

# Contenido

## Parte 1 Fundamentos del Diseño Mecánico

### 1 Introducción, 19

*1-1* Fases del diseño, 20. *1-2* Identificación de necesidades y definición de problemas, 20. *1-3* Modelo matemático, 22.  
*1-4* Evaluación y presentación, 23. *1-5* Factores de diseño, 25.  
*1-6* Factor de diseño por resistencia, 26. *1-7* Factores económicos, 30. *1-8* Sistemas de unidades, 34. *1-9* Sistemas gravitacionales de unidades métricas e inglesas, 35. *1-10* Sistema internacional de unidades (SI), 37. *1-11* Reglas para el empleo de las unidades del SI, 39. *1-12* Precisión y redondeo de cantidades, 41.  
*1-13* Conversión de unidades, 44. Problemas, 45.

### 2 Análisis del esfuerzo, 47

*2-1* Esfuerzo, 48. *2-2* Círculo de Mohr, 49. *2-3* Círculo de Mohr para el esfuerzo tridimensional, 55. *2-4* Esfuerzo uniforme, 55.  
*2-5* Deformación elástica, 56. *2-6* Relaciones esfuerzo-deformación, 58. *2-7* Fuerza cortante y momento flexionante en vigas, 60. *2-8* Funciones de singularidad, 63. *2-9* Esfuerzos normales por flexión, 66. *2-10* Vigas de sección transversal asimétrica, 71. *2-11* Esfuerzos cortantes debidos a la flexión, 72. *2-12* Flujo cortante, 81. *2-13* Torsión, 83. *2-14* Cilindros de pared delgada, 85. *2-15* Esfuerzos en cilindros de pared gruesa, 86. *2-16* Ajustes a presión y por contracción, 89. *2-17* Esfuerzos y deformaciones térmicos, 94. *2-18* Vigas curvas, 96.  
*2-19* Esfuerzos de contacto de Hertz, 102. Problemas, 105.

### 3 Análisis de la deformación, 123

*3-1* Módulos y constantes de resortes, 124. *3-2* Tensión, compresión y torsión simples, 126. *3-3* Deformación de las vigas, 127. *3-4* Cálculo de deflexiones por funciones de singularidad, 129.

## 12 CONTENIDO

3-5 Método de superposición, 133. 3-6 Método gráfico de integración, 134. 3-7 Energía de deformación, 137. 3-8 Teorema de Castigliano, 140. 3-9 Deformación de elementos curvos, 144. 3-10 Teoría de las columnas, 146. 3-11 Diseño de columnas, 150. 3-12 Fórmula de la secante, 153. Problemas, 154.

### 4 Consideraciones estadísticas en el diseño, 166

4-1 Permutaciones y combinaciones, 166. 4-2 Probabilidad, 169. 4-3 Teoremas de probabilidad, 172. 4-4 Variables aleatorias, 177. 4-5 Muestra y población, 179. 4-6 Distribución normal, 184. 4-7 Distribuciones de muestreo, 187. 4-8 Combinación de poblaciones, 191. 4-9 Fijación de dimensiones-definiciones y normas, 192. 4-10 Análisis estadístico de tolerancias, 193. Problemas, 197.

### 5 Resistencia de elementos mecánicos, 201

5-1 Observaciones acerca de la resistencia, 201. 5-2 Ductilidad y dureza, 203. 5-3 Propiedades mecánicas, 204. 5-4 Teoría del esfuerzo normal máximo, 207. 5-5 Teoría del esfuerzo cortante máximo, 209. 5-6 Teoría de la energía de distorsión, 210. 5-7 Falla de materiales dúctiles con cargas estáticas, 213. 5-8 Fallas de materiales frágiles con cargas estáticas, 215. 5-9 Fatiga, 219. 5-10 Resistencia a la fatiga y límite de resistencia a la fatiga, 220. 5-11 Resistencia de vida finita, 225. 5-12 Daño acumulativo por fatiga, 228. 5-13 Factores que modifican el límite de resistencia a la fatiga, 231. 5-14 Acabado de superficie, 231. 5-15 Efectos de tamaño, 232. 5-16 Confiabilidad, 233. 5-17 Efectos de temperatura, 236. 5-18 Concentración del esfuerzo, 237. 5-19 Efectos diversos, 240. 5-20 Esfuerzos fluctuantes, 245. 5-21 Resistencia a la fatiga en el caso de esfuerzos fluctuantes, 245. 5-22 Resistencia a la fatiga en torsión, 251. 5-23 Falla por fatiga, debida a esfuerzos combinados, 253. 5-24 Resistencia en la superficie, 258. Problemas, 260.

