

Prefacio para el estudiante XIX
Prefacio para la sexta edición XXI
Reconocimientos XXIX
Lista de símbolos XXXI

Parte 1 Fundamentos 2

1 Introducción 3

- 1-1 El diseño 5
- 1-2 El diseño en la ingeniería mecánica 7
- 1-3 Su camino ala competencia 12
- 1-4 La tecnología puede ser frágil 12
- 1-5 Interacción entre los elementos del proceso de diseño 14
- 1-6 Código y normas 17
- 1-7 Economía 18
- 1-8 Seguridad y responsabilidad legal 20
- 1-9 La evaluación de adecuación 21
- 1-10** Incertidumbre 23
- 1-11 Esfuerzo y resistencia 26
- 1-12** Factor de diseño y factor de seguridad 29
- 1-13 Confiabilidad 31
- 1-14 Números, unidades y unidades recomendables 32
- Problemas 38

2 Para enfrentar la incertidumbre 47

- 2-1** Preguntas que surgen en el terreno 49
- 2-2 Estimación de los parámetros estadísticos 51
- 2-3 Función de densidad de probabilidad y función de distribución acumulativa 53
- 2-4 Regresión lineal 55
- 2-5 Propagación del error 59
- 2-6 Simulación 62
- 2-7 Factor de diseño y factor de seguridad 64
- 2-8 Límites y ajustes 69
- 2-9 Dimensiones y tolerancias 72
- 2-10 Resume” 78
- Problemas 80

3 Esfuerzo 93

- 3-1 Componentes del esfuerzo 94
- 3-2 Círculos de Mohr 96
- 3-3 Esfuerzo triaxial 101
- 3-4 Esfuerzos uniformemente distribuidos 102
- 3-5 Deformación elástica 103
- 3-6 Relaciones esfuerzo-deformación 104
- 3-7 Equilibrio 104
- 3-8 Esfuerzo cortante y momento flexionante 107
- 3-9 Funciones de singularidad 108
- 3-10 Esfuerzo normal en flexión 112
- 3-11 Vigas de sección asimétrica 118
- 3-12 Esfuerzos cortantes en vigas 119
- 3-13 Esfuerzos cortantes en vigas de sección rectangular 121
- 3-14 Torsión 123
- 3-15 Concentración de esfuerzos 130
- 3-16 Esfuerzos en cilindros 133
- 3-17** Anillos rotatorios 136
- 3-18 Ajustes a presión y por contracción 136
- 3-19 Efectos de la temperatura 138
- 3-20 Elementos curvos en flexión 139
- 3-21 Esfuerzos de contacto 145
- 3-22 Propagación del error 149
- 3-23** Resumen 155
- Problemas 155

4 Deflexión y rigidez 177

- 4-1 Constante de resorte 178
- 4-2 Tensión, compresión y torsión 179
- 4-3 Deformación debida a flexión 180
- 4-4 Cálculo de la deflexión por integración 182
- 4-5 Cálculo de la deflexión por el método del momento del área 189
- 4-6 Cálculo de deflexiones mediante funciones de singularidad 192
- 4-7 Energía de deformación 195

- 4-8 Teorema de **Castigliano** 197
- 4-9 **Problemas estáticamente** indeterminados 200
- 4-10** Deflexión de elementos curvos 202
- 4-11** Elementos sometidos a compresión: generalidades 206
- 4-12** Columnas largas con carga central 208
- 4-13** Columnas de longitud intermedia con carga central 212
- 4-14** Columnas con carga excéntrica 212
- 4-15** **Puntales** o elementos cortos sometidos a compresión 216
- 4-16** Una aplicación: sujetador para barras redondas 218
- 4-17 **Deflexión** de ensambles disipadores de energía 222
- 4-18** Choque e impacto 231
- 4-19** Cargas aplicadas en forma repentina 232
- 4-20 **Propagación del error** 235
- Problemas** 239

