

FONDAMENTI DI MECCANICA TECNICA

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione (ordinamento: DM 270/04; classe: LM-32)

Docente: Prof. Raffaele Di Gregorio

Esami propedeutici

Tutti gli esami di "Analisi Matematica", "Geometria ed Algebra" e "Fisica" normalmente inclusi nei curricula delle lauree triennali in Ingegneria.

Finalità del corso

Il corso ha lo scopo di fornire gli strumenti di base per lo studio dei sistemi meccanici.

Durante il corso gli argomenti sono affrontati sia da un punto di vista teorico che da un punto di vista applicativo. In particolare, per ogni argomento sono proposti vari esercizi la cui soluzione è in parte affrontata a lezione ed in parte lasciata allo studente come strumento di autoverifica.

Programma Svolto AA2015-2016

RICHIAMI DI ALGEBRA E GEOMETRIA:

Vettore libero; Vettore applicato; Componenti di un vettore; Matrici di rotazione (definizione e proprietà); Prodotto scalare; Prodotto vettoriale; Concetto di Tensore. (Rif. [1], Capp. I e II)

CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE:

Funzioni parametriche di punti e vettori; Traiettoria; Velocità; Accelerazione; Moto piano. (Rif. [1], Cap. V)

CINEMATICA DEL CORPO RIGIDO (c.r.):

Parametri geometrici necessari a definire la postura (posizione+orientamento) di un c.r.; Velocità angolare: concetto fisico e definizione analitica; Formula di Poisson; Relazione fra le velocità di due punti di un c.r.; Invariante scalare; Vettori caratteristici del campo di velocità di un c.r.; Equivalenza e somma di campi di velocità; Asse istantaneo del moto (asse di Mozzi): definizione e determinazione; Accelerazioni: teorema di Rivals; Moti relativi;

Moto piano (m.p.): parametri geometrici necessari a definire la postura di un c.r. nel m.p., relazione fra le velocità di due punti di un c.r. nel m.p., centro di istantanea rotazione (definizione e determinazione), teorema di Rivals nel m.p., centro delle accelerazioni (definizione e determinazione). (Rif. [1], Capp. VI e VII; Rif. [3], Cap. V)

CINEMATICA DEI SISTEMI VINCOLATI:

Vincoli; Gradi di libertà; Coordinate lagrangiane; Spostamenti. (Rif. [1], Cap. VIII)

SISTEMI DI FORZE:

Concetto di forza; Momento di una forza; Risultante e momento risultante di un sistema di forze; Teorema di trasposizione dei momenti; Equivalenza fra sistemi di forze; Riduzione di un sistema di forze ad una unica forza più una unica coppia; Invariante scalare di un sistema di forze (trinomio invariante); Asse centrale di un sistema di forze: definizione e determinazione; Sistemi di forze equilibrati; Sistemi di forze piani: riduzione ad una unica forza (determinazione grafica ed analitica del risultante). (Rif. [1], Cap. III)

DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE:

Leggi della dinamica; Sistemi di riferimento assoluti e relativi; Impulso; Quantità di moto; Momento della quantità di moto; Lavoro e potenza; Energia cinetica; Teorema delle forze vive. (Rif. [1], Cap. X)

DINAMICA DEI SISTEMI DI PUNTI MATERIALI:

Baricentro; Quantità di moto; Momento della quantità di moto; Forze d'inerzia (risultante e momento risultante delle forze d'inerzia nel caso generale ed in quello del c.r. che si muove di moto piano); Equazioni del moto ed equazioni di D'Alembert; Energia cinetica: definizione, teorema di Koenig, energia cinetica di un c.r.; Principio di conservazione dell'energia (teorema delle forze vive). (Rif. [1], Capp. XI e XII)

GEOMETRIA DELLE MASSE:

Baricentro; Momento d'inerzia rispetto ad un asse; Momenti d'inerzia centrifughi; Tensore d'inerzia (proprietà); Teorema di Huyghens; Assi principali d'inerzia ed assi centrali d'inerzia; Momenti d'inerzia di solidi con geometrie semplici (Rif. [1], Cap. IV; Rif. [2]).

DINAMICA DEL CORPO RIGIDO (caso generale):

Quantità di moto; Momento della quantità di moto; Risultante delle forze d'inerzia; Risultante dei momenti delle forze d'inerzia; Equazioni di Newton-Eulero; Energia cinetica; Masse di sostituzione (caso generale e caso della biella); Modello dinamico del corpo rigido che si muove di moto piano. (Rif. [1], Capp. XI e XII; Rif. [2]; Rif. [3], Cap. 11)

DINAMICA DEI MECCANISMI:

Classificazione dei vincoli in base al modello matematico del vincolo; Reazioni vincolari: determinazione in funzione del tipo di vincolo; Formula di Grubler; Metodo del corpo libero: principio di sovrapposizione degli effetti; Principio dei lavori virtuali (PLV); Equazioni di Lagrange; Utilizzo del PLV per la soluzione dei problemi di statica dei meccanismi con un grado di libertà (gdl) (coefficienti di velocità e coefficienti di accelerazione, dualità statica-cinematica, calcolo dei coefficienti di velocità tramite i centri di istantanea rotazione); Dinamica dei meccanismi con un gdl (momento d'inerzia ridotto, equazione di Eksergian, problema dinamico diretto ed inverso); Dinamica del manovellismo di spinta (energia cinetica di una macchina alternativa, modello dinamico del manovellismo di spinta, ~~equilibrio dinamico di una macchina alternativa, compensazione delle forze d'inerzia~~). (Rif. [1], Capp. XI e XII; Rif. [2]; Rif. [3], Cap. 6 (par. 6.6) e Cap. 12)

