

Struttura cinematica dei sistemi meccanici

Classificazione delle coppie cinematiche e relativi gradi di libertà, Coppie inferiori, Coppie superiori, Coppie in chiusura di forma e di forza, Catene cinematiche e meccanismi, La rappresentazione classica di catene cinematiche e meccanismi, Cenni sull'analisi ed alla sintesi topologica dei meccanismi, Formule topologiche per il calcolo dei g. d. l., Meccanismi articolati.

Geometria dei sistemi vincolati

Introduzione ai metodi grafici, Scale di rappresentazione, Approccio geometrico classico al problema della configurazione iniziale, Manovellismo, La regola del Grashof per il quadrilatero articolato piano, Parallelogramma ed anti-parallelogramma articolato, Romboide articolato (facoltativo), Metodi analitici per la determinazione della configurazione iniziale (facoltativo), Metodi numerici per la determinazione della configurazione generica di un meccanismo, Coordinate dipendenti ed indipendenti, Soluzione del problema della configurazione iniziale mediante il metodo numerico di Newton-Raphson, Applicazione del teorema del Dini al calcolo dei gradi di libertà: forme critiche permanenti ed istantanee, Forme critiche istantanee, Forme critiche permanenti, Metodo grafico per la determinazione della configurazione di un quadrilatero articolato avendo assegnato l'angolo di manovella e la lunghezza delle aste, Metodo numerico per la determinazione della configurazione di un quadrilatero articolato avendo assegnato l'angolo di manovella e la lunghezza delle aste, Tecnografo, Pantografo, Uso del glifo oscillante, Inversore di Hart, Inversore di Peaucellier.

Geometria delle masse

Si considera tale argomento propedeutico al corso per cui si consiglia l'allievo di ripassare i seguenti argomenti. Momenti statici o del primo ordine, Momenti d'inerzia o del secondo ordine, Teorema di Huygens-Steiner, Assi e momenti principali d'inerzia. Inoltre si consiglia lo studio (facoltativo) della formulazione analitica basata su matrici e vettori.

Introduzione all'analisi cinematica dei sistemi piani

Richiami di cinematica dell'elemento, Richiami di cinematica del corpo rigido, Atto di moto per un sistema piano e polari del primo ordine, Formula fondamentale della cinematica, Centro delle velocità, Le polari del primo ordine, Campo delle accelerazioni, La circonferenza dei flessi, Curvatura delle traiettorie, La circonferenza di stazionarietà, Richiami sul teorema dei moti relativi, Vento apparente in una barca a vela con andatura di bolina e di lasco (facoltativo), Teorema di Aronhold-Kennedy, Metodi grafici di analisi cinematica, Metodo grafico basato sui diagrammi polari, Diagrammi polari basati sulle formule fondamentali della cinematica, Diagrammi polari basati sul teorema dei moti relativi, Determinazione grafica di K , nota F , Metodo dei poli, Determinazione grafica del centro di curvatura della traiettoria di un punto M del piano mobile, noti i centri di curvatura delle polari del primo ordine, Determinazione grafica delle polari del primo ordine, Analisi cinematica di meccanismi articolati, Analisi cinematica di meccanismi aventi coppie superiori, Metodi di costruzione di profili coniugati, Il metodo dell'involuppo, Il metodo delle normali, Il metodo dell'epiciclo per traiettoria di punto, Il metodo dell'epiciclo per involuppo di curva ausiliaria, Profili di assortimento, Giustificazione dei meccanismi equivalenti con il metodo dell'epiciclo per traiettoria di punto, Centro di curvatura della traiettoria di un punto, Analisi cinematica col metodo delle equazioni di vincolo, Caso generale di sistema con vincoli reonomi o dipendenti dal tempo Analisi cinematica di leve striscianti, Analisi

cinematica di leve rotolanti (facoltativo), Analisi cinematica di un quadrilatero articolato con metodo numerico basato sulle equazioni di vincolo, Equazione parametrica dell'evolvente, Equazione parametrica della cicloide.

Richiami di Statica

Equazioni cardinali della Statica, Casi elementari di equilibrio, Corpo soggetto soltanto a due forze, Corpo soggetto soltanto a tre forze, Esempi, Corpo soggetto soltanto a quattro forze nel piano, Il principio di disgregazione, Sistemi di forze equivalenti, Il principio dei lavori virtuali, Statica del manovellismo di spinta, Statica del quadrilatero articolato, Equilibrio statico di meccanismi ad un grado di libertà.

