

INDICE

- XI Introduzione alla prima edizione*
- XV Introduzione alla seconda edizione*
- XVII Introduzione alla terza edizione*
- XVIII Guida alla lettura*
- XXI Convenzioni e notazioni utilizzate nel testo*
- XXIII 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*

45 Capitolo terzo • Forze di contatto ed effetti dissipativi

- 45 3.1 Introduzione
- 47 3.2 Contatti superficiali: la teoria di Hertz
 - 3.2.1 Contatti puntiformi, p. 48 – 3.2.2 Contatti lineari, p. 50
- 52 3.3 Attrito radente: il modello di Coulomb
- 57 3.4 Azioni fluidodinamiche
 - 3.4.1 Attrito viscoso, p. 58 – 3.4.2 Resistenza fluidodinamica (regime turbolento), p. 59 – 3.4.3 Attrito nei cuscinetti lubrificati, p. 61

- 62 3.5 Attrito interno
- 63 3.6 Resistenze al rotolamento
- 66 3.7 Usura
- 69 3.8 Cenni sugli urti
- 73 *Esercizi*

- 77 **Capitolo quarto • Cinematica dei meccanismi piani**
- 77 4.1 Introduzione
- 78 4.2 Fondamenti
- 82 4.3 Modello matematico
- 85 4.4 Analisi di posizione
- 93 4.5 Analisi di velocità
 - 4.5.1 Formulazione geometrica, p. 93 – 4.5.2 Formulazione matematica, p. 96
- 100 4.6 Aspetti geometrici della cinematica dei meccanismi
 - 4.6.1 Centro di istantanea rotazione, p. 100 – 4.6.2 Polari del moto, p. 103 – 4.6.3 Profili coniugati, p. 106
- 108 4.7 Analisi di accelerazione
 - 4.7.1 Formulazione geometrica, p. 108 – 4.7.2 Formulazione matematica, p. 110
- 115 *Esercizi*

- 121 **Capitolo quinto • Statica dei meccanismi**
- 122 5.1 Introduzione
- 123 5.2 Analisi statica di meccanismi e strutture
- 128 5.3 Equilibrio dei meccanismi
 - 5.3.1 Equazioni cardinali della statica, p. 128 – 5.3.2 Principio dei lavori virtuali, p. 132 – 5.3.3 Analisi grafica, p. 134
- 137 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. 138 – 5.4.2 Strisciamento globale: il problema impone una condizione di moto incipiente in tutti i punti di contatto, p. 140 – 5.4.3 Strisciamento locale: il problema impone una condizione di moto incipiente in alcuni dei punti di contatto, p. 141 – 5.4.4 Strisciamento o ribaltamento: il problema impone una condizione di moto incipiente che può essere di strisciamento oppure di ribaltamento, p. 143
- 145 5.5 Qualità della trasmissione
 - 5.5.1 Angoli di pressione e di trasmissione, p. 145 – 5.5.2 Guadagno meccanico, p. 147
- 150 *Esercizi*

- 161 **Capitolo sesto • Dinamica dei sistemi meccanici**
- 162 6.1 Introduzione
- 162 6.2 Modellazione dinamica
 - 6.2.1 Equazioni di Newton-Eulero, p. 163 – 6.2.2 Principio di D'Alembert, p. 167 – 6.2.3 Principio dei lavori virtuali, p. 168 – 6.2.4 Bilancio delle potenze, p. 170 – 6.2.5 Equazioni di Lagrange, p. 171
- 172 6.3 Condizioni di funzionamento
 - 6.3.1 Bilancio energetico, p. 172 – 6.3.2 Macchine a regime o in moto vario, p. 173