VIBRAZIONI DI SISTEMI AD UN GDL:

Generalità: molle (caratteristica meccanica, rigidezza, rigidezza equivalente di molle in serie ed in parallelo), smorzatori (caratteristica meccanica, coefficiente di smorzamento, coefficiente di smorzamento equivalente di smorzatori in serie ed in parallelo); Vibrazioni libere; Vibrazioni forzate. (Rif. [3], Cap. 14: parr. 14.1 – 14.2 – 14.3; Rif. [2])

DINAMICA DEI ROTORI:

~~Squilibrio statico e dinamico; Equilibratura dei rotori (generalità, macchine equilibratrici supercritiche e subcritiche);~~ Velocità critiche flessionali (risposta allo squilibrio del rotore elementare (rotore di Jeffcott)). (Rif. [3], Cap. 15: parr. 15.1 – 15.2 – 15.3 (punti (a), (b) e (c)) – 15.4 – 15.5; Rif. [2])

RUOTE DENTATE:

~~Trasmissione del moto fra assi paralleli con ruote di frizione;~~ Ruote dentate cilindriche ad evolvente; ~~Misura Wildhaber;~~ Linea di contatto ed arco d' azione; Condizione di non interferenza; Cenni sul taglio delle ruote dentate; Cenni sulla Correzione delle ruote dentate; Ruote dentate cilindriche a denti elicoidali; Trasmissione del moto tra assi concorrenti con ruote coniche; Coppia vite senza fine-ruota elicoidale. (Rif. [3], Cap. 7: parr. 7.1 - 7.2 - 7.4 - 7.5 - 7.6 -7.7 - 7.8 - 7.9 - 7.10 - 7.11 - 7.12 – 7.14 (cenni) - 7.15; Rif. [2])

ROTISMI:

Rotismi ordinari; Rotismi epicicloidali; Differenziale; Rapporti fra i momenti esterni agenti su di un rotismo. ~~Cenni sul rendimento dei rotismi epicicloidali; Dimensionamento di un riduttore epicicloidale a due stadi.~~ (Rif. [3], Cap. 8; Rif. [2])

Testi di Riferimento

Tutti gli argomenti trattati a lezione sono contenuti nei seguenti testi/files a cui fanno riferimento le indicazioni riguardanti capitolo/paragrafo riportate nel programma:

[1] M.S. Mongiovì, “Appunti di Meccanica Razionale”, Ed. 2011.

[N.B.: dal sito della Prof. Maria Stella Mongiovì (<http://www.unipa.it/mongiovi/>) è possibile scaricare liberamente tre files pdf che contengono le tre parti in cui è suddiviso questo testo oppure una versione dell'intero testo riformattata per essere stampata con facilità è scaricabile, previa autenticazione, dalla sezione “Dispense (DM 270/04)” del sito del corso (<http://www.unife.it/ing/informazione/Fond-mecc-tecnica/dispense-dm-270-04/>)]

[2] File “Materiale Didattico Integrativo (fotocopie, lucidi, note su argomenti specifici)” scaricabile, previa autenticazione, dalla sezione “Dispense (DM 270/04)” del sito del corso (<http://www.unife.it/ing/informazione/Fond-mecc-tecnica/dispense-dm-270-04/>)

[3] Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – Prima Parte: Fondamenti di Meccanica delle Macchine", Ed. Patron, Bologna, Edizione del 2005.

Inoltre, nella sezione “Dispense (DM 270/04)” del sito del corso (<http://www.unife.it/ing/informazione/Fond-mecc-tecnica/dispense-dm-270-04/>) sono disponibili alcuni file che integrano i contenuti dei tre testi sopra richiamati ed una sottocartella “Testi di Approfondimento” che contiene i seguenti testi liberamente scaricabili in rete dai siti degli autori o da siti autorizzati dagli stessi:

[4] G. De Cecco, R. Vitolo, “Note di Calcolo Matriciale”, Ed. 2007

[5] G. De Cecco, R. Vitolo, “Note di Geometria ed Algebra”, Ed. 2007

[6] R. Esposito, “Appunti dalle Lezioni di Meccanica Razionale”, Ed. 1998

[7] T.R. Kane, D.A. Levinson, “Dynamics: Theory and Applications”, Ed. 1985

[8] A. Marzocchi, “Lezioni di Meccanica Razionale”, Ed. 2010

Infine, sono liberamente scaricabili in rete dai siti degli autori molti altri testi. Ad esempio, dal sito del Prof. Alberto Strumia (<http://www.albertostrumia.it/libri/didattica.html>) è possibile scaricare liberamente I singoli capitoli in formato pdf e l'indice del testo in due volumi:

[9] A. Strumia, “Meccanica Razionale”, Casa Editrice Nautilus, 2ª Ed. 1996

Altri testi sono disponibili presso le biblioteche di UNIFE, tra cui

[10] V. Franceschini, C. Vernia, “Meccanica Razionale per Ingegneria”, Ed. Pitagora, 2011

[11] T. Levi-Civita, U. Amaldi, “Lezioni di Meccanica Razionale”, Ed. Zanichelli

[12] S. Nocilla, “Lezioni di Meccanica Razionale”, Ed. Levrotto & Bella

Modalità d'Esame

In sede d' esame sarà verificata, anche tramite lo svolgimento di esercizi, la conoscenza organica degli argomenti svolti a lezione.