Dinamica dei meccanismi piani

Classificazioni delle azioni dinamiche, Forze esterne ed interne, Forze motrici e resistenti, Forze attive e vincolari, Richiami sulla dinamica dell'elemento, Il principio di d'Alembert, Applicazione del principio di d'Alembert a sistemi di masse localizzate, Richiami sulla dinamica del corpo rigido, Equazione del moto di un corpo traslante, Equazioni del moto di un corpo rotante attorno ad un asse, Sistema di forze equivalente, Corpo animato da generico moto piano, Equazioni cardinali nello spazio, Dinamica di sistemi mediante il PLV, Problemi dinamici diretto ed indiretto, Applicazione del PLV, Meccanismo scotch-yoke, Paranco di sollevamento, Dinamica del quadrilatero articolato, Dinamica del manovellismo di spinta, Cinematica di un manovellismo di spinta (facoltativo), Disamina delle principali azioni dinamiche (facoltativo), Bilanciamento statico e dinamico dei rotori, Il bilanciamento statico del manovellismo di spinta. Esempi di problemi dinamici diretto od inverso.

Cenni di dinamica analitica

Analisi dinamica col metodo dei moltiplicatori di Lagrange, Il ruolo delle reazioni nel metodo dei moltiplicatori di Lagrange, Impostazione del problema dinamico, Integrazione delle equazioni con uso delle condizioni iniziali, Approccio basato sulla minimizzazione delle equazioni di vincolo, Approccio basato sul metodo del partizionamento delle coordinate, Equazioni di Lagrange con vincoli sulle coordinate, Moltiplicatori di Lagrange e reazioni vincolari, Principi di *d'Alembert-Lagrange* generalizzati (facoltativo).

Attrito ed usura

Elementi di meccanica delle superfici, Superfici ideali e superfici reali, Contatto tra due superfici reali, Tensioni e deformazioni nei contatti tra superfici, Le Formule di Hertz, Tipologia dei fenomeni dissipativi, Tipologie di attrito, Tipologie di usura, Modelli per il calcolo delle forze dissipative tangenziali nei contatti diretti, Determinazione del coefficiente di attrito radente in regime di usura adesiva, Determinazione sperimentale delle caratteristiche tribologiche di una coppia di materiali, Modelli per il calcolo dell'usura, Modelli per il caso di usura prevalentemente abrasiva, Attrito nella coppia rotoidale, Coppia rotoidale spingente asciutta, Coppia rotoidale portante. Circonferenza di attrito, Classificazione dell'attrito in base al moto relativo tra i corpi a contatto, Attrito volvente dovuto all'isteresi dei materiali. Parametro di attrito volvente, Ruota motrice senza carico tangenziale. Prima definizione del coefficiente di attrito volvente per isteresi dei materiali, Ruota trainata: ulteriore definizione del coefficiente di attrito volvente per isteresi dei materiali, Ruota motrice trainante, Ruota trainata e frenata, Attrito volvente dovuto ad urti, Cuscinetti volventi,

Circonferenza d'attrito per i cuscinetti volventi portanti, Calcolo statico ed a fatica.

Elementi di Teoria della Lubrificazione

La viscosità nei fluidi lubrificanti, Altre caratteristiche degli oli lubrificanti, Additivi per oli lubrificanti, Classificazione dei tipi di lubrificazione, Attrito mediato nella coppia piana lubrificata, Espressione della portata di un fluido in un meato, Coppia rotoidale spingente, Lubrificazione idrostatica con portata o pressione di immissione costante, Circuiti con compensazione idrostatica, Lubrificazione idrodinamica: necessità di un meato a spessore variabile, Meato ad altezza costante, Meato ad altezza costante a tratti: cuscinetto a gradino, La lubrificazione idrodinamica in un meato a spessore variabile, Meato a spessore variabile linearmente, Effetto delle fuoriuscite laterali, Cuscinetti *Kingsbury-Michell*, Coppia rotoidale portante lubrificata, Cuscinetto completo, Semicuscinetto, Significato geometrico dell'angolo di *attrito mediato* nella coppia rotoidale portante lubrificata, Problema inverso. Pattino piano lubrificato, Problema diretto. Cuscinetti Michell con pattini auto-orientabili, Problema diretto. Cuscinetto Michell con pattini ad orientamento fisso (facoltativo).

Lavoro ed energia

Energia cinetica, Variazione dell'energia cinetica, Energia potenziale, Conservazione dell'energia meccanica, Bilancio energetico e rendimento, Rendimenti istantaneo e medio, Rendimento del moto retrogrado, Altre espressioni del rendimento, Rendimento dei meccanismi, Riduzione di forze e coppie, Riduzione delle masse, Riduzione delle masse di un manovellismo, Riduzione delle rigidità, Volano, Rendimento del piano inclinato, Asta scorrevole tra collari, Rendimento del cuneo-cardine, Rendimento della coppia rotoidale, Rendimento della coppia elicoidale, Statica del meccanismo cuneo-cardine.

Ruote dentate

Trasmissione mediante coppie superiori, Leve con rapporto di trasmissione costante, Ruote di frizione, Tipologie di ingranaggi, Nomenclatura delle ruote dentate, Profili ad evolvente, Linea d'ingranamento e retta d'azione, Disegno del profilo ad evolvente, Spessore del dente, Calcolo dello strisciamento tra i denti, Strisciamenti specifici, Il fenomeno dell'interferenza, Metodi per ovviare all'interferenza, Coppia rocchetto-dentiera ad evolvente, Cenni sul taglio delle ruote dentate, Ruote elicoidali per assi paralleli, caratteristiche dei denti sui piani normale e frontale, Trasmissione da rotazione a traslazione mediante ingranaggi, Rendimento coppia di ingranaggi con profili ad evolvente, Coppia vite senza fine-ruota elicoidale.

