Contenido

Prefacio XIV
Lista de símbolos XIX

1 Introducción. El concepto de esfuerzo 2

1.1 Introducción 4
1.2 Un breve repaso de los métodos de la estática 4
1.3 Esfuerzos en los elementos de una estructura 6
1.4 Análisis y diseño 7
1.5 Carga axial. Esfuerzo normal 8
1.6 Esfuerzo cortante 9
1.7 Esfuerzo de aplastamiento en conexiones 10
1.8 Aplicación al análisis y diseño de estructuras sencillas 11
1.9 Método para la solución de problemas 13
1.10 Exactitud numérica 13
1.11 Esfuerzos en un plano oblicuo bajo carga axial 20
1.12 Esfuerzos bajo condiciones generales de carga. Componentes del esfuerzo 22
1.13 Consideraciones de diseño 24

Repaso y resumen del capítulo 1 33

2 Esfuerzo y deformación. Carga axial 42

2.1 Introducción 42
2.2 Deformación normal bajo carga axial 43
2.3 Diagrama esfuerzo-deformación 44
***2.4** Esfuerzo y deformación verdaderos 48
2.5 Ley de Hooke. Módulo de elasticidad 48
2.6 Comportamiento elástico contra comportamiento plástico de un material 50
2.7 Cargas repetidas. Fatiga 51
2.8 Deformaciones de elementos sometidos a carga axial 52
2.9 Problemas estáticamente indeterminados 60
2.10 Problemas que involucran cambios de temperatura 64
2.11 Relación de Poisson 72
2.12 Carga multiaxial. Ley de Hooke generalizada 74
***2.13** Dilatación. Módulo de elasticidad volumétrico 76
2.14 Deformación unitaria cortante 77
2.15 Análisis adicional de las deformaciones bajo carga axial. Relación entre E, ν y G 80
***2.16** Relaciones de esfuerzo-deformación para materiales compuestos reforzados con fibras 81

2.17 Distribución del esfuerzo y de la deformación bajo carga axial. Principio de Saint-Venant 90
2.18 Concentraciones de esfuerzos 91
2.19 Deformaciones plásticas 93
***2.20** Esfuerzos residuales 97

Repaso y resumen del capítulo 2 103

3 Torsión 114

3.1 Introducción 114
3.2 Análisis preliminar de los esfuerzos en un eje 115
3.3 Deformaciones en un eje circular 117
3.4 Esfuerzos en el rango elástico 119
3.5 Ángulo de giro en el rango elástico 128
3.6 Ejes estáticamente indeterminados 131
3.7 Diseño de ejes de transmisión 142
3.8 Concentraciones de esfuerzo en ejes circulares 144
***3.9** Deformaciones plásticas en ejes circulares 149
***3.10** Ejes circulares hechos de un material elastoplástico 150
***3.11** Esfuerzos residuales en ejes circulares 154
***3.12** Torsión de elementos no circulares 161
***3.13** Ejes huecos de pared delgada 163

Repaso y resumen del capítulo 3 170

4 Flexión pura 182

4.1 Introducción 182
4.2 Elemento simétrico sometido a flexión pura 184
4.3 Deformaciones en un elemento simétrico sometido a flexión pura 185
4.4 Esfuerzos y deformaciones en el rango elástico 187
4.5 Deformaciones en una sección transversal 191
4.6 Flexión de elementos hechos de varios materiales 198
4.7 Concentración de esfuerzos 201
***4.8** Deformaciones plásticas 209
***4.9** Elementos hechos de material elastoplástico 210
***4.10** Deformaciones plásticas en elementos con un solo plano de simetría 214
***4.11** Esfuerzos residuales 214
4.12 Carga axial excéntrica en un plano de simetría 223
4.13 Flexión asimétrica 231
4.14 Caso general de carga axial excéntrica 235
***4.15** Flexión de elementos curvos 244

Repaso y resumen del capítulo 4 255

5 Análisis y diseño de vigas para flexión 264

5.1 Introducción 264
5.2 Diagramas de cortante y de momento flector 266
5.3 Relaciones entre la carga, el cortante y el momento flector 274
5.4 Diseño de vigas prismáticas a la flexión 283
***5.5** Uso de funciones de singularidad para determinar el cortante y el momento flector en una viga 293
***5.6** Vigas no prismáticas 304