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione (ordinamento: DM 270/04; classe: LM-32)

Docente: Prof. Raffaele Di Gregorio

Esami propedeutici

Tutti gli esami di "Analisi Matematica", "Geometria ed Algebra" e "Fisica" normalmente inclusi nei curricula delle lauree triennali in Ingegneria + "Fondamenti di Meccanica Tecnica"

Finalità del corso

Il corso ha lo scopo di fornire gli strumenti di base per l'analisi e la sintesi dei meccanismi piani e di presentare in modo organico le principali problematiche coinvolte nello studio funzionale delle macchine.

Durante il corso gli argomenti saranno affrontati sia da un punto di vista teorico che da un punto di vista applicativo. In particolare, per ogni argomento verranno proposti vari esercizi la cui soluzione sarà in parte affrontata a lezione ed in parte lasciata allo studente come strumento di autoverifica.

Programma

LA COMPOSIZIONE DEI MECCANISMI:

Macchina e meccanismo; Coppie cinematiche; Tipi di contatto fra elementi cinematici; Gradi di libertà delle coppie cinematiche; Catena cinematica e meccanismo; Gradi di libertà di un meccanismo piano; Gradi di libertà di un meccanismo nello spazio. (Cap. 1, tutto(*))

RICHIAMI DI CINEMATICA:

Cinematica del corpo rigido; Centro di istantanea rotazione; Polari del moto; Accelerazioni; Moti relativi. (Cap. 5, tutto tranne par. 5.3 (*); Materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie)

CINEMATICA DEI MECCANISMI:

Concetto di anello e classificazione dei meccanismi (paralleli, seriali ed ibridi); Analisi cinematica (posizione, velocità ed accelerazione) per via grafica e per via analitica; Quadrilatero articolato; Manovellismo di spinta. (Cap. 6, parr. 6.1-6.2-6.3-6.4-6.5-6.6-6.7 (*); Materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie + (**))

FORZE AGENTI SULLE MACCHINE E CINETOSTATICA DELLE MACCHINE:

Classificazione delle forze (esterne o interne; attive o passive); Lavoro di attrito; Definizione di rendimento; Rendimento di macchine disposte in serie e in parallelo; Moto retrogrado. (Cap. 2, tutto (*))

Caratterizzazione statica delle coppie cinematiche (reazioni vincolari nelle coppie cinematiche passive e senza attrito, interpretazione statica della formula di Grubler); Richiami di statica; (Appunti presi a lezione, testi di meccanica razionale e materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie);

Analisi cinetostatica. (Cap. 6, par. 6.8 (*))

Attrito ed usura; Attrito nelle coppie cinematiche; Distribuzione delle pressioni di contatto (Frizioni; Freni a disco; Freni a ceppo); Cuscinetti a rotolamento; Equilibrio di un veicolo in moto rettilineo. (Cap. 3, tutto (*)); Materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie)

MECCANISMI CON CAMME:

Legge di moto del cedente; Tracciamento di una camma; Sistema articolato equivalente; Analisi cinetostatica; Angolo di pressione; Sottotaglio; Leggi di moto elementari. (dispense da scaricare dal sito del corso)

SINTESI DEI SISTEMI ARTICOLATI:

Problemi notevoli della sintesi dei meccanismi (sintesi di numero, sintesi di tipo, generazione di traiettoria, generazione di movimento, generazione di funzione). Sintesi dei sistemi articolati piani con metodi analitici (uso dei numeri complessi per la scrittura delle equazioni d'anello, sintesi del quadrilatero articolato).

Il quadrilatero articolato (q.a.) piano e le sue applicazioni: trasformazione di moto rotatorio continuo in moto rotatorio alterno (regola di Grashof, determinazione delle posizioni di regresso del membro di uscita e sua applicazione alla sintesi del q.a.); analisi statica del q. a. (angolo di pressione ed angolo di trasmissione); il parallelogramma articolato; sintesi del q.a. con metodi grafici (casi delle due e delle tre posizioni assegnate di un segmento di biella); teorema del Roberts (solo enunciato).

Uso delle polari fissa e mobile (**); tracciamento delle traiettorie, equazione di Eulero-Savary, circonferenza dei flessi e sue applicazioni (gru da porto). Uso degli atlanti di traiettorie dei punti di biella del q.a. nella sintesi dei sistemi articolati: esempi (esalateri (q.a. + diade) con una o due soste, oppure con bilanciere che esegue due oscillazioni per ogni rotazione di manovella (traiettoria a doppio lobo)). (Cap. 6 (*) + dispense da scaricare dal sito del corso + (***))

1^a Esercitazione da Riportare sul Quaderno: Sistemi articolati – Generazione di movimenti (dispensa da scaricare dal sito del corso).

2^a Esercitazione da Riportare sul Quaderno: Sistemi articolati – Generazione di funzioni (dispensa da scaricare dal sito del corso).

3ª Esercitazione da Riportare sul Quaderno: Sistemi articolati – Generazione di traiettorie per 3 punti di precisione (dispensa da scaricare dal sito del corso).

