

INDICE

- IX* *Introduzione alla prima edizione*
- XIII* *Nota alla seconda edizione*
- XIV* *Guida alla lettura*
- XVII* *Convenzioni e notazioni utilizzate nel testo*
- XIX* *L'Editore ringrazia*

3 **Capitolo primo • Introduzione**

- 3 1.1 La meccanica applicata alle macchine
- 4 1.2 Macchine e meccanismi
 - 1.2.1 Tipi di macchine, p. 6 – 1.2.2 Componenti, p. 9 – 1.2.3 Tipi di meccanismi, p. 10
- 13 1.3 Tipici problemi della meccanica delle macchine
- 14 1.4 La creazione di modelli
- 16 1.5 Contenuto del testo

19 **Capitolo secondo • Coppie cinematiche e meccanismi**

- 19 2.1 Vincoli e geometria del contatto fra corpi rigidi
- 21 2.2 Coppie cinematiche
- 27 2.3 Realizzazione delle coppie cinematiche
- 29 2.4 Catene cinematiche
- 32 2.5 Mobilità delle catene cinematiche piane
- 34 2.6 Criteri geometrici di mobilità
- 37 2.7 Mobilità dei meccanismi in moto rigido generale
- 41 *Esercizi*

43 **Capitolo terzo • Forze di contatto ed effetti dissipativi**

- 43 3.1 Introduzione
- 45 3.2 Contatti superficiali: la teoria di Hertz
 - 3.2.1 Contatti puntiformi, p. 46 – 3.2.2 Contatti lineari, p. 48
- 50 3.3 Attrito radente: il modello di Coulomb
- 55 3.4 Azioni fluidodinamiche
 - 3.4.1 Attrito viscoso, p. 56 – 3.4.2 Resistenza fluidodinamica (regime turbolento), p. 57 – 3.4.3 Attrito nei cuscinetti lubrificati, p. 59

- 60 3.5 Attrito interno
- 61 3.6 Resistenze al rotolamento
- 64 3.7 Usura
- 67 3.8 Cenni sugli urti
- 71 *Esercizi*


- 75 **Capitolo quarto • Cinematica dei meccanismi piani**
- 75 4.1 Introduzione
- 76 4.2 Fondamenti
- 80 4.3 Modello matematico
- 83 4.4 Analisi di posizione
- 90 4.5 Analisi di velocità
 - 4.5.1 Formulazione geometrica, p. 90 – 4.5.2 Formulazione matematica, p. 94
- 98 4.6 Aspetti geometrici della cinematica dei meccanismi
 - 4.6.1 Centro di istantanea rotazione, p. 98 – 4.6.2 Polari del moto, p. 101 – 4.6.3 Profili coniugati, p. 104
- 106 4.7 Analisi di accelerazione
 - 4.7.1 Formulazione geometrica, p. 106 – 4.7.2 Formulazione matematica, p. 108
- 113 *Esercizi*

- 117 **Capitolo quinto • Statica dei meccanismi**
- 118 5.1 Introduzione
- 119 5.2 Analisi statica di meccanismi e strutture
- 124 5.3 Equilibrio dei meccanismi
 - 5.3.1 Equazioni cardinali della statica, p. 124 – 5.3.2 Principio dei lavori virtuali, p. 128 – 5.3.3 Analisi grafica, p. 130
- 133 5.4 Statica dei sistemi in presenza di attrito
 - 5.4.1 Verifica dell'equilibrio: il problema non impone una condizione di moto incipiente, p. 134 – 5.4.2 Strisciamento globale: il problema impone una condizione di moto incipiente in tutti i punti di contatto, p. 136 – 5.4.3 Strisciamento locale: il problema impone una condizione di moto incipiente in alcuni dei punti di contatto, p. 137 – 5.4.4 Strisciamento o ribaltamento: il problema impone una condizione di moto incipiente che può essere di strisciamento oppure di ribaltamento, p. 139
- 141 5.5 Qualità della trasmissione
 - 5.5.1 Angoli di pressione e di trasmissione, p. 141 – 5.5.2 Guadagno meccanico, p. 143
- 146 *Esercizi*

- 155 **Capitolo sesto • Dinamica dei sistemi meccanici**
- 156 6.1 Introduzione
- 156 6.2 Modellazione dinamica
 - 6.2.1 Equazioni di Newton-Eulero, p. 157 – 6.2.2 Principio di D'Alembert, p. 161 – 6.2.3 Principio dei lavori virtuali, p. 162 – 6.2.4 Bilancio delle potenze, p. 164 – 6.2.5 Equazioni di Lagrange, p. 165
- 166 6.3 Condizioni di funzionamento
 - 6.3.1 Bilancio energetico, p. 166 – 6.3.2 Macchine a regime o in moto vario, p. 167

