

Contenido

Prefacio 11

1 Introducción 13

El diagrama de flujo en el diseño 14. Análisis del diseño 20. Factor de seguridad 20. Confiabilidad 23. Costo 25. Seguridad 26. Conclusión 27. Referencias 28.

2 Propiedades metalúrgicas de los materiales de ingeniería 29

Fractura frágil y dúctil 29. Mejoramiento de la resistencia de los materiales 30. El diagrama hierro-carbono 31. Hierro forjado 35. Hierro vaciado 36. Tratamiento térmico de aceros 43. Diagramas de transformación isotérmica 45. Templabilidad 51. Definiciones en tratamientos térmicos 57. Términos metalúrgicos suplementarios 66. Elementos de aleación en el acero y sus funciones 67. Clasificación de los aceros 70. Designaciones de la AISI-SAE para acero forjado 78. Aleaciones de aluminio forjado 80. Aleaciones de aluminio vaciado 82. Cobre y aleaciones de cobre 84. Aleaciones de magnesio 85. Níquel y aleaciones de Níquel 86. Plásticos 87. Elastómeros 88. Problemas 90. Referencias 92.

3 Propiedades mecánicas de los materiales de ingeniería 93

Propiedades mecánicas de los materiales 94. Homogeneidad 94. Elasticidad 94. Isotropía 95. Plasticidad 95. Resistencia a la tensión 96. Esfuerzo 96. Deformación 97. Resistencia a la fractura 97. Límite de proporcionalidad 97. Límite elástico 97. Esfuerzo de prueba 98. Punto de cedencia 98. Módulo

de elasticidad *101*. Ley de Hooke *101*. Resistencia a corte directo *101*. Punto de cedencia a corte *103*. Ductilidad *103*. Maleabilidad *104*. Módulo de resiliencia *104*. Módulo de tenacidad *106*. Dureza *107*. Resistencia debida a carga cíclica *112*. Esfuerzo límite de fatiga *116*. Efecto de la variación del material-factor de confiabilidad *123*. Influencia del tamaño-factor debido al tamaño *123*. Efecto de los métodos de fabricación-factor por acabado de la superficie *125*. Efecto de la concentración de esfuerzo *128*. Una ecuación de trabajo para esfuerzos por fatiga *133*. Efecto de algunos factores importantes no cuantitativos *135*. Deslizamiento *149*. Otras propiedades de los materiales sensibles a la temperatura *150*. Desgaste *153*. Efectos de la radiación *155*. Problemas *156*. Referencias *161*.

4

Procesos de fabricación y diseño 163

Introducción *164*. Procesos primarios *164*. Formado de plástico *183*. Soldadura *187*. Procesos secundarios de producción *197*. Dimensiones y dibujos en ingeniería *204*. Definiciones de términos del dimensionamiento *206*. Clases de ajustes *209*. Tolerancias selectivas *212*. Dimensiones vagas y superfluas *220*. Acumulación y no acumulación de tolerancias *221*. Acumulación de la tolerancia *222*. Determinación estadística de las tolerancias *222*. Dimensionamiento y toleranciamiento geométricos *224*. Calidad de la superficie *225*. Sugerencias para diseñar *229*. Problemas *248*. Referencias *251*.

5

Análisis de esfuerzo y desplazamiento 253

El modelo analítico *253*. La relación aproximada entre “la teoría exacta” y la “resistencia de materiales” *254*. La naturaleza del esfuerzo y deformación *255*. Esfuerzos flexionantes en miembros de máquinas. *260*. Deflexión de miembros de máquinas debido a flexión *268*. Esfuerzo de corte y deflexión por corte debido a cargas laterales-centro de corte *278*. Torsión *283*. Esfuerzo térmico *293*. Métodos de energía-teorema de Castigliano *297*. Estabilidad elástica *301*. Métodos numéricos *310*. Problemas *314*. Referencias *319*.