(* Le indicazioni riguardanti capitolo e paragrafo fanno riferimento al seguente testo:

Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – prima parte: fondamenti di meccanica delle macchine", Ed. Patron, Bologna, 2005.

(**) Per questi argomenti, si consiglia di consultare anche il seguente testo presente in biblioteca:

N. P. Belfiore, A. Di Benedetto, E. Pennestrì, "Fondamenti di Meccanica Applicata alle macchine", Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2005.

(***) Sulla sintesi dei meccanismi si consiglia di consultare il seguente testo che, per uso personale, è scaricabile gratuitamente, in formato PDF, dal sito (<http://ebooks.library.cornell.edu/k/kmoddl/>) :

Hartenberg R.S., Denavit J., "Kinematic Synthesis of Linkages," Mc.Graw-Hill, Inc., 1964.

Modalità d'Esame

In sede d'esame sarà valutata l'abilità nella risoluzione di problemi di analisi cinematica e statica dei meccanismi piani, la conoscenza organica degli argomenti svolti a lezione e il quaderno delle esercitazioni assegnate durante il corso integrato.

Testi di Riferimento

Quasi tutti gli argomenti trattati a lezione sono contenuti nel testo:

[1] Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – prima parte: fondamenti di meccanica delle macchine", Ed. Patron, Bologna, 2005.

oppure nel testo (in lingua inglese)

[2] Uicker, J.J., Pennock, G.R., Shigley, J.E., "Theory of Machines and Mechanisms", third edition 2003, Oxford University Press (www.oup.com), ISBN:0-19-515598-X

Per gli argomenti non contenuti nel testo [1] (o [2]), sono disponibili una raccolta di fotocopie presso il centro fotocopie e delle dispense in formato elettronico da scaricare dal sito del corso.

In biblioteca, sono altresì disponibili i seguenti testi di cui si consiglia la consultazione:

[3] N. P. Belfiore, A. Di Benedetto, E. Pennestrì, "Fondamenti di Meccanica Applicata alle macchine", Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1ª Ed. 2005 oppure 2ª Ed. 2011;

[4] A. Zanarini, "Analisi cinetostatica grafica di meccanismi piani – applicazioni per la meccanica delle macchine", Società Editrice Esculapio, 2012;

[5] Doughty, S., "Mechanics of Machines", John-Wiley & Sons, 1988;

[6] Paul, B., "Kinematics and dynamics of planar machinery", Prentice-Hall, 1979

[7] Waldrom K.J., Kinzel G.L., "Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery", John-Wiley & Sons, 1999

[8] Mabie H., Reinholtz C., "Mechanisms and dynamics of machinery," John-Wiley & Sons, 1987.

Inoltre, dal sito (<http://ebooks.library.cornell.edu/k/kmoddl/>) della Cornell University, sono scaricabili gratuitamente, per uso personale, molti testi in formato PDF tra cui i seguenti che si consiglia di scaricare:

[9] Hartenberg R.S., Denavit J., "Kinematic Synthesis of Linkages," Mc.Graw-Hill, Inc., 1964

[10] Bickford J.H., "Mechanisms for Intermittent Motion," Industrial Press, Inc, 1972

Infine, per quanto riguarda i concetti propedeutici di meccanica razionale si segnala che

- dal sito del Prof. Alberto Strumia (<http://www.albertostrumia.it/libri/didattica.html>) è possibile scaricare liberamente I singoli capitoli in formato pdf e l'indice del testo in due volumi:

[11] A. Strumia, "Meccanica Razionale", Casa Editrice Nautilus, 2ª Ed. 1996;

- dal sito della Prof. Maria Stella Mongiovì (<http://www.unipa.it/mongiovi/>) è possibile scaricare liberamente tre files pdf che contengono le tre parti in cui è suddiviso il testo:

[12] M.S. Mongiovì, "Appunti di Meccanica Razionale", Ed. 2011.

Meccanica Applicata alle Macchine – Modulo A
- CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA -
Docente: Prof. R. Di Gregorio
A.A. 2012/2013

Esami propedeutici

- Fisica generale I
- Analisi matematica
- Geometria e Algebra
- Compl. di Analisi matematica + Informatica Ind.
- Meccanica razionale

Finalità del corso

Il corso ha lo scopo di fornire gli strumenti di base per l'analisi e la sintesi dei meccanismi piani e di presentare in modo organico le principali problematiche coinvolte nello studio funzionale delle macchine.

Durante il corso gli argomenti saranno affrontati sia da un punto di vista teorico che da un punto di vista applicativo. In particolare, per ogni argomento verranno proposti vari esercizi la cui soluzione sarà in parte affrontata a lezione ed in parte lasciata allo studente come strumento di autoverifica.