Parte 2 Prevención de fallas 256

5 Materiales 257

- 5-1 Resistencia estática 258
- 5-2 **Deformación** plástica 263
- 5-3 Resistencia y trabajo en frío 267
- 5-4 Dureza 270
- 5-5 Propiedades ante cargas de impacto 272
- 5-6 Efectos de la temperatura 274
- 5-7 Sistemas de numeración 275
- 5-8 Fundición en arena 276
- 5-9 Moldeo en cascarón 277
- 5-10** Fundición en molde perdido 277
- 5-1 **1** **Proceso** de metalurgia de polvos 277
- 5-12** Procesos de trabajo en caliente 278
- 5-13** **Procesos** de trabajo en frío 279
- 5-14** Tratamiento térmico del **acero** 279
- 5-15 Aceros **aleados** 281
- 5-16** Aceros resistentes a la corrosión 283
- 5-17** Materiales para fundición 283
- 5-18** Metales no ferrosos 285
- 5-19** Plásticos 289
- 5-20** Sensibilidad a la muesca 289
- 5-21** Introducción a la mecánica de la fractura 291
- 5-22 Agrietamiento **por** corrosión **con** esfuerzo ante carga estática 305
- 5-23 Estimación cuantitativa de las propiedades de los metales trabajados en frío 306

- 5-24 Estimación cuantitativa de las propiedades de los aceros tratados térmicamente 310
- Problemas** 310

6 Fallas resultantes de carga estática 315

- 6-1 Resistencia estática 318
- 6-2 Concentración del esfuerzo 321
- 6-3 Hipótesis de **falla** 324
- 6-4 Materiales dúctiles: hipótesis del esfuerzo cortante máximo (**Tresca** o **Guest**) 326
- 6-5 Materiales dúctiles: hipótesis de la energía de deformación 328
- 6-6 Materiales dúctiles: hipótesis de la fricción interna 334
- 6-7 Crítica a las hipótesis por medio de datos en materiales dúctiles 337
- 6-8 Materiales frágiles: hipótesis del esfuerzo normal máximo (**Rankine**) 338
- 6-9 Materiales frágiles: modificaciones de la hipótesis de Mohr 340
- 6-10** Crítica a las hipótesis por medio de datos en materiales frágiles 344
- 6-1 **1** Qué nos dicen estos modelos de falla 345
- 6-12** Interferencia: generalidades 346
- 6-13** Carga estática o cuasiestática en un eje 350
- Problemas** 356

7 Fallas resultantes por carga variable 363

- 7-1 Introducción a la fatiga en metales 364
- 7-2 Relaciones deformación-vida 365
- 7-3 Relaciones esfuerzo-vida 371
- 7-4 Límite de resistencia a la fatiga 373
- 7-5** Resistencia a la fatiga 376
- 7-6 Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga 378
- 7-7 Concentración de esfuerzo y sensibilidad a la muesca 388
- 7-8 Aplicación de lo que hemos aprendido acerca del límite de resistencia a la fatiga y de la resistencia a la fatiga 393
- 7-9 Las distribuciones 401
- 7-10** Caracterización de esfuerzos fluctuantes 402
- 7-1 **1** Lugares geométricos ante esfuerzos variables 404
- 7-12** Resistencia a la fatiga por torsión bajo esfuerzos pulsantes 415

- 7-13 Cargas combinadas 415
- 7-14** Lugares geométricos de falla estocástica ante esfuerzos fluctuantes 419
- 7-1 **5** Daño acumulativo por fatiga 423
- 7-16** El enfoque de la mecánica de la fractura 429
- 7-17** Resistencia a la fatiga superficial 431
- 7-18** Diagrama de fatiga del diseñador 434
- 7-19** Una decisión importante de diseño: el factor de diseño en la fatiga 439
- Problemas 445**

Parte 3 Diseño de elementos mecánicos 452

8 Tornillos, sujetadores y diseño de uniones no permanentes 453

- 8-1 Normas y definiciones de roscas 454
- 8-2 Mecánica de los tornillos de transmisión de potencia 458
- 8-3 Sujetadores roscados 465
- 8-4 Uniones: rigidez del sujetador 466
- 8-5** Uniones: rigidez del elemento 469
- 8-6 Resistencia ~~perno~~ 474
- 8-7 Uniones a tensión: la carga externa 478
- 8-8 Relación del par de torsión del perno con la tensión del perno 479
- 8-9 Unión estáticamente cargada a tensión: ~~precarga~~ 485
- 8-10 Uniones ~~en tope~~ 491
- 8-1 **1** Juntas a tensión: carga dinámica 492
- 8-12 Evaluación de adecuación, conjunto de especificaciones, conjunto de decisiones y diseño 500
- 8-13** Uniones a cortante 506
- 8-14 Tornillos de presión 512
- 8-15** Pasadores y cuñas 512
- Problemas 521**

