

Contenido

2.8	Mecanismo de balanza	29
2.9	Junta Oldham	30
2.10	Mecanismos de línea recta	31
2.11	Pantógrafo	60
2.12	Ruedas de cámara	61
2.13		61
2.14	Juntas universales de velocidad constante	62
2.15	Mecanismos de movimiento intermitente	68
2.16	Elementos de cálculo	73
2.17	Microscopios	74
2.18	Simulacros	76
2.19	Estudio de un caso en el diseño de mecanismos	76
	el Hydrominer	76
	PROBLEMAS	82
Capítulo 3		
3.1	Clasificación de las levas y su nomenclatura	91
3.2	Leva de disco con seguidor radial (diseño gráfico)	92
3.3	Leva de disco con seguidor oscilatorio (diseño gráfico)	97
3.4	Leva de retorno positivo (diseño gráfico)	99
3.5	Leva cilíndrica (diseño gráfico)	100
3.6	Leva inversa (diseño gráfico)	100
3.7	Curvas de pesados	107
3.8	Curvas de desplazamiento de levas	110
3.9	Leva de disco con seguidor radial de (diseño analítico)	111
3.10	Leva de disco con seguidor radial de (diseño analítico)	117
3.11	Leva de disco con seguidor oscilatorio de (diseño analítico)	125
3.12	Levas de (diseño analítico)	125
3.13	Levas tridimensionales	137
3.14	Métodos de producción de levas	141
	PROBLEMAS	141
Capítulo 4		
4.1	Introducción	17
4.2	Mecanismo, máquina	21
4.3	Movimiento	21
4.4	Ciclo, período y fase de movimiento	23
4.5	Pares	23
4.6	Eslabón, cadena	24
4.7	Inversión	25
4.8	Transmisión de movimiento	25
4.9	Movilidad o número de grados de libertad	28
	PROBLEMAS	32
Capítulo 5		
5.1	Mecanismos de movimiento constante	62
5.2	Sistema de distancia	73
5.3	Sistema de adonde	74
5.4	Engranajes	76
5.5	Engranajes	76
	PROBLEMAS	82
Capítulo 6		
6.1	Teoría de los engranajes cónicos	92
6.2	Detalles de engranajes cónicos	97
6.3	Proporción de engranajes cónicos	99
6.4	Engranajes cónicos rectos	100
6.5	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.6	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.7	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.8	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.9	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.10	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.11	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.12	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.13	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.14	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.15	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.16	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.17	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.18	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.19	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.20	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.21	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.22	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.23	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.24	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.25	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.26	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.27	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.28	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.29	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.30	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.31	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.32	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.33	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.34	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.35	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.36	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.37	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.38	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.39	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.40	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.41	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.42	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.43	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.44	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.45	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.46	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.47	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.48	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.49	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.50	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.51	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.52	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.53	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.54	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.55	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.56	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.57	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.58	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.59	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.60	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.61	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.62	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.63	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.64	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.65	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.66	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.67	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.68	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.69	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.70	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.71	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.72	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.73	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.74	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.75	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.76	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.77	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.78	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.79	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.80	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.81	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.82	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.83	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.84	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.85	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.86	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.87	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.88	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.89	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.90	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.91	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.92	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.93	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.94	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.95	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.96	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.97	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.98	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.99	Engranajes cónicos helicoidales	100
6.100	Engranajes cónicos helicoidales	100

- 2.8 Mecanismo de palanca 59
- 2.9 Junta Oldham 59
- 2.10 Mecanismos de línea recta 59
- 2.11 Pantógrafo 60
- 2.12 Ruedas de cámara 61
- 2.13 Junta de Hooke 63
- 2.14 Juntas universales de velocidad constante 65
- 2.15 Mecanismos de movimiento intermitente 69
- 2.16 Elementos de cálculo 73
- 2.17 Integradores 74
- 2.18 Síntesis 76
- 2.19 Estudio de un caso en el diseño de mecanismos:
el Hydrominer 76
- PROBLEMAS 82

Capítulo 3

Levas 91

- 3.1 Clasificación de las levas y su nomenclatura 92
- 3.2 Leva de disco con seguidor radial (diseño gráfico) 94
- 3.3 Leva de disco con seguidor oscilatorio (diseño gráfico) 97
- 3.4 Leva de retorno positivo (diseño gráfico) 99
- 3.5 Leva cilíndrica (diseño gráfico) 100
- 3.6 Leva inversa (diseño gráfico) 100
- 3.7 Curvas de desplazamiento de las levas 101
- 3.8 Curvas de desplazamiento de las levas—métodos avanzados 110
- 3.9 Leva de disco con seguidor radial de cara plana
(diseño analítico) 112
- 3.10 Leva de disco con seguidor radial de carretilla
(diseño analítico) 117
- 3.11 Leva de disco con seguidor oscilatorio de carretilla
(diseño analítico) 128
- 3.12 Levas de contorno 133
- 3.13 Levas tridimensionales 137
- 3.14 Métodos de producción de levas 140
- PROBLEMAS 141

