

Informazioni generali

- Anno di corso: 3
- Semestre: 2
- CFU: 6

Docente responsabile

[Matteo RUSSO](#)

Obiettivi formativi

Il corso si prefigge di insegnare agli studenti le conoscenze e gli strumenti necessari per identificare, modellare, analizzare e progettare sistemi meccanici multi-corpo. Particolare attenzione è posta sulla cinematica e dinamica di meccanismi planari e fondamentali organi di trasmissione, come ruote dentate, freni, e cinghie.

Programma del corso

1. Struttura e classificazione dei sistemi meccanici
 - 1.1. Definizioni: macchine, meccanismi, membri e giunti
 - 1.2. Vincoli planari e spaziali
 - 1.2.1. Coppie rotoidali
 - 1.2.1.1. Giunto di Cardano
 - 1.2.2. Coppie prismatiche
 - 1.2.3. Coppie cilindriche
 - 1.2.4. Coppie elicoidali
 - 1.2.5. Coppie sferiche
 2. Modellazione cinematica
 - 2.1. Catene cinematiche
 - 2.1.1. Catene chiuse
 - 2.1.2. Catene aperte
 - 2.2. Meccanismi planari e spaziali
 - 2.3. Analisi della mobilità
 - 2.3.1. Formula di Grubler-Kutzbach
 - 2.3.2. Vincoli ridondanti
 - 2.4. Esempi
 - 2.4.1. Esempi di meccanismi ad un grado di libertà
 - 2.4.2. Esempi di meccanismi con due o più gradi di libertà
 3. Analisi cinematica di meccanismi: fondamenti
 - 3.1. Sistemi di riferimento

- 3.2. Posizione
 - 3.2.1. Molteplicità di soluzioni
- 3.3. Velocità
 - 3.3.1. Moti istantanei
 - 3.3.2. Traslazione
 - 3.3.3. Rotazione
 - 3.3.3.1. Asse e centro di istantanea rotazione
 - 3.3.3.2. Polari del moto
 - 3.3.4. Singularità e configurazioni di punto morto
 - 3.3.5. Rapporto di trasmissione
- 3.4. Accelerazione
 - 3.4.1. Accelerazione normale e tangenziale
 - 3.4.2. Coriolis
- 4. Analisi cinematica di meccanismi: metodo diretto
 - 4.1. Moti relativi
 - 4.2. Posizione, velocità ed accelerazione
 - 4.3. Analisi di punti generici
 - 4.4. Esempi
 - 4.4.1. Quadrilatero articolato
 - 4.4.1.1. Regola di Grashof
 - 4.4.2. Manovellismo di spinta
 - 4.4.2.1. Eccentricità
- 5. Analisi cinematica di meccanismi: equazioni di chiusura
 - 5.1. Configurazioni di chiusura
 - 5.2. Posizione, velocità ed accelerazione
 - 5.3. Analisi di punti generici
 - 5.4. Esempi
 - 5.4.1. Parallelogramma
 - 5.4.2. Glifo oscillante (ritorno rapido, croce di malta)
- 6. Analisi cinematica di meccanismi: metodi grafici
 - 6.1. Centri di istantanea rotazione
 - 6.1.1. Coppie rotoidali
 - 6.1.2. Coppie prismatiche
 - 6.2. Teorema di Aronhold-Kennedy
 - 6.3. Esempi
 - 6.3.1. Quadrilatero articolato
 - 6.3.2. Scott-Russell e glifo a croce (giunto di Oldham)
- 7. Meccanica del corpo rigido ed azioni dissipative
 - 7.1. Forze interne ed esterne
 - 7.2. Momenti
 - 7.3. Riduzione di un sistema
 - 7.3.1. Forza e momento risultante
 - 7.4. Condizioni d'equilibrio
 - 7.4.1. Relazioni geometriche
 - 7.4.1.1. Due forze
 - 7.4.1.2. Tre forze

- 7.4.1.3. Quattro o più forze
- 7.5. Attrito
 - 7.5.1. Attrito statico e cinetico
 - 7.5.2. Coefficiente d'attrito
 - 7.5.3. Cono d'attrito
 - 7.5.4. Modello di Coulomb
 - 7.5.5. Lubrificazione
 - 7.5.6. Rotolamento
 - 7.5.6.1. Teoria di Hertz
 - 7.5.6.2. Attrito volvente
 - 7.5.7. Usura
 - 7.5.7.1. Usura adesiva ed abrasiva
 - 7.5.7.2. Materiale asportato
 - 7.5.7.3. Ipotesi di Reye
- 7.6. Esempi
 - 7.6.1. Cuneo-cardine
- 8. Fondamenti di statica dei meccanismi
 - 8.1. Efficienza
 - 8.1.1. Membri in ingresso ed uscita, motori ed utilizzatori
 - 8.1.2. Bilancio dell'energia
 - 8.1.3. Moto diretto e retrogrado
 - 8.1.4. Rendimento
 - 8.1.4.1. Sistemi in serie e parallelo
 - 8.2. Analisi delle coppie
 - 8.2.1. Coppia rotoidale
 - 8.2.1.1. Reazioni vincolari
 - 8.2.1.2. Circolo d'attrito
 - 8.2.1.3. Momento d'attrito
 - 8.2.1.4. Equilibrio
 - 8.2.1.5. Rendimento
 - 8.2.2. Coppia prismatica
 - 8.2.2.1. Contatto
 - 8.2.2.2. Reazioni vincolari
 - 8.2.2.3. Equilibrio
 - 8.2.2.4. Impuntamento
- 9. Analisi statica di meccanismi
 - 9.1. Diagrammi di corpo libero
 - 9.2. Risoluzione diretta
 - 9.3. Risoluzione energetica
 - 9.4. Risoluzione grafica
 - 9.5. Esempi
 - 9.5.1. Quadrilatero articolato
- 10. Ruote dentate
 - 10.1. Rapporto di trasmissione ed efficienza
 - 10.2. Ruote a frizione
 - 10.3. Profili coniugati