- 174 6.4 Rendimento
6.4.1 Rendimento delle macchine, p. 174 – 6.4.2 Flusso di potenza retrogrado, p. 177 – 6.4.3 Flusso di potenza nelle trasmissioni, p. 180
- 184 6.5 Accoppiamento motore-utilizzatore
6.5.1 Riduzione dei carichi e delle inerzie, p. 184 – 6.5.2 Caratteristiche statiche, p. 186 – 6.5.3 Accoppiamento del motore con l'utilizzatore, p. 192 – 6.5.4 Scelta del motoriduttore, p. 195
- 200 6.6 Transitori in avviamento
- 203 6.7 Irregolarità del moto
6.7.1 Irregolarità dei sistemi con masse traslanti, p. 203 – 6.7.2 Dimensionamento dei volani, p. 204
- 208 6.8 Bilanciamento delle macchine alternative
6.8.1 Cinematica semplificata del manovellismo ordinario, p. 208 – 6.8.2 Metodo delle masse di sostituzione, p. 210 – 6.8.3 Bilanciamento del manovellismo di spinta, p. 212 – 6.8.4 Bilanciamento dei motori pluricilindrici, p. 214 – 6.8.5 Architetture dei motori a combustione interna, p. 218
- 223 *Esercizi*
- 237 **Capitolo settimo • Vibrazioni meccaniche**
- 237 7.1 Introduzione
- 242 7.2 Esempi di sistemi vibranti e modelli matematici
7.2.1 Sistemi a un grado di libertà, p. 242 – 7.2.2 Linearizzazione di sistemi debolmente non-lineari, p. 245 – 7.2.3 Sistema a due gradi di libertà, p. 247 – 7.2.4 Dissipazione, p. 252
- 254 7.3 Vibrazioni libere di sistemi a un grado di libertà
7.3.1 L'oscillatore armonico non smorzato, p. 254 – 7.3.2 Moto armonico, p. 256 – 7.3.3 L'oscillatore armonico smorzato, p. 260
- 264 7.4 Vibrazioni forzate di sistemi a un grado di libertà
7.4.1 Forzante sinusoidale, p. 264 – 7.4.2 Trasmissibilità: forze trasmesse al basamento, p. 267 – 7.4.3 Eccitazione sismica armonica: trasmissibilità, p. 268
- 272 7.5 Sistemi vibranti a due gradi di libertà
7.5.1 Vibrazioni libere in assenza di smorzamento: frequenze proprie e modi di vibrare, p. 274 – 7.5.2 Risposta a un forzante armonico: risonanze e antirisonanze, p. 277
- 279 7.6 Proprietà generali dei sistemi N-gdl
- 280 7.7 Problema libero non smorzato: modi di vibrazione
7.7.1 Moto sincrono, p. 280 – 7.7.2 Condizioni di ortogonalità, p. 282 – 7.7.3 Esempio numerico: sistema libero non-smorzato a 2-gdl, p. 283 – 7.7.4 La soluzione generale del problema libero: il Teorema dello sviluppo modale, p. 285
- 286 7.8 Risposta a un forzante armonico
- 286 7.9 Sistemi con smorzamento viscoso di Rayleigh
- 288 *Esercizi*
- 295 **Capitolo ottavo • Dinamica dei rotori**
- 295 8.1 Introduzione
- 297 8.2 Squilibrio statico
- 298 8.3 Squilibrio dinamico
- 300 8.4 Macchina equilibratrice
8.4.1 Macchina equilibratrice supercritica, p. 301 – 8.4.2 Macchine equilibratrici subcritiche, p. 303
- 306 8.5 Velocità critiche flessionali: rotore di Jeffcott
- 310 *Esercizi*

311 Capitolo nono • Meccanica delle coppie cinematiche

- 311 9.1 Introduzione
- 314 9.2 Coppie radenti
9.2.1 Coppia prismatica, p. 314 – 9.2.2 Coppia rotoidale portante, p. 316 –
9.2.3 Coppia rotoidale di spinta, p. 318 – 9.2.4 Coppia elicoidale, p. 319
- 326 9.3 Cuscinetti volventi
9.3.1 Analisi cinematica, p. 327 – 9.3.2 Distribuzione dei carichi, p. 328 –
9.3.3 Attrito nei cuscinetti volventi radiali, p. 329
- 336 9.4 Introduzione alla lubrificazione idrodinamica e cenni storici
- 338 9.5 Teoria elementare della lubrificazione idrodinamica
9.5.1 Equazione di Reynolds, p. 338 – 9.5.2 Pattino piano di lunghezza infi-
nita, p. 343 – 9.5.3 Interpretazione fisica dell'equazione di Reynolds, p. 347
- 349 9.6 Coppie lubrificate: classificazione
- 350 9.7 Coppie rotoidali lubrificate
9.7.1 Forma del meato, p. 351 – 9.7.2 Equazione di Reynolds e semplifica-
zioni, p. 352 – 9.7.3 Condizioni al contorno, p. 352 – 9.7.4 Cuscinetto infi-
nitamente lungo: soluzione analitica di Sommerfeld, p. 353 – 9.7.5 Capacità di
carico, p. 354 – 9.7.6 Perdite per attrito, p. 356
- 357 9.8 Coppia rotoidale di spinta lubrificata di tipo idrodinamico (cenni)
- 358 9.9 Cenni sui cuscinetti idrostatici
- 359 9.10 Confronto fra le caratteristiche delle coppie rotoidali
- 365 *Esercizi*