Capítulo 4

Engranajes rectos 151

- 4.1 Introducción a los engranajes rectos de involuta 151
- 4.2 Involutometría 155
- 4.3 Detalles de los engranajes rectos 157
- 4.4 Características de la acción de la involuta 159
- 4.5 Interferencia en los engranajes de involuta 163
- 4.6 Estandarización de engranajes 165
- 4.7 Número mínimo de dientes para evitar la interferencia 176

- 4.8 Determinación del juego entre engranajes 181
- 4.9 Engranajes internos (anulares) 186
- 4.10 Engranajes cicloidales 188
- PROBLEMAS 189

Capítulo 5

- Engranajes rectos no estándar 197**
- 5.1 Teoría de los engranajes rectos no estándar 197
- 5.2 Sistema de distancia extendida entre centros 199
- 5.3 Sistema de adendo largo y corto 210
- 5.4 Engranajes de acción de receso 212
- 5.5 Engranajes rectos no estándar cortados con un cortador de piñones 215
- PROBLEMAS 227

Capítulo 6

- Engranajes cónicos, helicoidales y de gusano (sinfin) 237**
- 6.1 Teoría de los engranajes cónicos 237
- 6.2 Detalles de los engranajes cónicos 242
- 6.3 Proporciones de los dientes en los engranajes Gleason cónicos rectos 244
- 6.4 Engranajes cónicos rectos angulares 246
- 6.5 Engranajes cónicos Zerol 246
- 6.6 Engranajes cónicos espirales 247
- 6.7 Engranajes hipoidales 247
- 6.8 Teoría de los engranajes helicoidales 252
- 6.9 Engranajes helicoidales paralelos 258
- 6.10 Engranajes helicoidales cruzados 261
- 6.11 Engranajes de gusano (sinfin) 263
- PROBLEMAS 267

Capítulo 7

- Trenes de engranajes 279**
- 7.1 Introducción a los trenes de engranajes 279
- 7.2 Trenes de engranajes planetarios 281
- 7.3 Aplicaciones de los trenes de engranajes planetarios 293
- 7.4 Ensamble de los trenes de engranajes planetarios 296
- 7.5 Potencia circulante en sistemas controlados de engranajes planetarios 302
- 7.6 Engranaje motriz armónico 308
- PROBLEMAS 310

Capítulo 8

- Análisis de velocidad y aceleración 329**
- 8.1 Introducción 329
- 8.2 Movimiento lineal de una partícula 331

14 CONTENIDO

- 8.3 Movimiento angular 334
- 8.4 Movimiento relativo 335
- 8.5 Métodos de análisis de velocidad y aceleración 337
- 8.6 Análisis de velocidad y aceleración mediante matemáticas vectoriales 337
- 8.7 Determinación de la velocidad en mecanismos mediante polígonos vectoriales 351
- 8.8 Velocidad relativa de partículas en los mecanismos 352
- 8.9 Velocidad relativa de partículas en un eslabón común 352
- 8.10 Velocidad relativa de partículas coincidentes en distintos eslabones 356
- 8.11 Velocidad relativa de partículas coincidentes en el punto de contacto de los elementos rodantes 359
- 8.12 Centros instantáneos de velocidad 361
- 8.13 Notación de los centros instantáneos 364
- 8.14 Teorema de Kennedy 365
- 8.15 Determinación de los centros instantáneos mediante el teorema de Kennedy 366
- 8.16 Determinación de la velocidad mediante los centros instantáneos 368
- 8.17 Elementos rodantes 370
- 8.18 Determinación gráfica de la aceleración en mecanismos mediante polígonos vectoriales 371
- 8.19 Aceleración relativa de partículas en los mecanismos 371
- 8.20 Aceleración relativa de partículas en un eslabón común 372
- 8.21 Aceleración relativa de partículas coincidentes en eslabones distintos. Componente Coriolis de la aceleración 375
- 8.22 Aceleración relativa de partículas coincidentes en el punto de contacto de elementos rodantes 383
- 8.23 Solución vectorial analítica de las ecuaciones de velocidad relativa y de la aceleración 387
- 8.24 Análisis de velocidad y aceleración mediante diferenciación numérica o gráfica 392
- 8.25 Análisis cinemático mediante números complejos 398
- 8.26 Análisis del mecanismo biela-manivela-corredera mediante las ecuaciones de cierre del circuito y números complejos 401
- 8.27 Análisis del mecanismo invertido biela-manivela-corredera mediante las ecuaciones de cierre del circuito y números complejos 406
- 8.28 Análisis del mecanismo de cuatro barras mediante las ecuaciones de cierre del circuito y números complejos 408
- 8.29 Mecanismos complejos 414