## Parte 2 Diseño de Elementos Mecánicos

### 6 Diseño de tornillos, sujetadores y uniones, 275

6-1 Normas o estándares y definiciones para roscas de tornillos, 276. 6-2 Mecánica de los tornillos de fuerza o potencia, 279.

6-3 Esfuerzos en la rosca, 285. 6-4 Sujetadores roscados, 286.  
 6-5 Precarga de pernos, 289. 6-6 Requisitos del par de torsión,  
 294. 6-7 Resistencia y precarga de pernos, 296. 6-8 Selección de la  
 tuerca, 300. 6-9 Cargas de fatiga, 302. 6-10 Uniones con pernos y  
 uniones con remaches cargadas al cortante, 306. 6-11 Centroides de  
 grupos de pernos, 309. 6-12 Cortante en pernos y remaches debido  
 a cargas excéntricas, 310. 6-13 Chavetas o cuñas, pasadores y  
 retenes, 314 Problemas, 318.

## **7 Juntas soldadas y pegadas, 326**

7-1 Soldadura simple, 327. 7-2 Soldaduras a tope y de filete o  
 entalle, 329. 7-3 Torsión en juntas soldadas, 332. 7-4 Flexión en  
 juntas soldadas, 336. 7-5 Resistencia de juntas soldada, 339.  
 7-6 Soldadura eléctrica de resistencia, 341. 7-7 Juntas con solda-  
 dura de aporte o pegadas, 342. Problemas, 343.

## **8 Resortes mecánicos, 348**

8-1 Esfuerzos en resortes helicoidales, 348. 8-2 Deformación de  
 resortes helicoidales, 351. 8-3 Resortes de tensión o extensión, 354.  
 8-5 Materiales para resortes, 355. 8-6 Cargas de fatiga, 358.  
 8-7 Resortes de torsión helicoidales, 361. 8-8 Resortes discoidales  
 o Belleville, 364. 8-9 Resortes diversos, 365. 8-10 Frecuencia  
 crítica de resortes helicoidales, 367. 8-11 Capacidad de  
 almacenamiento de energía elástica, 367. Problemas, 369.

## **9 Cojinetes antifricción, 373**

9-1 Tipos de cojinetes, 374. 9-2 Duración o vida de los cojinetes,  
 377. 9-3 Carga de cojinetes, 381. 9-4 Selección de cojinetes de  
 bolas y de rodillos cilíndricos, 384. 9-5 Selección de cojinetes de ro-  
 dillos cónicos, 389. 9-6 Lubricación, 394. 9-7 Protección de cierre,  
 394. 9-8 Detalles de montaje sobre ejes y soportes, 395. Pro-  
 blemas, 398.

## **10 Lubricación y cojinetes de deslizamiento, 404**

10-1 Tipos de lubricación, 405. 10-2 Viscosidad, 406. 10-3 Ley de  
 Petroff, 410. 10-4 Lubricación estable, 411. 10-5 Lubricación de  
 película gruesa, 412. 10-6 Teoría de la lubricación hidrodinámica,  
 414. 10-7 Factores de diseño, 420. 10-8 Relación entre las  
 variables, 420. 10-9 Consideraciones acerca de la temperatura y la  
 viscosidad, 437. 10-10 Técnicas de optimización, 438.

## 14 CONTENIDO

*10-11* Cojinetes con lubricación a presión, 439. *10-12* Balance térmico, 446. *10-13* Diseño de cojinetes de casquillo, 448. *10-14* Otros tipos de cojinetes, 451. *10-15* Cojinetes de empuje o carga axial, 452. *10-16* Lubricación al límite, 453. *10-17* Materiales para cojinetes de casquillo, 454. *10-18* Diseño de cojinetes con lubricación al límite, 456. Problemas, 457.