367 Capitolo decimo • Ruote dentate

- 367 10.1 Introduzione
- 370 10.2 Generalità e nomenclatura
- 374 10.3 L'evolvente e le applicazioni agli ingranaggi
- 377 10.4 Ruote dentate modulari: definizioni e cenni sul taglio
- 379 10.5 Ruote modulari e correzione di taglio
- 382 10.6 Ingranamento
10.6.1 Ruote normali, p. 383 – 10.6.2 Calcolo dello spessore del dente e del
vano, p. 384 – 10.6.3 Ingranamento ruote con correzione di taglio e calcolo
del gioco, p. 386
- 389 10.7 Interferenza nelle ruote a denti dritti
- 392 10.8 Continuità del moto: rapporto di condotta
- 397 10.9 Ruote dentate elicoidali
- 404 10.10 Forze scambiate tra ruote dentate cilindriche
- 406 10.11 Strisciamenti, velocità relative e forze d'attrito
- 411 10.12 Ruote coniche (cenni)
- 414 10.13 Ruote ad assi sghembi, ingranaggi a vite (cenni)
10.13.1 Ingranaggi a vite (Worm gear), p. 415
- 418 10.14 Ruote spiro-coniche e ipoidali (cenni)
10.14.1 Ingranaggi spiro conici, p. 418 – 10.14.2 Ingranaggi ipoidi, p. 420 –
10.14.3 Ingranaggi piano conici, p. 422
- 423 *Esercizi*

425 Capitolo undicesimo • Trasmissioni di potenza

- 425 11.1 Introduzione
- 428 11.2 Trasmissioni a ingranaggi: rotismi
11.2.1 Rotismi ordinari, p. 428 – 11.2.2 Rotismi epicicloidali, p. 436 –