- 168 6.4 Rendimento
6.4.1 Rendimento delle macchine, p. 168 – 6.4.2 Flusso di potenza retrogrado, p. 171 – 6.4.3 Flusso di potenza nelle trasmissioni, p. 174
- 178 6.5 Accoppiamento motore-utilizzatore
6.5.1 Riduzione dei carichi e delle inerzie, p. 179 – 6.5.2 Caratteristiche statiche, p. 180 – 6.5.3 Accoppiamento del motore con l'utilizzatore, p. 186
- 189 6.6 Transitori in avviamento
- 192 6.7 Irregolarità del moto
6.7.1 Irregolarità dei sistemi con masse traslanti, p. 192 – 6.7.2 Dimensionamento dei volani, p. 193
- 197 6.8 Bilanciamento delle macchine alternative
6.8.1 Cinematica semplificata del manovellismo ordinario, p. 197 – 6.8.2 Metodo delle masse di sostituzione, p. 199 – 6.8.3 Bilanciamento del manovellismo di spinta, p. 201
- 203 *Esercizi*
- 215 **Capitolo settimo • Vibrazioni meccaniche**
- 215 7.1 Introduzione
- 220 7.2 Esempi di sistemi vibranti e modelli matematici
7.2.1 Sistemi ad un grado di libertà, p. 220 – 7.2.2 Linearizzazione di sistemi debolmente nonlineari, p. 223 – 7.2.3 Sistema a due gradi di libertà, p. 225 – 7.2.4 Dissipazione, p. 230
- 232 7.3 Vibrazioni libere di sistemi ad un grado di libertà
7.3.1 L'oscillatore armonico non smorzato, p. 232 – 7.3.2 Moto armonico, p. 234 – 7.3.3 L'oscillatore armonico smorzato, p. 238
- 242 7.4 Vibrazioni forzate di sistemi ad un grado di libertà
7.4.1 Forzante sinusoidale, p. 242 – 7.4.2 Trasmissibilità: forze trasmesse al basamento, p. 245 – 7.4.3 Eccitazione sismica armonica: trasmissibilità, p. 246
- 250 7.5 Sistemi ad "n" gradi di libertà (cenni)
- 254 *Esercizi*
- 259 **Capitolo ottavo • Dinamica dei rotori**
- 259 8.1 Introduzione
- 261 8.2 Squilibrio statico
- 262 8.3 Squilibrio dinamico
- 264 8.4 Macchina equilibratrice
8.4.1 Macchina equilibratrice supercritica, p. 265 – 8.4.2 Macchine equilibratrici subcritiche, p. 267
- 270 8.5 Velocità critiche flessionali: rotore di Jeffcott
- 274 *Esercizi*
- 275 **Capitolo nono • Meccanica delle coppie cinematiche**
- 275 9.1 Introduzione
- 278 9.2 Cuscinetti radenti
9.2.1 Coppia prismatica, p. 278 – 9.2.2 Coppia rotoidale portante, p. 280 – 9.2.3 Coppia rotoidale di spinta, p. 282 – 9.2.4 Coppia elicoidale, p. 283
- 290 9.3 Cuscinetti volventi
9.3.1 Analisi cinematica, p. 291 – 9.3.2 Distribuzione dei carichi, p. 292 – 9.3.3 Attrito nei cuscinetti volventi radiali, p. 293
- 295 9.4 Introduzione alla lubrificazione idrodinamica e cenni storici