Programma Definitivo

LA COMPOSIZIONE DEI MECCANISMI:

Macchina e meccanismo; Coppie cinematiche; Tipi di contatto fra elementi cinematici; Gradi di libertà delle coppie cinematiche; Catena cinematica e meccanismo; Gradi di libertà di un meccanismo piano; Gradi di libertà di un meccanismo nello spazio. (Cap. 1, tutto(*))

RICHIAMI DI CINEMATICA:

Cinematica del corpo rigido; Centro di istantanea rotazione; Polari del moto; Accelerazioni; Moti relativi. (Cap. 5, tutto tranne par. 5.3 (*); Materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie)

CINEMATICA DEI MECCANISMI:

Concetto di anello e classificazione dei meccanismi (paralleli, seriali ed ibridi); Analisi cinematica (posizione, velocità ed accelerazione) per via grafica e per via analitica; Quadrilatero articolato; Manovellismo di spinta. (Cap. 6, par. 6.1-6.2-6.3-6.4-6.5-6.6-6.7 (*); Materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie + (**))

FORZE AGENTI SULLE MACCHINE E CINETOSTATICA DELLE MACCHINE:

Classificazione delle forze (esterne o interne; attive o passive); Lavoro di attrito; Definizione di rendimento; Rendimento di macchine disposte in serie e in parallelo; Moto retrogrado. (Cap. 2, tutto (*))

Caratterizzazione statica delle coppie cinematiche (reazioni vincolari nelle coppie cinematiche passive e senza attrito, interpretazione statica della formula di Grubler); Richiami di statica; (Appunti presi a lezione, testi di meccanica razionale e materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie);

Analisi cinetostatica. (Cap. 6, par. 6.8 (*))

Attrito ed usura; Attrito nelle coppie cinematiche; Distribuzione delle pressioni di contatto (Frizioni; Freni a disco; Freni a ceppo); Cuscinetti a rotolamento; Equilibrio di un veicolo in moto rettilineo. (Cap. 3, tutto (*); Materiale didattico integrativo disponibile presso il centro fotocopie)

MECCANISMI CON CAMME:

Legge di moto del cedente; Tracciamento di una camma; Sistema articolato equivalente; Analisi cinetostatica; Angolo di pressione; Sottotaglio; Leggi di moto elementari. (dispense da scaricare dal sito del corso)

SINTESI DEI SISTEMI ARTICOLATI:

Problemi notevoli della sintesi dei meccanismi (sintesi di numero, sintesi di tipo, generazione di traiettoria, generazione di movimento, generazione di funzione). Sintesi dei sistemi articolati piani con metodi analitici (uso dei numeri complessi per la scrittura delle equazioni d'anello, sintesi del quadrilatero articolato).

Il quadrilatero articolato (q.a.) piano e le sue applicazioni: trasformazione di moto rotatorio continuo in moto rotatorio alterno (regola di Grashof, determinazione delle posizioni di regresso del membro di uscita e sua applicazione alla sintesi del q.a.); analisi statica del q. a. (angolo di pressione ed angolo di trasmissione); il parallelogramma articolato; sintesi del q.a. con metodi grafici (casi delle due e delle tre posizioni assegnate di un segmento di biella); teorema del Roberts (solo enunciato).

Uso delle polari fissa e mobile (**): tracciamento delle traiettorie, equazione di Eulero-Savary, circonferenza dei flessi e sue applicazioni (gru da porto). Uso degli atlanti di traiettorie dei punti di biella del q.a. nella sintesi dei sistemi articolati: esempi (esalateri (q.a. + diade) con una o due soste, oppure con bilanciere che esegue due oscillazioni per ogni rotazione di manovella (traiettoria a doppio lobo)). (Cap. 6 (*) + dispense da scaricare dal sito del corso + (***))

1ª Esercitazione da Riportare sul Quaderno: Sistemi articolati – Generazione di movimenti (dispensa da scaricare dal sito del corso).

2ª Esercitazione da Riportare sul Quaderno: Sistemi articolati – Generazione di funzioni (dispensa da scaricare dal sito del corso).

3ª Esercitazione da Riportare sul Quaderno: Sistemi articolati – Generazione di traiettorie per 3 punti di precisione (dispensa da scaricare dal sito del corso).

(*) Le indicazioni riguardanti capitolo e paragrafo fanno riferimento al seguente testo:

Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – prima parte: fondamenti di meccanica delle macchine", Ed. Patron, Bologna, 2005.

(**) Per questi argomenti, si consiglia di consultare anche il seguente testo presente in biblioteca:

N. P. Belfiore, A. Di Benedetto, E. Pennestrì, "Fondamenti di Meccanica Applicata alle macchine", Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 2005.

(***) Sulla sintesi dei meccanismi si consiglia di consultare il seguente testo che, per uso personale, è scaricabile gratuitamente, in formato PDF, dal sito (<http://ebooks.library.cornell.edu/k/kmoddl/>):

Hartenberg R.S., Denavit J., "Kinematic Synthesis of Linkages," Mc.Graw-Hill, Inc., 1964.

Modalità d'Esame

Gli esami dei moduli "Meccanica Applicata alle Macchine A (meccanici)" e "Meccanica Applicata alle Macchine B" sono svolti in forma integrata: un unico esame che verifica l'apprendimento dei contenuti di entrambi i moduli. In sede d'esame sarà valutata l'abilità nella risoluzione di problemi di analisi cinematica e statica dei meccanismi piani, la conoscenza organica degli argomenti svolti a lezione e il quaderno delle esercitazioni assegnate durante il corso integrato.

Testi di Riferimento

Quasi tutti gli argomenti trattati a lezione sono contenuti nel testo:

[1] Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – prima parte: fondamenti di meccanica delle macchine", Ed. Patron, Bologna, 2005.

oppure nel testo (in lingua inglese)

[2] Uicker, J.J., Pennock, G.R., Shigley, J.E., "Theory of Machines and Mechanisms", third edition 2003, Oxford University Press (www.oup.com), ISBN:0-19-515598-X

Per gli argomenti non contenuti nel testo [1] (o [2]), sono disponibili una raccolta di fotocopie presso il centro fotocopie e delle dispense in formato elettronico da scaricare dal sito del corso.