9 Soldadura, adhesión y diseño de uniones permanentes 535

- 9-1 Símbolos para soldadura 536
- 9-2 Soldaduras a tope y de filete 538
- 9-3** Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a torsión 543

- 9-4 Esfuerzos en uniones soldadas sujetas a flexión 548
- 9-5** Resistencia de las uniones soldadas 550
- 9-6 Conjunto de especificaciones, evaluación de adecuación y conjunto de decisiones 552
- 9-7 Carga estática 557
- 9-8 Carga de fatiga 562
- 9-9** Soldadura por resistencia 565
- 9-10 Uniones con pernos y remaches sujetas a carga cortante 566
- 9-11** Uniones con adhesivo y consideraciones de diseño 570
- Problemas 587**

10 Resortes mecánicos 597

- 10-1** Esfuerzos en resortes helicoidales 598
- 10-2 Efecto de curvatura 599
- 10-3 Deflexión de resortes helicoidales 600
- 10-4** Resortes de extensión 600
- 10-5 Resortes de compresión 603
- 10-6** Estabilidad 604
- 10-7 Material para resortes 606
- 10-8 Resortes helicoidales de compresión para servicio estático 617
- 10-9** Frecuencia crítica de resortes helicoidales 628
- 10-10 **Carga fatiga** 630
- 10-11 Resortes helicoidales de compresión para servicio dinámico 633
- 10-12** Diseño de un resorte helicoidal de compresión para servicio dinámico 637
- 10-13** Diseño de resortes de extensión 645
- 10-14** Diseño de resortes de espiras helicoidales de torsión 672
- 10-15** Resortes Belleville 686
- 10-16 Resortes diversos 686
- 10-17** Resumen 688
- Problemas 691**

11 Cojinetes de contacto rodante 697

- 11-1** Tipos de cojinetes 698
- 11-2 Vida de los cojinetes 701
- 11-3** Efecto carga-vida del cojinete, a confiabilidad constante 702
- 11-4 Supervivencia del cojinete: efecto confiabilidad-vida 704
- 11-5** Efecto carga-vida-confiabilidad 705

- 11-6 Cargas combinadas, radial y de empuje 707
- 11-7 Carga variable 712
- 11-8 Selección de cojinetes de bolas y de rodillos cilíndricos 717
 - 11-9 Selección de cojinetes de rodillos cónicos 722
- 11-10 Evaluación de adecuación para cojinetes de contacto rodante seleccionados 732
- 11-11 Lubricación 736
 - 11-12 Montaje y alojamiento 737
 - Problemas 740

12 Cojinetes de contacto deslizante y lubricación 747

- 12-1 Tipos de lubricación 749
- 12-2 Viscosidad 749
- 12-3 Ecuación de Petroff 752
- 12-4 Lubricación estable 758
- 12-5 Lubricación de película gruesa 759
- 12-6 Teoría hidrodinámica 760
- 12-7 Consideraciones de diseño 765
- 12-8 Relaciones de las variables 767
- 12-9 Condiciones de estado estable en cojinetes autocontenidos 780
- 12-10 Holgura 789
- 12-11 Cojinetes con lubricación a presión 800
 - 12-12 Cargas materiales 811
 - 12-13 Tipos de cojinetes 813
 - 12-14 Cojinetes de empuje 814
- 12-15 Cojinetes de lubricación marginal 815
 - Problemas 831

13 Engranajes: descripción general 839

- 13-1 Tipos engranes 840
- 13-2 Nomenclatura 841
- 13-3 Sistemas de dientes 843
- 13-4 Acción conjugada 845
- 13-5 Propiedades de la involuta 846
- 13-6 Fundamentos 847
- 13-7 Relación de contacto 852
- 13-8 Interferencia 853
- 13-9 Formado de dientes de engranes 856
- 13-10 Engranajes cónicos rectos 858
- 13-11 Engranajes helicoidales paralelos 859
 - 13-12 Engranajes de tornillo sinfín 863
- 13-13 Trenes de engranes 864