- 296 9.5 Teoria elementare della lubrificazione idrodinamica
 9.5.1 Equazione di Reynolds, p. 296 – 9.5.2 Pattino piano di lunghezza infinita, p. 302 – 9.5.3 Interpretazione fisica dell'equazione di Reynolds, p. 306
- 308 9.6 Coppie lubrificate: classificazione
- 309 9.7 Coppie rotoidali lubrificate
 9.7.1 Forma del meato, p. 309 – 9.7.2 Equazione di Reynolds e semplificazioni, p. 310 – 9.7.3 Condizioni al contorno, p. 310 – 9.7.4 Cuscinetto infinitamente lungo: soluzione analitica di Sommerfeld, p. 311 – 9.7.5 Capacità di carico, p. 312 – 9.7.6 Perdite per attrito, p. 315
- 315 9.8 Coppia rotoidale di spinta lubrificata di tipo idrodinamico (cenni)
- 316 9.9 Cenni sui cuscinetti idrostatici
- 317 9.10 Confronto fra le caratteristiche delle coppie rotoidali
- 323 *Esercizi*
- 325 Capitolo decimo • Ruote dentate**
- 325 10.1 Introduzione
- 328 10.2 Generalità e nomenclatura
- 332 10.3 L'evolvente e le applicazioni agli ingranaggi
- 335 10.4 Ruote dentate modulari: definizioni e cenni sul taglio
- 337 10.5 Ruote modulari e correzione di taglio
- 340 10.6 Ingranamento
 10.6.1 Ruote normali, p. 341 – 10.6.2 Calcolo dello spessore del dente e del vano, p. 342 – 10.6.3 Ingranamento ruote con correzione di taglio e calcolo del gioco, p. 344
- 347 10.7 Interferenza nelle ruote a denti dritti
- 350 10.8 Continuità del moto: rapporto di condotta
- 355 10.9 Ruote dentate elicoidali
- 362 10.10 Forze scambiate tra ruote dentate cilindriche
- 364 10.11 Strisciamenti, velocità relative e forze d'attrito
- 369 10.12 Ruote coniche (cenni)
- 372 10.13 Ruote ad assi sghembi, ingranaggi a vite (cenni)
 10.13.1 Ingranaggi a vite (Worm gear), p. 373
- 376 10.14 Ruote spiro-coniche e ipoidali (cenni)
 10.14.1 Ingranaggi spiro conici, p. 376 – 10.14.2 Ingranaggi ipoidi, p. 378 – 10.14.3 Ingranaggi piano conici, p. 380
- 381 *Esercizi*
- 383 Capitolo undicesimo • Trasmissioni di potenza**
- 383 11.1 Introduzione
- 386 11.2 Trasmissioni ad ingranaggi: rotismi
 11.2.1 Rotismi ordinari, p. 386 – 11.2.2 Rotismi epicicloidali, p. 394 – 11.2.3 Rotismi complessi, p. 398 – 11.2.4 Rendimenti delle trasmissioni ad ingranaggi, p. 407 – 11.2.5 Esempi applicativi, p. 415
- 425 11.3 Cinghie di trasmissione
 11.3.1 Cinghie piate: principi di funzionamento, p. 428
- 434 11.4 Catene
- 437 11.5 Giunti meccanici
 11.5.1 Giunto di Cardano (Hooke joint o Universal joint), p. 439 – 11.5.2 Giunti omocinetici, p. 442
- 444 *Esercizi*

- 447 **Capitolo dodicesimo • Meccanismi per il moto vario**
- 447 12.1 Introduzione
- 450 12.2 Leggi di moto
12.2.1 Legge di moto ad accelerazione costante, p. 451 – 12.2.2 Legge di moto cicloidale, p. 453 – 12.2.3 Altre leggi di moto, p. 455
- 456 12.3 Sistemi articolati
12.3.1 Generalità, p. 456 – 12.3.2 Generazione di moti alternativi, p. 458 – 12.3.3 Generazione di moti di traslazione e rettilinei, p. 458 – 12.3.4 Meccanismi a alto guadagno meccanico, p. 460 – 12.3.5 Considerazioni conclusive sui sistemi articolati, p. 463
- 464 12.4 Meccanismi a camma
12.4.1 Descrizione tipologica, p. 464 – 12.4.2 Descrizione funzionale, p. 467 – 12.4.3 Meccanismo equivalente, p. 470 – 12.4.4 Equazioni del profilo di una camma a cedente piano, p. 473
- 474 12.5 Meccanismi unidirezionali
- 477 12.6 Meccanismi per moto intermittente
12.6.1 Generalità, p. 477 – 12.6.2 Analisi cinematica del meccanismo a ruota di Ginevra, p. 480
- 484 *Esercizi*
- 485 **Capitolo tredicesimo • Altri meccanismi e trasmissioni a fluido**
- 486 13.1 Altri meccanismi
13.1.1 Variatori di velocità, p. 486 – 13.1.2 Innesti, p. 489 – 13.1.3 Freni, p. 498 – 13.1.4 Funi e paranchi, p. 505
- 511 13.2 Trasmissioni a fluido
13.2.1 Pompe, p. 513 – 13.2.2 Motori - Attuatori, p. 516 – 13.2.3 Valvole, p. 516 – 13.3.4 Valvole proporzionali, p. 518 – 13.2.5 Altri componenti di trasmissioni a fluido, p. 524 – 13.2.6 Esempi di circuiti oleodinamici, p. 525
- 528 *Esercizi*
-  **Capitolo quattordicesimo • Le frontiere della meccanica**
- 14.1 Micro-meccanica di Irene Fassi
14.1.1 Cosa significa ‘micro’ – 14.1.2 Forze agenti nel micro-mondo – 14.1.3 Operazioni di manipolazione (micro-handling) – 14.1.4 Dispositivi di presa e rilascio – 14.1.5 Sensori ed attuatori – 14.1.6 Considerazioni finali
- 14.2 La Meccatronica di Giovanni Legnani
14.2.1 Introduzione – 14.2.2 Ingegneri e tecnici specialisti o “tutto fare”? – 14.2.3 Un po’ di storia – 14.2.4 Una macchina automatica intelligente – 14.2.5 Sistemi retroazionati – 14.2.6 Un controllore industriale – 14.2.7 Robotica industriale – 14.2.8 Sistemi Real Time, campionamento e quantizzazione – 14.2.9 Altri esempi mecatronici – 14.2.10 Sistemi autonomi o semi autonomi – 14.2.11 Meccanica e mecatronica
- 14.3 Biomeccanica di Vincenzo Parenti Castelli
14.3.1 Biomeccanica Articolare – 14.3.2 Nuova procedura sequenziale di modellazione – 14.3.3 Modello anatomico del ginocchio M1 – 14.3.4 Progettazione della protesi – 14.3.5 Futuro della Biomeccanica (funzionale) – 14.3.6 Considerazioni finali
- 531 **Appendice A • Richiami di geometria, algebra e calcolo numerico**
- 531 A.1 Vettori