In biblioteca, sono altresì disponibili i seguenti testi di cui si consiglia la consultazione:

[3] N. P. Belfiore, A. Di Benedetto, E. Pennestrì, "Fondamenti di Meccanica Applicata alle macchine", Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1ª Ed. 2005 oppure 2ª Ed. 2011;

[4] A. Zanarini, "Analisi cinetostatica grafica di meccanismi piani – applicazioni per la meccanica delle macchine", Società Editrice Esculapio, 2012;

[5] Doughty, S., "Mechanics of Machines", John-Wiley & Sons, 1988;

[6] Paul, B., "Kinematics and dynamics of planar machinery", Prentice-Hall, 1979

[7] Waldrom K.J., Kinzel G.L., "Kinematics, Dynamics, and Design of Machinery", John-Wiley & Sons, 1999

[8] Mabie H., Reinholtz C., "Mechanisms and dynamics of machinery," John-Wiley & Sons, 1987.

Inoltre, dal sito (<http://ebooks.library.cornell.edu/k/kmoddl/>) della Cornell University, sono scaricabili gratuitamente, per uso personale, molti testi in formato PDF tra cui i seguenti che si consiglia di scaricare:

[9] Hartenberg R.S., Denavit J., "Kinematic Synthesis of Linkages," Mc.Graw-Hill, Inc., 1964

[10] Bickford J.H., "Mechanisms for Intermittent Motion," Industrial Press, Inc, 1972

Infine, per quanto riguarda i concetti propedeutici di meccanica razionale si segnala che

- dal sito del Prof. Alberto Strumia (<http://www.albetrostrumia.it/libri/didattica.html>) è possibile scaricare liberamente I singoli capitoli in formato pdf e l'indice del testo in due volumi:

[11] A. Strumia, "Meccanica Razionale", Casa Editrice Nautilus, 2ª Ed. 1996;

- dal sito della Prof. Maria Stella Mongiovì (<http://www.unipa.it/mongiovi/>) è possibile scaricare liberamente tre files pdf che contengono le tre parti in cui è suddiviso il testo:

[12] M.S. Mongiovì, "Appunti di Meccanica Razionale", Ed. 2011.

FONDAMENTI DI MECCANICA TECNICA
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione (indirizzo: Automazione)
Docente: Prof. Raffaele Di Gregorio

Finalità del corso

Il corso ha lo scopo di fornire gli strumenti di base per l'analisi cinematica e statica dei meccanismi piani. Durante il corso gli argomenti sono affrontati sia da un punto di vista teorico che da un punto di vista applicativo. In particolare, per ogni argomento sono proposti vari esercizi la cui soluzione è in parte affrontata a lezione ed in parte lasciata allo studente come strumento di autoverifica. In sede d' esame sarà verificata l' abilità nella risoluzione di problemi di analisi cinematica e statica di meccanismi piani e la conoscenza organica degli argomenti svolti a lezione.

Programma

RICHIAMI DI CALCOLO VETTORIALE:

Vettore libero; Vettore applicato; Componenti di un vettore; Prodotto scalare; Prodotto vettoriale; Funzioni parametriche di punti e vettori. (appunti forniti a lezione)

CINEMATICA DEL PUNTO MATERIALE:

Traiettoria; Velocità; Accelerazione; Moto piano. (appunti forniti a lezione)

CINEMATICA DEL CORPO RIGIDO (c.r.):

Parametri geometrici necessari a definire la postura (posizione+orientamento) di un c.r.; Velocità angolare: concetto fisico e definizione analitica; Formula di Poisson; Relazione fra le velocità di due punti di un c.r.; Invariante scalare; Vettori caratteristici del campo di velocità di un c.r.; Equivalenza e somma di campi di velocità; Asse istantaneo del moto (asse di Mozzi): definizione e determinazione; Accelerazioni: teorema di Rivals; Moti relativi; Moto piano (m.p.): parametri geometrici necessari a definire la postura di un c.r. nel m.p., relazione fra le velocità di due punti di un c.r. nel m.p., centro di istantanea rotazione (definizione e determinazione), teorema di Rivals nel m.p., centro delle accelerazioni (definizione e determinazione). (appunti forniti a lezione; Cap. V: tutto (*))

LA COMPOSIZIONE DEI MECCANISMI:

Macchina e meccanismo; Coppie cinematiche; Tipi di contatto fra elementi cinematici; Gradi di libertà delle coppie cinematiche; Catena cinematica e meccanismo; Gradi di libertà di un meccanismo piano; Gradi di libertà di un meccanismo nello spazio. (Cap. I: tutto (*))

ANALISI CINEMATICA DI MECCANISMI PIANI:

Analisi cinematica: definizioni (an. di posizione, an. di velocità, an. di accelerazione); Metodi grafici: teorema di Aronold-Kennedy ed uso dei centri di istantanea rotazione nella soluzione dell'analisi di velocità, analisi di velocità ed analisi di accelerazione per via grafica (esercizi vari); Metodi analitici: rappresentazione dei vettori nel piano tramite numeri complessi, classificazione dei meccanismi (seriali, paralleli ed ibridi), scrittura delle equazioni di chiusura (anello), sistemi con un grado di libertà (coefficienti di velocità e di accelerazione). (Cap. VI: parr. 6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 - 6.5 - 6.6 - 6.7 (*); appunti forniti a lezione)