## 11 Engranés cilíndricos rectos, 460

*11-1* Nomenclatura, 461. *11-2* Acción conjugada, 463. *11-3* Propiedades de la evolvente, 464. *11-4* Principios fundamentales, 465. *11-5* Relación de contacto, 474. *11-6* Interferencia, 475. *11-7* Formado de los dientes de los engranes, 476. *11-8* Sistemas de dientes, 480. *11-9* Engranajes o trenes de engranes, 482. *11-10* Análisis de fuerzas, 486. *11-11* Esfuerzos en los dientes, 490. *11-12* Estimación del tamaño de los engranes, 494. *11-13* Esfuerzo de fatiga en los dientes, 497. *11-14* Resistencia a la flexión, 502. *11-15* Factor de seguridad, 505. *11-16* Durabilidad de la superficie, 507. *11-17* Resistencia a la fatiga en la superficie, 510. *11-18* Disipación del calor, 511. *11-19* Materiales para engranes, 511. *11-20* Diseño de cuerpos de engranes, 512. *11-21* Uniones dentadas del tipo evolvente, 516. Problemas, 518.

## 12 Engranés helicoidales, cónicos y de tornillo sin fin, 526

*12-1* Engranés helicoidales paralelos—consideraciones cinemáticas, 526. *12-2* Engranés helicoidales—dimensiones de los dientes, 530. *12-3* Engranés helicoidales—análisis de fuerzas, 531. *12-4* Engranés helicoidales—análisis de la resistencia, 534. *12-5* Engranés helicoidales cruzados, 538. *12-6* Mecanismos de tornillo sin fin—consideraciones cinemáticas, 540. *12-7* Mecanismos de tornillo sin fin—análisis de fuerzas, 543. *12-8* Capacidades de potencia de un mecanismo de tornillo sin fin, 552. *12-9* Engranés cónicos rectos—consideraciones cinemáticas, 554. *12-10* Engranés cónicos—análisis de fuerzas, 557. *12-11* Engranés cónicos—esfuerzo y resistencia a la flexión, 561. *12-12* Engranés cónicos—durabilidad de la superficie, 562. *12-13* Engranés cónicos espirales, 563. Problemas, 570.

## 13 Ejes de transmisión, 580

*13-1* Introducción, 580. *13-2* Diseño para cargas estáticas, 581.

*13-3* Flexión alternante y torsión continua, 582. *13-4* Enfoque de Soderberg, 584. *13-5* Problema general de esfuerzo biaxial, 589. *13-6* Enfoque de sines, 590. *13-7* Enfoque de Kececioglu, 592. *13-8* Fórmulas para factores de concentración del esfuerzo, 595. Problemas, 595.

#### **14 Embragues, frenos y coples, 602**

*14-1* Consideraciones de estática, 603. *14-2* Embragues y frenos de aro con zapatas interiores, 605. *14-3* Embragues y frenos de aro con zapatas exteriores, 614. *14-4* Embragues y frenos de cinta o banda, 618. *14-5* Embragues de fricción de disco y acción axial, 619. *14-6* Embragues y frenos cónicos, 622. *14-7* Otros tipos de embragues y coples, 624. *14-8* Materiales de fricción, 626. *14-9* Consideraciones de energía, 626. *14-10* Disipación de calor, 628. Problemas, 629.

#### **15 Elementos mecánicos flexibles, 635**

*15-1* Bandas, 635. *15-2* Transmisiones de bandas planas, 638. *15-3* Bandas V o trapeciales, 641. *15-4* Transmisión de cadena de rodillos, 646. *15-5* Transmisiones de cable, 653. *15-6* Cables metálicos, 654. *15-7* Ejes flexibles, 658. Problemas, 660.

#### **16 Enfoque de sistemas, 663**

*16-1* El modelo matemático, 664. *16-2* Sistemas de acumulación, 665. *16-3* Respuesta dinámica de un sistema con distribución, 665. *16-4* Respuesta dinámica de un sistema con acumulación, 671. *16-5* Modelación de las elasticidades, 675. *16-6* Modelación (o modelado) de masas e inercias, 681. *16-7* Modelación de la fricción y el amortiguamiento, 685. *16-8* Modelos matemáticos para análisis de choques, 687. *16-9* Esfuerzos y deformación debidos al impacto, 690. *16-10* Sistemas de levas, 695. *16-11* Diseño con la calculadora programable, 702. Problemas, 710.

**Respuestas a problemas seleccionados, 717**

**Apéndice, 725**

**Índice analítico, 775**