- 10.3.1. Inviluppo
- 10.4. Ruote cilindriche a denti dritti
 - 10.4.1. Generazione del profilo
 - 10.4.2. Parametri geometrici
 - 10.4.3. Circonferenza primitiva
 - 10.4.4. Circonferenza di base
 - 10.4.5. Angolo di pressione
 - 10.4.6. Trasmissione delle forze
- 10.5. Ruote a denti elicoidali
 - 10.5.1. Forze assiali
- 10.6. Dentiera
- 10.7. Ruote coniche
- 11. Rotismi
 - 11.1. Definizioni
 - 11.2. Caratteristiche
 - 11.3. Rapporto di trasmissione
 - 11.4. Esempi
 - 11.4.1. Rotismi epicicloidali e formula di Willis
- 12. Camme
 - 12.1. Definizioni e tipologie
 - 12.2. Caratteristiche
 - 12.3. Legge di moto
 - 12.4. Tracciamento dei profili
 - 12.5. Meccanismo equivalente
 - 12.6. Angolo di pressione
 - 12.7. Analisi cinetostatica
- 13. Organi flessibili
 - 13.1. Definizioni e tipologie
 - 13.2. Rigidezza flessionale
 - 13.3. Angoli di aderenza e slittamento
 - 13.4. Equazione di Eulero-Eytelwein
 - 13.5. Esempi
 - 13.5.1. Puleggia fissa
 - 13.5.2. Puleggia mobile
 - 13.5.3. Paranco
 - 13.5.4. Freno a nastro
- 14. Analisi dinamica di meccanismi
 - 14.1. Forze d'inerzia
 - 14.2. Momento d'inerzia ridotto
 - 14.3. Bilanciamento di meccanismi
 - 14.4. Esempi
 - 14.4.1. Manovellismo di spinta centrato
 - 14.4.2. Volano

Eventuali propedeuticità

Lo studente deve aver già frequentato preferibilmente i corsi di base di analisi matematica, di geometria e di fisica. Sono richiesti fondamenti di programmazione e la comprensione della meccanica del corpo rigido.

Testi di riferimento

- J. J. Uicker, G. R. Pennock, J. E. Shigley, Theory of Machines and Mechanisms, Oxford University Press, Oxford.
- C. Lopez-Cajùn, M. Ceccarelli, Mecanismos, Trillas, Città del Messico.
- G. Scotto Lavina, Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine, Edizioni Efesto.
- Appunti e articoli a cura del docente

Modalità d'esame

L'esame comprende una prova scritta ed una prova orale.

Nella prova scritta vengono proposti tre esercizi con problemi di carattere pratico. Nel primo viene richiesta l'analisi cinematica di un meccanismo, caratterizzandone numericamente la posizione, velocità ed accelerazione. Il secondo tratta l'analisi statica di un meccanismo. Il terzo esercizio si riferisce a sistemi con ruote dentate, camme o trasmissioni a cinghia. Lo studente dovrà dimostrare la sua comprensione della schematizzazione del problema, descrivere i passaggi logici per la sua soluzione, ed effettuare i calcoli necessari per ottenere un risultato numerico (con un'approssimazione ragionevole e che rientri nei valori tipici dei parametri di funzionamento del meccanismo). Ogni esercizio contribuisce a 10/30 del voto nella prova scritta. Per poter accedere alla prova orale è necessario conseguire almeno una valutazione di 18/30 sulla prova scritta.

La prova orale consiste in un colloquio nel quale lo studente dovrà discutere in maniera critica il funzionamento delle macchine e dei meccanismi. Nella prova orale verrà verificata la comprensione dello studente delle soluzioni progettuali sia da un punto di vista teorico che realizzativo. Lo studente dovrà anche discutere dell'effetto dei parametri di progetto sulle prestazioni del sistema meccanico. Il voto della prova orale sarà determinato dal grado di conoscenza (50%) e dalla capacità espressiva e di giudizio autonomo (50%) dimostrate dallo studente.

Il voto finale è determinato dalla media dei giudizi della prova scritta e della prova orale.