, 148
 - falhas subseqüentes, 151
 - fator de carga, 148
 - hipóteses cinemáticas, 125, 300
 - intervalo de carga, 149
 - matriz de rigidez, 129
 - Princípio
 - da energia potencial mínima, 323
 - de Hamilton, 323
 - princípio
 - da energia potencial mínima, 333, 336
 - quasi-isotrópico, 167
 - relações constitutivas, 129, 305
 - seqüência de numeração das lâminas, 127
 - simétrico
 - angular, 133
 - cruzado, 132
 - solução de casos
 - flexão cilíndrica, 352
 - ordem superior, 476
 - retangular anti-simétrico, 338, 341
 - retangulares ortotrópicos, 327
 - ruptura, 156
 - ruptura-temperatura, 186
 - tensões
 - após uma falha, 153
 - determinação das, 136, 145, 167
 - mecânicas, 182
 - térmicas, 181
- Laminado
 - piezoelétrico, 524
- Lanczos, 456
- Lei de Hooke, 42, 73, 305
 - termoelástica, 75, 179
- Lekhnitskii, 84, 86
- Levy, 331
- Módulo de elasticidade, 76
 - material isotrópico, 42
- Módulo equivalente
 - sanduiche, 272
 - viga de Timoshenko, 230
- Macromecânica, 73
- Madeira, 239, 259, 260
- Material
 - ortotrópico, 74
 - transversamente isotrópico, 78, 100

- Matriz
- de flexibilidade, 42, 79
 - de rigidez, 80, 474
 - de sanduíche, 386
 - de transformação, 45, 81, 88, 464
 - dielétrica, 515
 - Jacobiana, 447, 464
 - piezoelétrica, 514
- Matrizes
- aditivos, 21
 - características, 18
 - cargas, 21
 - catalisadores, 21
 - corantes, pigmentos, 22
 - cura, 23, 32, 169
 - epóxi, 22
 - fenólicos, 23
 - polímeros, 18
 - poliéster, 22
 - propriedades, 19
 - termofixos, 20
 - tipos, 18
- Micromecânica, 47, 56, 62, 67, 68
- Mindlin, 300
- Modelos
- de camada discreta, 493
 - local-global de ordem superior, 504
 - zig-zag, 496, 525
- Modos de falha, 247
- Navier, 327
- Normas, xxii, 49
- Otimização, 278, 281, 285, 286
- Pagano, 395
- Perfil de carga, 148
- Perfis estruturais, 202
- Piezoelétricidade, 511
- Piola-Kirchhoff, 295, 297, 298
- Plásticos, *ver* Matrizes, 19
- Placa
- hipóteses, 299
 - nervurada, 164
 - sanduiche, 386
 - sob carga
 - concentrada, 330
 - distribuída, 330
- Poisson, 48, 67, 76, 201
- Polímeros, *ver* Matrizes
- Potencial elétrico, 514
- Prepregs, 33
- Princípio
- da energia potencial mínima, 323, 413
 - de D'Alembert, 315, 471
 - de energia para piezoelétrico, 521
 - de Hamilton, 323
 - dos trabalhos virtuais, 312, 316, 471, 484
- Quasi-isotropia, 167
- Reddy, 470
- Regra da mistura, 53
- Regra do somatório, 291
- Resíduos ponderados, 306, 311, 318, 412
- Ritz, 323, 333, 336, 377
- Sandpro, 285, 286
- Sanduiche
- adesivos, 244
 - aplicações, 241
 - características, 242
 - conexões, 249
 - definição, 241
 - deflexão, 283
 - dimpling, 247, 284, 437
 - equações do movimento, 388
 - espumas, 259
 - estado antiplano de tensões, 271
 - fabricantes, 245
 - faces – propriedades, 259
 - flambagem local, 429
 - flexão cilíndrica, 389
 - hipóteses, 384
 - honeycomb
 - ensaios, 255, 258, 259
 - estimativa de propriedades, 259
 - fabricação, 252
