

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

Docente: Massimo GUIGGIANI

FINALITÀ DEL CORSO

Fornire la capacità, anche utilizzando le conoscenze di base acquisite nei corsi precedenti, di comprendere il funzionamento di meccanismi e macchine, con particolare riferimento agli aspetti cinematici e dinamici.

OBIETTIVI DEL CORSO

La meccanica applicata alle macchine è uno degli esami dell'ingegneria meccanica in cui si opera il collegamento fra le conoscenze di base e quelle applicate.

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze fondamentali per comprendere il funzionamento di meccanismi e macchine. Gli allievi dovranno quindi familiarizzare con i meccanismi di impiego più comune, con i principali tipi di trasmissione mediante ruote dentate e cinghie e con la meccanica delle vibrazioni, oltre a conoscere come progettare un accoppiamento lubrificato.

METODOLOGIA

Gli argomenti in programma saranno trattati con lezioni riguardanti gli aspetti generali, intervallate da esercitazioni in cui verranno svolti numerosi esempi applicativi.

PRE-REQUISITI

Dai corsi di Matematica:

Trigonometria; limiti notevoli, derivazione e integrazione di funzioni; sviluppo in serie di Taylor; equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti; derivate parziali; derivazione di funzioni implicite; matrici e vettori, sistemi lineari; sistemi di riferimento; autovalori e autovettori; matrici di rotazione; equazioni parametriche di curve; coniche e quadriche.

Dai corsi di Fisica:

Cinematica e dinamica del punto materiale. Energia e quantità di moto. Moti relativi. Baricentri e momenti d'inerzia. Cinematica e dinamica del corpo rigido in moto piano. Equazioni cardinali. Equazioni di Lagrange. Elementi di base della meccanica dei fluidi.

COMPETENZE MINIME RICHIESTE PER IL SUPERAMENTO DELL'ESAME

Saper individuare da disegni e schemi di meccanismi le più comuni coppie cinematiche e saper valutare i gradi di libertà dei meccanismi stessi.

Saper valutare le forze scambiate fra elementi a contatto in presenza di attrito sia nel caso statico che dinamico con strisciamento o rotolamento.

Saper calcolare il rendimento di semplici meccanismi.

Saper verificare le condizioni di corretto funzionamento di accoppiamenti lubrificati avendo acquisito i principi fisici su cui si basa il sostentamento fluidodinamico. Saper scegliere il tipo di cuscinetto più adatto per date condizioni di funzionamento.

Saper applicare le relazioni fra velocità ed accelerazioni di punti corpi rigidi.

Saper determinare il segmento di contatto fra due ruote dentate ed il numero di denti in presa; saper determinare il numero di denti di un ingranaggio avendo acquisito i concetti base della condizione di non interferenza; saper determinare il rapporto di trasmissione di un rotismo ordinario e di un rotismo epicicloidale; saper determinare gli sforzi trasmessi fra i denti di ruote dentate cilindriche a denti diritti ed elicoidali.

Saper impostare e risolvere le equazioni del moto di sistemi vibranti liberi e forzati ad uno e due gradi di libertà (moti periodici e aperiodici, modi propri, condizioni di risonanza).

Saper impostare e risolvere le equazioni del moto di sistemi vibranti a più gradi di libertà.

MODALITÀ DI VERIFICA

- Prova scritta (fa parte integrante dell'esame e pertanto vale per ogni singolo appello), in cui si può consultare il libro di testo. La prova è discriminante per l'accesso alla prova orale;
- Prova orale, con domande sulla teoria e sulle applicazioni.

CONTENUTI E ARTICOLAZIONE TEMPORALE

MECCANISMI E MACCHINE

Definizioni, coppie cinematiche, gradi di libertà di meccanismi piani e meccanismi nello spazio. Condizioni di regime assoluto e periodico, rendimento, macchine in serie ed in parallelo, moto retrogrado.

(L: 2, E: 0)

ACCOPIAMENTI FRA ELEMENTI DI MACCHINE

a - CONTATTI DI STRISCIAMENTO E DI ROTOLAMENTO

Attrito di strisciamento: coefficienti d'attrito statico e cinetico, leggi coulombiane. Attrito di rotolamento: coefficiente d'attrito volvente. Usura: concetti e leggi base. Determinazione della pressione di contatto fra solidi in moto relativo. Applicazioni di ipotesi e leggi a coppie elementari e semplici meccanismi.

(L: 3, E: 2)

b - CONTATTI LUBRIFICATI

Equazioni fondamentali della meccanica dei fluidi, equazione di Reynolds, equazione di Laplace. Flusso laminare attraverso condotti. Moto turbolento. Soluzione dell'equazione di Reynolds nel caso piano ed applicazione alla coppia di spinta limitata da pareti piane. Coefficiente d'attrito: curva di Stribeck, regimi di lubrificazione. Pattino piano di dimensioni finite (fattori correttivi e diagrammi). Effetti termici. Lubrificazione per accostamento. Coppia rotoidale lubrificata: coppia di lunghezza assiale finita, diagrammi di impiego pratico. Lubrificazione delle coppie superiori. Formule applicative. Cenni alla lubrificazione fluidodinamica con lubrificanti gassosi. Lubrificazione fluidostatica: applicazioni ai cuscinetti reggispinga e portanti. Sostentamento magnetico. Scelta dei cuscinetti.