- 534 A.2 Numeri complessi e vettori rotanti (fasori)
- 536 A.3 Matrici e sistemi lineari
 - A.3.1 Matrici, p. 536 – A.3.2 Sistemi lineari, p. 537 – A.3.3 Autovalori e autovettori di una matrice, p. 539
- 540 A.4 Equazioni non lineari
- 541 A.5 Equazioni differenziali
- 543 A.6 Metodi numerici
 - A.6.1 Sistemi di equazioni lineari, p. 545 – A.6.2 Sistemi di equazioni non lineari, p. 547 – A.6.3 Equazioni differenziali, p. 549 – A.6.4 Strumenti software di calcolo numerico, p. 554

559 **Appendice B • Fondamenti di cinematica del punto e del corpo rigido**

- 559 B.1 Sistemi di riferimento
- 562 B.2 Cinematica del punto
- 564 B.3 Cinematica del corpo rigido
 - B.3.1 Velocità, p. 564 – B.3.2 Accelerazione, p. 567
- 567 B.4 Moti relativi in generale
- 568 B.5 Alcune proprietà dei moti rigidi
 - B.5.1 Caratterizzazione degli spostamenti finiti (Teoremi di Chasles e Eulero), p. 568 – B.5.2 Atti di moto e centro di istantanea rotazione, p. 570

573 **Appendice C • Equilibrio dei corpi**

- 573 C.1 Forze e momenti
- 577 C.2 Equazioni di equilibrio
- 578 C.3 Principio dei lavori virtuali
- 579 C.4 Casi particolari di equilibrio

581 **Appendice D • Geometria delle masse e dinamica del corpo rigido**

- 581 D.1 Introduzione
- 581 D.2 Geometria delle masse
 - D.2.1 Massa e densità, p. 581 – D.2.2 Baricentro, p. 582 – D.2.3 Momenti d'inerzia, p. 586
- 595 D.3 Dinamica del punto materiale
 - D.3.1 Quantità di moto, p. 595 – D.3.2 Momento della quantità di moto, p. 595 – D.3.3 Energia cinetica, p. 596 – D.3.4 Energia potenziale, campi conservativi e principio di conservazione dell'energia, p. 597
- 599 D.4 Richiami della dinamica di sistemi di particelle
- 601 D.5 Equazioni di Eulero
 - D.5.1 Corpo rigido in rotazione pura, p. 601 – D.5.2 Corpo rigido in rototraslazione, p. 604 – D.5.3 Casi notevoli, p. 606 – D.5.4 Effetto giroscopico, p. 609
- 613 D.6 Energia cinetica del corpo rigido
 - D.6.1 Caso: \mathbf{A} fisso ($\equiv \mathbf{0}$), p. 613 – D.6.2 Caso: $\mathbf{A} \equiv \mathbf{G}$, p. 613 – D.6.3 Caso di moto piano, teorema di Huygens (piano x, y di simmetria), p. 613
- 614 D.7 Equazioni di Lagrange
 - D.7.1 Lavoro ed energia, p. 614 – D.7.2 Principio di D'Alembert e principio dei lavori virtuali, p. 616 – D.7.3 Equazioni di Lagrange, p. 616 – D.7.4 Equazioni di Lagrange per sistemi lineari, p. 618

621 *Riferimenti bibliografici*

623 *Indice analitico*