SISTEMI DI FORZE:

Concetto di forza; Momento di una forza; Risultante e momento risultante di un sistema di forze; Teorema di trasposizione dei momenti; Equivalenza fra sistemi di forze; Riduzione di un sistema di forze ad una unica forza più una unica coppia; Invariante scalare di un sistema di forze (trinomio invariante); Asse centrale di un sistema di forze: definizione e determinazione; Sistemi di forze equilibrati; Sistemi di forze piani: riduzione ad una unica forza (determinazione grafica ed analitica del risultante). (appunti forniti a lezione)

DINAMICA DEL PUNTO MATERIALE:

Leggi della dinamica; Sistemi di riferimento assoluti e relativi; Impulso; Quantità di moto; Momento della quantità di moto; Lavoro e potenza; Energia cinetica; Teorema delle forze vive. (appunti forniti a lezione)

DINAMICA DEI SISTEMI DI PUNTI MATERIALI:

Baricentro; Quantità di moto; Momento della quantità di moto; Forze d'inerzia (risultante e momento risultante delle forze d'inerzia nel caso generale ed in quello del c.r. che si muove di moto piano); Momento d'inerzia di un c.r. rispetto ad un asse: definizione e teorema di Huyghens; Equazioni del moto ed equazioni di D'Alembert; Energia cinetica: definizione, teorema di Koenig, energia cinetica di un c.r.; Principio di conservazione dell'energia (teorema delle forze vive). (appunti forniti a lezione)

ANALISI STATICA DI MECCANISMI PIANI:

Reazioni vincolari: determinazione in funzione del tipo di vincolo; Interpretazione statica della formula di Grubler; Metodo del corpo libero: principio di sovrapposizione degli effetti, soluzione delle equazioni risultanti per via grafica (esercizi vari). (appunti forniti a lezione)

FORZE AGENTI SULLE MACCHINE:

Forze interne; Lavoro di attrito; Definizione di rendimento; Rendimento di macchine disposte in serie e in parallelo; Moto retrogrado. (Cap. II: tutto)(*).

Attrito ed usura; Attrito di strisciamento nelle coppie elementari ad un grado di libertà; Distribuzione delle pressioni di contatto (Frizioni; Freni a disco; Freni a ceppo); Cuscinetti a rotolamento; Equilibrio di un veicolo in moto rettilineo. (Cap. III: tutto (*); appunti forniti a lezione)

ORGANI FLESSIBILI:

Rigidità degli organi flessibili; Pulegge fisse e mobili; Paranchi e loro rendimento; Paranco differenziale. (Cap. IX: parr. 9.1 - 9.2 (tutto tranne catene) - 9.3 - 9.4 - 9.5 (*))

Trasmissione del moto fra due alberi con cinghie piatte e trapezoidali; Freni a nastro. (Cap. X: parr. 10.1 - 10.2 - 10.3 - 10.4 (*))

MECCANISMI CON CAMME:

Legge di moto del cedente; Tracciamento di una camma; Sistema articolato equivalente; Analisi cinetostatica; Angolo di pressione; Sottotaglio; Leggi di moto elementari. (appunti forniti a lezione)

(*) Le indicazioni riguardanti capitolo e paragrafo fanno riferimento al seguente testo:

Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – Prima parte: Fondamenti di Meccanica delle Macchine", Ed. Patron, Bologna, 2005.

Materiale Didattico

Gli argomenti trattati a lezione sono contenuti in parte negli appunti forniti a lezione ed in parte nel seguente testo:

Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – Prima parte: Fondamenti di Meccanica delle Macchine", Ed. Patron, Bologna, 2005.

In biblioteca sono altresì disponibili i seguenti testi

Jacazio G. e Piombo B., "Meccanica applicata alle macchine", Vol. I.

Cossalter V., "Meccanica applicata alle macchine".

Doughty, S., "Mechanics of Machines", John-Wiley & Sons, 1988;

Paul, B., "Kinematics and dynamics of planar machinery", Prentice-Hall, 1979

di cui si consiglia la consultazione.

Finalità del corso

Il corso ha lo scopo di fornire le conoscenze di base riguardanti la sintesi dei meccanismi piani e le principali problematiche coinvolte nel progetto funzionale dei complessivi meccanici più comuni nelle macchine automatiche. Durante il corso gli argomenti saranno affrontati sia da un punto di vista teorico che da un punto di vista applicativo. In particolare, per ogni argomento verranno illustrate le applicazioni anche attraverso semplici esempi di progettazione funzionale di complessivi meccanici. In sede d' esame sarà verificata la conoscenza organica degli argomenti svolti a lezione.