(L: 10, E: 6)

SISTEMI ARTICOLATI

Richiami delle proprietà dei moti piani. Centro delle accelerazioni, traiettorie, centro di curvatura (formula di Eulero Savary), circonferenza dei flessi. Profili coniugati, moti relativi, moti nello spazio (sferico e generale).

Quadrilatero articolato: definizioni, cenni a problemi di sintesi, parallelogrammo articolato e suoi impieghi, analisi col metodo grafico (determinazione di velocità ed accelerazione di punti della biella) ed analitico. Manovellismo di spinta: definizioni, analisi per via grafica e per via analitica. Sistemi articolati spaziali: metodologia per l'analisi cinematica. Esempio di quadrilatero articolato nello spazio: giunto Cardano.

Analisi cinetostatica: metodi analitici e grafici.

(L: 8, E: 7)

TRASMISSIONE DEL MOTO

a - MECCANISMI CON CAMME

Concetti generali, definizioni. Legge di moto del cedente; esempi di leggi elementari e complesse.

Tracciamento di una camma. Analisi cinematica di meccanismi con camme.

(L: 2, E: 2)

b - MECCANISMI CON RUOTE DENTATE

Trasmissione del moto tra alberi: generalità.

Trasmissione del moto fra assi paralleli: ruote dentate cilindriche a denti diritti (con profilo ad evolvente di cerchio), rapporto di trasmissione, linea di contatto e arco di azione, condizione di non interferenza, correzione, rendimento, ruote cilindriche a denti elicoidali.

Trasmissione del moto fra assi incidenti: ruote coniche a denti diritti e curvi, ingranaggi frontali (face gear).

Trasmissione del moto fra assi sghembi: ruote ipoidali, coppia vite-ruota elicoidale.

Rotismi ordinari : rapporto di trasmissione e cenni sui criteri di progetto.

Rotismi epicicloidali: esempi di rotismi ad 1 e 2 gradi di libertà, rendimento.

(L: 13, E: 7)

c - MECCANISMI CON ORGANI FLESSIBILI

Rigidezza degli organi flessibili (funi, catene, cinghie, nastri).

Macchine di sollevamento: pulegge fisse e mobili.

Trasmissione del moto fra due alberi: pulegge con cinghie piatte, cinghie trapezoidali e dentate, catene.

(L: 3, E: 2)

DINAMICA

a - SISTEMI CON ELEMENTI RIGIDI

Richiami di formule ed equazioni fondamentali: forze, momenti, energia cinetica. Equazioni di D'Alembert e dell'energia, problema dinamico diretto ed inverso, riduzione di forze e masse.

Equilibrio dinamico del manovellismo di spinta, forze agenti sul telaio, compensazione delle forze d'inerzia. Energia cinetica. Cenni alla dinamica del quadrilatero articolato.

Dinamica degli impianti funzionanti in regime periodico: definizione e calcolo del grado di irregolarità (metodi grafico ed analitico), volano.

Squilibrio statico e dinamico dei rotor, equilibratura.

(L: 7, E: 4)

b - SISTEMI CON ELEMENTI DEFORMABILI

Sistemi ad un grado di libertà: vibrazioni libere, vibrazioni forzate con forza eccitatrice sinusoidale, isolamento dalle vibrazioni; vibrazioni forzate con eccitazione arbitraria.

Sistemi a due gradi di libertà: vibrazioni libere, modi propri (matrici massa, rigidezza e smorzamento), vibrazioni forzate; smorzatore dinamico. Smorzamento proporzionale.

Sistemi a molti gradi di libertà.

Effetti delle vibrazioni.

(L: 12, E: 9)

Numero totale di ore in cui si sviluppano nuovi argomenti (L): 60

Numero totale di ore in cui si svolgono esemplificazioni ed esercitazioni (E): 39

Numero totale di ore: 99

TESTI DI RIFERIMENTO

- E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, "Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine", Vol. I e II, Pàtron Editore, Bologna.
- M. Guiggiani, "Generazione per Inviluppo di Ruote Dentate ad Evolvente", SEU, Pisa, 1996 (L. 2500).
- A. Doria, "Esercizi di Meccanica Applicata alle Macchine", Libreria Progetto, Padova, 2001 (L. 10000).
- P. Vigni, "Esercizi di Meccanica Applicata alle Macchine" , Edizioni ETS, Pisa.

TESTI COMPLEMENTARI

- R. Bassani, "Elementi di Tribologia", SEU, Pisa, 1993 (L. 7500).
- E. Ciulli, B. Piccigallo, "Complementi di Lubrificazione", SEU, Pisa, 1996 (L. 8000).