

<i>Prefacio para el estudiante</i>	XIX
<i>Prefacio para la sexta edición</i>	XXI
<i>Reconocimientos</i>	XXIX
<i>Lista de símbolos</i>	XXXI

Parte 1 Fundamentos 2

- 1 Introducción 3**
- 2 Para enfrentar la incertidumbre 47**
- 3 Esfuerzo 93**
- 4 Deflexión y rigidez 177**

Parte 2 Prevención de fallas 256

- 5 Materiales 257**
- 6 Fallas resultantes de carga estática 315**
- 7 Fallas resultantes por carga variable 363**

Parte 3 Diseño de elementos mecánicos 452

- 8 Tornillos, sujetadores y diseño de uniones no permanentes 453**
- 9 Soldadura, adhesión y diseño de uniones permanentes 535**
- 10 Resortes mecánicos 597**
- 11 Cojinetes de contacto rodante 697**
- 12 Cojinetes de contacto deslizante y lubricación 747**
- 13 Engranés: descripción general 839**
- 14 Engranés rectos y helicoidales 905**
- 15 Engranés cónicos y de tornillo sinfin 961**
- 16 Embragues, frenos, coples y volantes de inercia 1001**
- 17 Elementos mecánicos flexibles 1059**
- 18 Flechas y ejes 1117**

Apéndices

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

Índice 1247

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 a la competencia 12
1-4 La tecnología puede ser frágil 12
1-5 Interacción entre los elementos del proceso de diseño 14
1-6 Códigos 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 Resumen 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
- 5-11** 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
- 6-11** Qué nos dicen nuestros 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
- 7-11** 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
- 7-15** 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 del 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 con empaque 491
- 8-11** 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** Materiales para resortes 606
- 10-8** Resortes helicoidales de compresión para servicio estático 617
- 10-9** Frecuencia crítica de resortes helicoidales 628
- 10-10** Carga de 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 y 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 de 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 fuerzas: engranes rectos 868
- 13-15 Análisis de fuerzas: engranes cónicos 871
- 13-16 Análisis de fuerzas: 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 y cojinetes 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_E) 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 cónicos 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 tornillo 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 1118

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