Programma definitivo

Prima Parte

RUOTE DENTATE:

Trasmissione del moto fra assi paralleli con ruote di frizione; Ruote dentate cilindriche ad evolvente; Misura Wildhaber; Linea di contatto ed arco d' azione; Condizione di non interferenza; Cenni sul taglio delle ruote dentate; Correzione delle ruote dentate; Ruote dentate cilindriche a denti elicoidali; Trasmissione del moto tra assi concorrenti con ruote coniche; Coppia vite senza fine-ruota elicoidale. (Cap. 7: parr. 7.1 - 7.2 - 7.4 - 7.5 - 7.6 -7.7 - 7.8 - 7.9 - 7.10 - 7.11 - 7.12 - 7.14 (cenni) - 7.15 (*); fotocopie fornite a lezione)

ROTISMI:

Rotismi ordinari; Rotismi epicicloidali; Differenziale; Rapporti fra i momenti esterni agenti su di un rotismo. Cenni sul rendimento dei rotismi epicicloidali; Dimensionamento di un riduttore epicicloidale a due stadi. (Cap. 8: tutto (*); fotocopie fornite a lezione)

ANALISI E SINTESI DI MECCANISMI PIANI

Generazione di traiettoria; Generazione di movimento; Generazione di funzione; Sintesi del quadrilatero articolato con metodi analitici; Teorema di Roberts; Gruppi di Assur e programmi per l'analisi cinematica dei meccanismi piani. (Cap. 6: parr. 6.1 - 6.2 - 6.7 - 6.10 (teorema di Roberts)) (*); fotocopie fornite a lezione)

COPPIE CINEMATICHE LUBRIFICATE:

Lubrificazione fluidodinamica (teoria elementare; meato con pareti piane; coppia rotoidale lubrificata); Lubrificazione fluidostatica. (Cap. 4: parr. 4.1 - 4.2 (punti (a), (b), (c) e (d)) - 4.3 (concetti) - 4.4 (concetti) - 4.5 (numero di Sommerfeld) - 4.6 (cenni) - 4.8 - 4.9 (b) (*); fotocopie fornite a lezione)

Seconda Parte

DINAMICA DEL CORPO RIGIDO (caso generale):

Quantità di moto; Momento della quantità di moto; Risultante delle forze d'inerzia; Risultante dei momenti delle forze d'inerzia; Equazioni di Newton-Eulero; Energia cinetica; Masse di sostituzione (caso generale e caso della biella); Modello dinamico del corpo rigido che si muove di moto piano. (Cap. 11: tutto (*); fotocopie fornite a lezione)

GEOMETRIA DELLE MASSE:

Baricentro; Momento d'inerzia rispetto ad un asse; Momenti d'inerzia centrifughi; Tensore d'inerzia (proprietà); Teorema di Huyghens; Assi principali d'inerzia ed assi centrali d'inerzia; Momenti d'inerzia di solidi con geometrie semplici (fotocopie fornite a lezione; fotocopie fornite durante il corso di Fondamenti di Meccanica Tecnica).

DINAMICA DEI MECCANISMI:

Classificazione dei vincoli in base al modello matematico del vincolo ; Principio dei lavori virtuali (PLV); Equazioni di Lagrange; Utilizzo del PLV per la soluzione dei problemi di statica dei meccanismi con un grado di libertà (gdl) (coefficienti di velocità e coefficienti di accelerazione, dualità statica-cinematica, calcolo dei coefficienti di velocità tramite i centri di istantanea rotazione); Dinamica dei meccanismi con un gdl (momento d'inerzia ridotto, equazione di Ecsbergian, problema dinamico diretto ed inverso); Dinamica del manovellismo di spinta (energia cinetica di una macchina alternativa, modello dinamico del manovellismo di spinta, equilibrio dinamico di una macchina alternativa, compensazione delle forze d'inerzia). (Cap. 6: par. 6.6; Cap. 12: tutto; (*); fotocopie fornite a lezione)

VIBRAZIONI DI SISTEMI AD UN GDL:

Generalità: molle (caratteristica meccanica, rigidezza, rigidezza equivalente di molle in serie ed in parallelo), smorzatori (caratteristica meccanica, coefficiente di smorzamento, coefficiente di smorzamento equivalente di smorzatori in serie ed in parallelo); Vibrazioni libere; Vibrazioni forzate. (Cap. 14: parr. 14.1 – 14.2 – 14.3 (*); fotocopie fornite a lezione)

DINAMICA DEI ROTORI:

Squilibrio statico e dinamico; Equilibratura dei rotori (generalità, macchine equilibratrici supercritiche e subcritiche); Velocità critiche flessionali (risposta allo squilibrio del rotore elementare (rotore di Jeffcott)). (Cap. 15: parr. 15.1 – 15.2 – 15.3 (punti (a), (b) e (c)) – 15.4 – 15.5 (*); fotocopie fornite a lezione)

(*) Le indicazioni riguardanti capitolo e paragrafo fanno riferimento al seguente testo:

Funaioli, E., Maggiore, A. e Meneghetti, U., "Lezioni di MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE – Prima Parte: Fondamenti di Meccanica delle Macchine", Ed. Patron, Bologna, Edizione del 2005.

TESTI CONSIGLIATI:

Cossalter V., "Meccanica applicata alle macchine".

Di Benedetto, A., e Belfiore N., "Fondamenti di teoria delle vibrazioni meccaniche: sistemi ad un grado di libertà", Casa Editrice Ambrosiana, 2007.

Jacazio G. e Piombo B., "Meccanica applicata alle macchine".

Funaioli E, Maggiore A. e Meneghetti U., "Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine" Ed. Patron, 2005.

Doughty, S., "Mechanics of Machines", John-Wiley & Sons, 1988;

Paul, B., "Kinematics and dynamics of planar machinery", Prentice-Hall, 1979