6

Teorías de falla usadas en el diseño de elementos de máquinas 321

Esfuerzo en un punto y esfuerzo combinado *322*. Teoría del esfuerzo máximo normal *326*. La teoría de corte máximo

329. Teoría de las energías de deformación y distorsión 332.
Falla por fatiga y el criterio de Soderberg 334. Daño
acumulado 345. Problemas 346. Referencias 350.

7

Flechas, cuñas y acoplamientos 351

Materiales para flechas 353. Momentos flexionantes y par de torsión actuando en flechas 354. Diseño de flechas sujetas a cargas fluctuantes basadas en la teoría de falla de corte máximo 358. Diseño de flechas sujetas a cargas fluctuantes basadas en la teoría de falla de energía de distorsión 360. Comparación entre las teorías de falla de corte máximo y energía de distorsión aplicadas al diseño de flechas 361. Ecuaciones para diseño de flechas para cargas fluctuantes y de choque 361. Diámetro de la flecha para el Ej. 7-1 363. Deflexión de la flecha para el Ej. 7-1 366. Diseño de flechas por computadoras 373. Velocidad crítica en flechas 374. Rigidez torsional 378. Torsión de flechas de varias secciones transversales 380. Cuñas 380. Ranuras 394. Acoplamientos 399. Juntas universales 411. Sistema de flecha flexible 416. Problemas 417. Referencias 425.

8

Chumaceras y lubricación 427

Introducción 428. Tipos de chumaceras 429. Ley de Newton de flujo viscoso (viscosidad) 431. Ley de Hagan-Poiseuille (flujo a través de tubo capilar) 433. Dispositivos para medición de la viscosidad 436. Efecto de la temperatura en la viscosidad 437. Ley de Petrof 440. Lubricación hidrostática 441. Lubricación hidrodinámica 443. Gráficas para diseño 447. Balance de calor en chumaceras 454. Métodos de lubricación 459. Materiales de las chumaceras 460. Consideraciones de diseño 462. Problemas 463. Referencias 465.

9

Cojinetes o baleros de rodamiento 467

Nomenclatura de los cojinetes y tipos de baleros de bolas 469. Baleros de rodillos 483. Diversas configuraciones de baleros 492. Dimensiones estándar para baleros o cojinetes de rodamiento 492. Tolerancias en los baleros 502. Materiales para baleros de rodamiento 503. Fricción en baleros de rodamiento 505. Fundamentos de las fallas en los baleros 506. Vida, vida nominal y capacidad de carga básica 506. Carga equivalente 509. Supervivencia de baleros con probabilidades mayores al 90% 517. Factores de ajuste de vida por materiales 519. Factor de ajuste de vida según las

condiciones de aplicación 519. Resumen de factores de ajuste de vida 520. Baleros de rodamiento sujetos a cargas variables 520. Lubricación de cojinetes de rodamiento 523. Limitaciones de la velocidad de los cojinetes o baleros de rodamiento 528. Sellos 532. Ensamblajes típicos de baleros 535. Selección de baleros de rodillos cónicos 538. Problemas 539. Referencias 541.

10

Engranajes rectos 543

Terminología del engrane recto 544. Juego entre dientes o huelgo 548. Ley fundamental de engranamiento y relación de velocidad 549. Engranajes con diente involuta 549. Acción del diente del engrane 550. Longitud y relación de contacto 553. Interferencia 555. Sistemas de dientes estándar 557. Métodos comunes de fabricación de engranes 558. Otros métodos de producción de engranes 560. Métodos para acabados de engranes 563. Cargas en el diente 564. Resistencia como viga de los dientes del engrane recto 568. Concentración de esfuerzo 577. Ecuación de la AGMA 578. Durabilidad de la superficie de los engranes rectos 588. Ecuación de desgaste de la AGMA 593. Diseño del engrane 606. Control del huelgo entre dientes 611. Lubricación del engrane 614. Materiales para los engranes 615. Engranajes no metálicos 617. Diseño de la pieza a formarse engrane 617. Trenes de engranes 618. Problemas 620. Referencias 625.