Repaso y resumen del capítulo 5 312

6 Esfuerzos cortantes en vigas y elementos de pared delgada 320

6.1 introducción 320
6.2 Cortante en la cara horizontal de un elemento de una viga 321
6.3 Determinación de los esfuerzos cortantes en una viga 323
6.4 Esfuerzos cortantes τ_{xy} en tipos comunes de vigas 324
***6.5** Análisis adicional sobre la distribución de esfuerzos en una viga rectangular delgada 326
6.6 Corte longitudinal en un elemento de viga con forma arbitraria 333
6.7 Esfuerzos cortantes en elementos de pared delgada 334
***6.8** Deformaciones plásticas 336
***6.9** Carga asimétrica de elementos de pared delgada. Centro del cortante 345

Repaso y resumen del capítulo 6 355

7 Transformaciones de esfuerzos y deformaciones 364

7.1 Introducción 364
7.2 Transformación de esfuerzo plano 366
7.3 Esfuerzos principales. Esfuerzo cortante máximo 367
7.4 Círculo de Mohr para esfuerzo plano 375
7.5 Estado general de esfuerzos 384
7.6 Aplicación del círculo de Mohr al análisis tridimensional de esfuerzos 386
***7.7** Criterios de fluencia para materiales dúctiles bajo esfuerzo plano 388
***7.8** Criterios de fractura para materiales frágiles bajo esfuerzo plano 390
7.9 Esfuerzos en recipientes a presión de pared delgada 397
***7.10** Transformación de deformación plana 404
***7.11** Círculo de Mohr para deformación plana 407
***7.12** Análisis tridimensional de la deformación 409
***7.13** Mediciones de la deformación. Roseta de deformación 412

Repaso y resumen del capítulo 7 418

8 Esfuerzos principales bajo una carga dada 428

***8.1** Introducción 428
***8.2** Esfuerzos principales en una viga 428
***8.3** Diseño de ejes de transmisión 430
***8.4** Esfuerzos bajo cargas combinadas 438

Repaso y resumen del capítulo 8 450

9 Deflexión de vigas 458

9.1 Introducción 458
9.2 Deformación de una viga bajo carga transversal 459
9.3 Ecuación de la curva elástica 461
***9.4** Determinación directa de la curva elástica a partir de la distribución de carga 466
9.5 Vigas estáticamente indeterminadas 467
***9.6** Uso de funciones de singularidad para determinar la pendiente y la deflexión de una viga 477
9.7 Método de superposición 487
9.8 Aplicación de la superposición a vigas estáticamente indeterminadas 488
***9.9** Teoremas de momento de área 497
***9.10** Aplicación a vigas en voladizo y vigas con cargas simétricas 499
***9.11** Diagramas de momento flector por partes 500
***9.12** Aplicación de los teoremas de momento de área a vigas con cargas asimétricas 508
***9.13** Deflexión máxima 510
***9.14** Uso de los teoremas de momento de área con vigas estáticamente indeterminadas 512

Repaso y resumen del capítulo 9 520

10 Columnas 532

10.1 Introducción 532
10.2 Estabilidad de estructuras 532
10.3 Fórmula de Euler para columnas articuladas 534
10.4 Extensión de la fórmula de Euler para columnas con otras condiciones de extremo 537
***10.5** Carga excéntrica. Fórmula de la secante 544
10.6 Diseño de columnas bajo una carga céntrica 553
10.7 Diseño de columnas bajo una carga excéntrica 565

Repaso y resumen del capítulo 10 572

11 Métodos de energía 580

11.1 Introducción 580
11.2 Energía de deformación 580
11.3 Densidad de energía de deformación 581
11.4 Energía de deformación elástica para esfuerzos normales 583
11.5 Energía de deformación elástica para esfuerzos cortantes 586
11.6 Energía de deformación para un estado general de esfuerzos 588
11.7 Cargas de impacto 598
11.8 Diseño para cargas de impacto 601
11.9 Trabajo y energía bajo una carga única 602
11.10 Deflexión bajo una carga única por el método de trabajo-energía 604
***11.11** Trabajo y energía bajo varias cargas 613
***11.12** Teorema de Castigliano 614
***11.13** Deflexiones por el teorema de Castigliano 615
***11.14** Estructuras estáticamente indeterminadas 619

Repaso y resumen del capítulo 11 629

Apéndices A-1

A Momentos de áreas A-2
B Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería A-11
C Propiedades de perfiles laminados de acero A-15
D Deflexiones y pendientes de vigas A-27
E Fundamentos de la certificación en ingeniería en Estados Unidos A-29

Créditos C-1

Respuestas R-1

Índice analítico I-1