- 13-14 Análisis de engranes rectos 868,
- 13-15 Análisis de engranes cónicos 871
- 13-16 Análisis de engranes helicoidales 874
- 13-17 Análisis de fuerzas: engranes de tornillo sinfín 877
- 13-18 Relaciones de engranes y números de dientes 882
- 13-19 Velocidades yojinetes del eje del engrane 886
 - Problemas 891

14 Engranajes rectos y helicoidales 905

- 14-1 Ecuación de flexión de Lewis 906
- 14-2 Durabilidad de la superficie 915
- 14-3 Ecuaciones del esfuerzo AGMA 917
- 14-4 Ecuaciones de resistencia AGMA 921
- 14-5 Factores geométricos I y J (Z_f y Y_f) 923
- 14-6 Coeficiente elástico C_p (Z_p) 928
- 14-7 Factor dinámico K'_v 928
- 14-8 Factor de sobrecarga K_o 930
- 14-9 Factores de la condición superficial C_f y Z_R 930
- 14-10 Factor de tamaño K_s 931
- 14-11 Factor de distribución de la carga K_m o K_H 931
- 14-12 Factor de relación de la dureza C_H 933
- 14-13 Factores de los ciclos de carga Y_N y Z_N 934
- 14-14 Factores de confiabilidad K_R y Y_Z 935
- 14-15 Factores de temperatura K_T y Y_θ 936
- 14-16 Factor de espesor del aro K_B 936
- 14-17 Factores de seguridad S_F y S_H 937
- 14-18 Análisis 937
- 14-19 Evaluación de adecuación de un acoplamiento de engranes 949
- 14-20 Diseño de un acoplamiento de engranes 950
 - Problemas 955

15 Engranajes cónicos y de tornillo sinfín 961

- 15-1 Engranajes cónicos: descripción general 962
- 15-2 Esfuerzos y resistencias en engranes cónicos 964
- 15-3 Factores de la ecuación AGMA 967
- 15-4 Análisis de engranes rectos 979
- 15-5 Diseño de un acoplamiento de engranes cónicos rectos 981
- 15-6 Engranajes de tornillo sinfín: ecuación AGMA 984
- 15-7 Análisis de un engrane para tornillo sinfín 988

- 15-8** Diseño de un acoplamiento de un engrane y un tomillo sinfín 990
- 15-9** Carga de desgaste de Buckingham 996
Problemas 996

16 Embragues, frenos, coples y volantes de inercia 1001

- 16-1 Fundamentos del análisis de frenos 1003
- 16-2 Embragues y frenos de tambor con zapatas internas expansibles 1009
- 16-3 Embragues y frenos de tambor con zapatas exteriores contráctiles 1018
- 16-4 Embragues y frenos de banda 1021
- 16-5** Embragues axiales de fricción de contacto 1023
- 16-6 Frenos de disco 1026
- 16-7 Embragues y frenos cónicos 1032
- 16-8** Insertos cónicos autobloqueantes y capacidad de par de torsión 1034
- 16-9** Consideraciones de energía 1036
- 16-10** Aumento de la temperatura 1038
- 16-11 Materiales de fricción 1041
- 16-12 Otros tipos de embragues y coples 1042
- 16-13 Volantes de inercia 1044
- 16-14** Evaluación de adecuación para embragues y frenos 1049
Problemas 1050

17 Elementos mecánicos flexibles 1059

- 17-1 Bandas 1060
- 17-2 Transmisiones de banda plana o redonda 1063
- 17-3** Bandas en V 1079
- 17-4** Bandas de sincronización 1087

- 17-5** Cadenas a rodillos 1088
- 17-6** Cables metálicos 1098
- 17-7 Ejes flexibles 1107
Problemas 1108

18 Flechas y ejes 1117

- 18-1** Introducción II 18
- 18-2** Para satisfacer las restricciones geométricas 1121
- 18-3 Para satisfacer las restricciones de resistencia 1130
- 18-4 Evaluación de adecuación 1138
- 18-5** Materiales para ejes 1144
- 18-6 Ejes huecos 1145
- 18-7** Velocidades críticas 1145
- 18-8** Diseño de ejes 1151
- 18-9 Consideraciones de cómputo 1152
Problemas 1156

Apéndices

- A Relaciones estadísticas 1163
- B Regresión lineal 1171
- C Relaciones de programación de error 1173
- D Simulación 1175
- E Tablas útiles 1179
- F Soluciones a problemas seleccionados 1241

Índice 1247