Giunti di trasmissione

Analisi della struttura cinematica, Giunti omocineticici, Il teorema di Myard, Giunto di Oldham, moti cardanici, Il giunto di Cardano ed il doppio giunto cardanico, Il giunto Tracta, Giunti a sfera Rzeppa e Weiss, Giunto Tripode.

Meccanismi a camma

Classificazione dei meccanismi a camma, Classificazione per tipo di moto assoluto del cedente, Classificazione per tipologia del contatto tra movente e cedente, Classificazione per tipologia del moto assoluto del movente e del cedente, Classificazione per combinazione di successione di fasi di funzionamento, Classificazione per modalità di contatto tra i membri, Eccentrici conici o sferici, Punterie, Sagomatura di una camma: metodo grafico, Punteria a rullo centrata, Punteria a piattello centrata, Punteria a rullo deviata, Profili di moto standard, Profilo a velocità costante, Profilo ad accelerazione

costante (parabolico), Profilo armonico, Profilo cicloidale, Profili polinomiali.

Freni

Il problema della frenatura, Ipotesi del Reye, Determinazione della forza frenante, Innessi meccanici a frizione, Innessi a frizione a cono, Freno a pattino con accostamento rigido, Freno a pattino con accostamento libero. Impuntamento e parzializzazione. Freno a ceppi esterni ad accostamento rigido.

Flessibili

Organi di sollevamento, Paranchi, Paranco di Witt, Trasmissioni a cinghia, Catene a rulli, Analisi statica delle forze. Paranco differenziale (facoltativo)

Introduzione allo studio delle vibrazioni meccaniche

Concetti e definizioni preliminari. Vibrazioni libere dei sistemi lineari ad un grado di libertà. Equazione del moto: deduzione Newtoniana e con criterio energetico. Studio delle oscillazioni libere non smorzate tramite il metodo dei numeri complessi. Metodo del Rayleigh. Vibrazioni libere smorzate dei sistemi lineari ad un grado di libertà. Smorzamento viscoso, Decremento logaritmico. Vibrazioni forzate dei sistemi lineari ad un grado di libertà. Risonanza ed amplificazione dinamica, Applicazioni tecniche (facoltativo). Vibrazioni forzate e smorzate dei sistemi lineari ad un grado di libertà, procedimento analitico, vettoriale e basato sui numeri complessi, coefficiente di amplificazione dinamica e fase, Influenza del rapporto n , regioni quasi-statica, di risonanza e sismografica. Isolamento dalle vibrazioni. Coefficiente di trasmissibilità. Introduzioni ai sistemi con più gradi di deformabilità.

Vibrazioni flessionali e pulsazioni torsionali

Vibrazioni flessionali. Autocentrimento di un albero rotante con un volano calettato in mezzzeria. Pulsazioni torsionali, pendolo torsionale, albero libero con due volani agli estremi. Cenni introduttivi sulle vibrazioni di sistemi a parametri concentrati con più di un grado di libertà.

Esercitazioni

Metodi di integrazione numerica, formula di Bezout e di Cavalieri Simpson. Es. n. 1, dinamica di una massa localizzata. Es. n. 2. Analisi delle configurazioni di un quadrilatero articolato; scelta delle coordinate lagrangiane, soluzione mediante l'applicazione del metodo di Newton-Raphson. Es. n. 3. Polari del primo ordine. Analisi delle velocità mediante diagrammi polari. Es. n. 4. Analisi del secondo ordine, analisi delle accelerazioni, tracciamento delle circonferenze dei flessi e di stazionarietà, metodo dei poli e dei diagrammi polari. Es. n. 5. Teorema dei moti relativi, analisi cinematica della guida di Fairbairn e di un meccanismo a camma. Es. n. 6. Applicazioni del TLV e delle equazioni cardinali della statica a vari meccanismi. Es. n. 7. Lubrificazione idrodinamica. Es. n. 8. Calcolo approssimato del rendimento meccanico di vari meccanismi. Es. n. 9. Analisi cinematica di sistemi con polari costituite da rette o circonferenze (evolvente e cicloide). Es. n. 10 Problema dinamico inverso, analisi dinamica di una camma con cedente a rullo, metodo del free body e applicazione del TLV. Es. n. 11. Geometria delle ruote dentate. Es. n. 12. Oscillatore libero smorzato, problema dinamico diretto. Es. n. 13. Analisi cinematica del quadrilatero articolato col metodo delle equazioni di vincolo. Es. n. 14. Analisi dinamica col metodo dei moltiplicatori del Lagrange.

Esercizi riepilogativi (consigliato)