11

Engranajes helicoidales, de gusano, cónicos y otros tipos de engranes 627

Engranajes helicoidales 628. Cargas en el diente de un engrane helicoidal 629. Terminología de los engranes helicoidales 633. Número formativo o virtual de dientes 638. Carga dinámica en engranes helicoidales 638. Resistencia a la flexión en engranes helicoidales 639. Durabilidad de la superficie de engranes helicoidales 642. Engranajes helicoidales cruzados 646. Engranajes de gusano 650. Terminología de los engranes de gusano 651. Resistencia de los engranes de gusano 653. Carga dinámica 653. Ecuación de la carga admisible al desgaste 654. Eficiencia de los engranes de gusano 655. Capacidad térmica del conjunto de engranes de gusano 658. Proporciones y estándares para engranes de gusano 659. Engranajes cónicos 663. Engranajes cónicos rectos 663. Número formativo o equivalente de dientes 668. Resistencia de los engranes cónicos de acuerdo a la ecuación de Lewis modificada 669. Carga dinámica en engranes cónicos

671. Carga admisible al desgaste en engranes cónicos
 672. Método de la AGMA para diseño de engranes cónicos 672. Cargas en el diente de engranes cónicos rectos
 678. Engranes cónicos ZEROL 679. Engranes cónicos helicoidales 680. Engranes hipoidales 681. Problemas
 682. Referencias 686.

12

Transmisiones con banda y cadena 687

Transmisiones con banda 690. Transmisiones con cadena 698. Problemas 703. Referencias 705.

13

Frenos y embragues 707

Embragues de contacto positivo 707. Embragues de disco 711. Embragues de cono 718. Otros tipos de embragues 720. Frenos 724. Consideraciones de energía y potencia 724. Frenos de banda 726. Frenos de banda diferencial 728. Frenos de disco 729. Freno de bloque de zapata corta 730. Frenos de bloque de zapata externa larga 731. Frenos de zapata larga interna 735. Materiales para frenos 737. Frenos eléctricos 738. Actuación del freno 739. Consideraciones de diseño 740. Problemas 741. Referencias 747.

14

Resortes 749

Barras a torsión 749. Resortes helicoidales bajo cargas estáticas y dinámicas 751. Pulsaciones en resortes helicoidales 760. Flexión y pandeo en resortes helicoidales 763. Resortes a tensión 766. Resortes de hoja 768. Resortes a torsión 771. Montajes sobre hule 774. Resortes neumáticos 776. Problemas 778. Referencias 780.

15

Tornillos de potencia 781

Formas de la rosca en los tornillos de potencia 782. Algunas definiciones 789. Ecuación del para tornillos de potencia 790. Descenso de cargas sin aplicación de fuerza 794. Eficiencia del tornillo 794. Consideraciones de esfuerzo en tornillos de potencia 798. Tornillos de bolas 803. Problemas 805. Referencias 808.

16

Sujetadores 809

Remaches cargados axialmente 809. Modos de falla en remaches 811. Uniones traslapadas y a tope 814. Remaches cargados excéntricamente 821. Sujetadores de tornillo 827. Roscas de tornillos estandarizadas 827. Diferentes tipos de tornillos, pernos y otros sujetadores 833. Análisis de

esfuerzo en tornillos y pernos 839. Materiales para tornillos y pernos 841. Precarga y par tensor en pernos 849. Análisis elástico y cargado a fatiga 851. Análisis cuando se usan empaques entre las partes que van a unirse 856. Problemas 857. Referencias 864.

17

Juntas soldadas y adhesivas 865

Soldadura por arco 867. Diseño de soldaduras cargadas simétricamente 868. Juntas cargadas excéntricamente 871. Juntas adhesivas 877. Problemas 882. Referencias 885.

18

Problemas con simetría de eje en el diseño de máquinas 887

El cilindro de pared gruesa 887. Ajustes por interferencia 891. Esfuerzos y desplazamientos en discos giratorios 893. Energía almacenada en volantes 895. Diseño basado en análisis plástico 896. Miembros inicialmente curvos 900. Problemas 901. Referencias 903.

Apéndices 905

Índice 959