- 11.2.3 Rotismi complessi, p. 440 – 11.2.4 Rendimenti delle trasmissioni a ingranaggi, p. 449 – 11.2.5 Esempi applicativi, p. 457
- 467 11.3 Cinghie di trasmissione
11.3.1 Cinghie piatte: principi di funzionamento, p. 470
- 476 11.4 Catene
- 479 11.5 Giunti meccanici
11.5.1 Giunto di Cardano (Hooke joint o Universal joint), p. 481 – 11.5.2 Giunti omocinetici, p. 484
- 486 *Esercizi*
- 489 **Capitolo dodicesimo • Meccanismi per il moto vario**
- 489 12.1 Introduzione
- 492 12.2 Leggi di moto
12.2.1 Legge di moto ad accelerazione costante, p. 493 – 12.2.2 Legge di moto cicloidale, p. 495 – 12.2.3 Altre leggi di moto, p. 497
- 498 12.3 Sistemi articolati
12.3.1 Generalità, p. 498 – 12.3.2 Generazione di moti alternativi, p. 500 – 12.3.3 Generazione di moti di traslazione e rettilinei, p. 500 – 12.3.4 Meccanismi a alto guadagno meccanico, p. 502 – 12.3.5 Considerazioni conclusive sui sistemi articolati, p. 505
- 506 12.4 Meccanismi a camma
12.4.1 Descrizione tipologica, p. 506 – 12.4.2 Descrizione funzionale, p. 509 – 12.4.3 Meccanismo equivalente, p. 512 – 12.4.4 Equazioni del profilo di una camma a cedente piano, p. 515 – 12.4.5 Esempio di progetto funzionale di un meccanismo a camma, p. 516
- 527 12.5 Meccanismi unidirezionali
- 529 12.6 Meccanismi per moto intermittente
12.6.1 Generalità, p. 529 – 12.6.2 Analisi cinematica del meccanismo a ruota di Ginevra, p. 532
- 536 *Esercizi*
- 537 **Capitolo tredicesimo • Altri meccanismi e trasmissioni a fluido**
- 538 13.1 Altri meccanismi
13.1.1 Variatori di velocità, p. 538 – 13.1.2 Innesti, p. 541 – 13.1.3 Freni, p. 550 – 13.1.4 Funi e paranchi, p. 557
- 563 13.2 Trasmissioni a fluido
13.2.1 Pompe, p. 565 – 13.2.2 Motori - Attuatori, p. 568 – 13.2.3 Valvole, p. 568 – 13.2.4 Valvole proporzionali, p. 570 – 13.2.5 Altri componenti di trasmissioni a fluido, p. 576 – 13.2.6 Esempi di circuiti oleodinamici, p. 577
- 580 *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 meccatronici – 14.2.10 Sistemi autonomi o semi autonomi – 14.2.11 Meccanica e meccatronica
- 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
- 583 **Appendice A • Richiami di geometria, algebra e calcolo numerico**
- 583 A.1 Vettori
- 586 A.2 Numeri complessi e vettori rotanti (fasori)
- 588 A.3 Matrici e sistemi lineari
 A.3.1 Matrici, p. 588 – A.3.2 Sistemi lineari, p. 589 – A.3.3 Autovalori e autovettori di una matrice, p. 591
- 592 A.4 Equazioni non-lineari
- 593 A.5 Equazioni differenziali
- 595 A.6 Metodi numerici
 A.6.1 Sistemi di equazioni lineari, p. 597 – A.6.2 Sistemi di equazioni non-lineari, p. 599 – A.6.3 Equazioni differenziali, p. 601 – A.6.4 Strumenti software di calcolo numerico, p. 606
- 606 A.7 Proprietà differenziali delle curve piane
- 611 **Appendice B • Fondamenti di cinematica del punto e del corpo rigido**
- 611 B.1 Sistemi di riferimento
- 614 B.2 Cinematica del punto
- 616 B.3 Cinematica del corpo rigido
 B.3.1 Velocità, p. 616 – B.3.2 Accelerazione, p. 619
- 619 B.4 Moti relativi in generale
- 620 B.5 Alcune proprietà dei moti rigidi
 B.5.1 Caratterizzazione degli spostamenti finiti (Teoremi di Chasles e Eulero), p. 620 – B.5.2 Atti di moto e centro di istantanea rotazione, p. 622
- 625 **Appendice C • Equilibrio dei corpi**
- 625 C.1 Forze e momenti
- 629 C.2 Equazioni di equilibrio
- 630 C.3 Principio dei lavori virtuali
- 631 C.4 Casi particolari di equilibrio

633 Appendice D • Geometria delle masse e dinamica del corpo rigido

- 633 D.1 Introduzione
- 633 D.2 Geometria delle masse
 - D.2.1 Massa e densità, p. 633 – D.2.2 Baricentro, p. 634 – D.2.3 Momenti d'inerzia, p. 638
- 647 D.3 Dinamica del punto materiale
 - D.3.1 Quantità di moto, p. 647 – D.3.2 Momento della quantità di moto, p. 647 – D.3.3 Energia cinetica, p. 648 – D.3.4 Energia potenziale, campi conservativi e principio di conservazione dell'energia, p. 649
- 651 D.4 Richiami della dinamica di sistemi di particelle
- 653 D.5 Equazioni di Eulero
 - D.5.1 Corpo rigido in rotazione pura, p. 653 – D.5.2 Corpo rigido in rototraslazione, p. 656 – D.5.3 Casi notevoli, p. 658 – D.5.4 Effetto giroscopico, p. 661
- 665 D.6 Energia cinetica del corpo rigido
 - D.6.1 Caso: \mathbf{A} fisso ($\equiv \mathbf{0}$), p. 665 – D.6.2 Caso: $\mathbf{A} \equiv \mathbf{G}$, p. 665 – D.6.3 Caso di moto piano, teorema di Huygens (piano x, y di simmetria), p. 665
- 666 D.7 Equazioni di Lagrange
 - D.7.1 Lavoro ed energia, p. 666 – D.7.2 Principio di D'Alembert e principio dei lavori virtuali, p. 668 – D.7.3 Equazioni di Lagrange, p. 668 – D.7.4 Equazioni di Lagrange per sistemi lineari, p. 670

- 673 *Riferimenti bibliografici*
- 675 *Indice analitico*