- 8.30 Análisis de velocidad y aceleración empleando el programa integrado para mecanismos (IMP) 415
PROBLEMAS 417

Capítulo 9

- Análisis de fuerzas en maquinaria 443**
- 9.1 Introducción 443
 - 9.2 Fuerza centrífuga en los álabes de un rotor 444
 - 9.3 Fuerza de inercia, par de torsión de inercia 448
 - 9.4 Determinación de fuerzas 451
 - 9.5 Métodos de análisis de fuerzas en mecanismos de eslabones articulados 452
 - 9.6 Análisis de fuerzas en mecanismos de eslabones articulados mediante superposición 453
 - 9.7 Análisis de fuerzas en mecanismos de eslabones articulados mediante métodos matriciales 463
 - 9.8 Análisis de fuerzas empleando el programa integrado para mecanismos (IMP) 468
 - 9.9 Análisis de fuerzas en mecanismos de eslabones articulados mediante el método de trabajo virtual 471
 - 9.10 Análisis de fuerzas en mecanismos de eslabones articulados a partir de las características dinámicas 475
 - 9.11 Análisis de fuerzas en mecanismos de eslabones articulados mediante números complejos 480
 - 9.12 Análisis de fuerzas en motores 486
 - 9.13 Masas dinámicamente equivalentes 491
 - 9.14 Aplicación de las masas equivalentes 493
 - 9.15 Análisis de fuerzas en motores empleando masas puntuales 494
 - 9.16 Monoblocks 501
 - 9.17 Par de salida del motor 503
 - 9.18 Tamaño del volante 509
 - 9.19 Fuerzas en los dientes de los engranajes 516
 - 9.20 Fuerzas en las levas 522
 - 9.21 Fuerzas giroscópicas 524
 - 9.22 Determinación del momento de inercia 530
PROBLEMAS 533

Capítulo 10

- Balaceo de maquinaria 559**
- 10.1 Introducción 559
 - 10.2 Balanceo de rotores 560
 - 10.3 Balanceo dinámico y estático 567
 - 10.4 Máquinas para balancear 568
 - 10.5 Balanceo de masas recíprocas 570
 - 10.6 Determinación analítica del desbalanceo 572

16 CONTENIDO

- 10.7 Orden de encendido 582
- 10.8 Motores en V 583
- 10.9 Motores opuestos 589
- 10.10 Balanceo de mecanismos de cuatro barras articuladas 590
- PROBLEMAS 594

Capítulo II

Introducción a la síntesis 605

- 11.1 Clasificación de problemas en la síntesis cinemática 606
- 11.2 Espaciamiento de los puntos de exactitud para la generación de funciones 610
- 11.3 Diseño analítico de un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de funciones 613
- 11.4 Correspondencia o ajuste de curvas para el diseño de un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de funciones 618
- 11.5 Diseño gráfico de un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de funciones 621
- 11.6 Diseño gráfico de un mecanismo de cuatro barras articuladas para la guía de cuerpos 623
- 11.7 Diseño analítico de un mecanismo de cuatro barras articuladas para la guía de cuerpos 626
- 11.8 Síntesis analítica empleando números complejos 629
- 11.9 Diseño de un mecanismo de cuatro barras articuladas como un generador de trayectorias empleando mecanismos afines 632
- 11.10 Consideraciones prácticas en la síntesis de mecanismos (Defectos en los mecanismos) 635
- PROBLEMAS 638

Capítulo 12

Mecanismos espaciales y robótica 645

- 12.1 Introducción 645
- 12.2 Movilidad 646
- 12.3 Descripción de movimientos espaciales 651
- 12.4 Análisis cinemático de los mecanismos espaciales 659
- 12.5 Síntesis cinemática de los mecanismos espaciales 661
- 12.6 Introducción a los manipuladores robóticos 664
- 12.7 Cinemática de los manipuladores robóticos 665
- PROBLEMAS 672

Apéndices 677

Respuestas a problemas seleccionados 695

Índice 703