 - propriedades, 253
 - modos de falha, 247
 - otimização, 278, 281, 285, 286
 - painéis
 - retangulares – solução, 276, 402
 - rigidez aproximada, 275
 - rotinas de cálculo, 281
 - solução de casos
 - placa retangular, 277
 - viga, 242, 272
 - temperatura, 245
 - vigas
 - módulo equivalente, 268, 272
 - tensão cisalhante, 269
 - wrinkling, 247, 284, 429
- Solução de casos
- flambagem
 - dimpling, 437
 - placa, 419–421, 423
 - viga, 416, 417

- wrinkling, 433, 437
- laminado
 - ruptura, 156
- laminado piezoelétrico, 533
- otimização de sanduíches, 285, 286
- placa
 - de ordem superior, 476
 - laminada, 138, 327, 333, 338, 341, 346
 - semi-espessa, 352, 362
 - temperatura, 186
- sanduíche, 389, 402
 - retangular, 277
- vibrações
 - anti-simétrica, 373
 - ortotrópica, 369
 - placa engastada, 381
- vigas, 140
 - bimetal, 176
 - de Bernoulli, 118
 - de seção, 207, 214, 223
 - de Timoshenko, 119, 229, 233, 237
 - sanduíche, 242, 272
 - vibrações, 379
- Stiffeners, 164
- Stress stiffening, 299
- Subintegração, 450, 465
- Temperatura, 181, 245
- Tensão
 - antes da falha, 152
 - de Cauchy, 38
 - definição, 37
 - elementos finitos, 451
 - em laminados, 136
 - em vigas planas, 202
 - em vigas tubulares
 - flexão, 214
 - torção, 223, 226
 - incrementos, 151
 - interlaminar, 197, 350, 361
 - Piola-Kirchhoff, 295, 297, 298
 - relação tensão-deformação, 42
 - residual em vigas, 174
 - sanduíche, 386, 392
 - térmica, 181, 454
 - tensor, 38
 - transformação, 44, 81
 - viga sanduíche, 269
- Tensor gradiente de deformação, 293
- Teorema do divergente, 307
- Teoria Clássica de Laminação, 125, 193
- Timoshenko, viga de, 111, 118
- Trações no contorno de placas, 309
- Transformação
 - da matriz de flexibilidade, 84
 - da matriz de rigidez, 83, 89
 - de deformações, 45, 83
 - de tensões, 44, 80, 88
- Tsai-Hill, 101, 152
- Tsai-Wu, 106
- Vaso de pressão, 29
- Vibrações
 - elementos finitos, 455
 - placa anti-simétrica, 373
 - placa ortotrópica, 369
- Viga
 - apoio elástico, 427
 - bimetal, 170, 172
 - cisalhamento transversal, 117, 197
 - de Euler-Bernoulli, 118
 - de seção
 - circular, 218
 - plana, 194
 - sólida em fases sob flexão, 209
 - tubular, 203, 211, 214, 223, 226
 - de Timoshenko, 111, 118, 229, 233, 272
 - deformação total numa lâmina, 174
 - deformações térmicas, 173
 - equações de equilíbrio, 114
 - equações diferenciais, 117
 - esforços, 114
 - esforços térmicos, 172
 - flambagem, 415, 417
 - hipóteses, 118
 - hiperestática, 235
 - isotrópica
 - tensões cisalhantes, 116
 - linha neutra, 210
 - módulo equivalente
 - flexão, 194, 201, 209, 211, 230
 - sanduíche, 268
 - torção, 219, 223, 226
 - tração, 195, 201
 - módulo homogêneo, *ver* módulo equivalente
 - perfis estruturais, 202
 - sanduíche – rotinas de cálculo, 281
 - solução de casos, 119
 - bimetal, 176, 178
 - tensões mecânicas, 175
 - tensões residuais, 174
 - vibrações livres, 379
- von Kármán, 299
- Wrinkling, 247, 284