

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA

Facoltà di Ingegneria

Programma di Sistemi Dinamici Non Lineari

Corso di Laurea Specialistica in Ing. Dell'Automazione e del Controllo dei sistemi Complessi
a.a. 2009-2010

Prof. Vittorio Romano

TEORIA DEI VETTORI. Vettori liberi. Elementi di calcolo vettoriale: prodotti scalari e vettoriali (proprietà e rappresentazione cartesiana) e loro applicazioni. Equazioni vettoriali. Funzioni a valori vettoriali: derivazione, integrazione, formule di derivazione di un prodotto scalare e vettoriale, condizioni analitiche affinché un vettore sia di modulo costante. Sistemi di vettori applicati: risultante, momento polare e assiale. Legge di variazione del momento al variare del polo. Coppia di vettori applicati. Invariante scalare e vettoriale. Asse centrale. Sistemi equivalenti. Sistemi equilibrati. Coppia di trasporto. Riduzione di un sistema di vettori ad un polo assegnato. Sistemi che ammettono risultante equivalente. Sistemi di vettori applicati con rette di azione concorrenti. Sistemi di vettori applicati paralleli: centro e proprietà. Matrici di rotazione.

GEOMETRIA E CINEMATICA DEI SISTEMI DI PUNTI MATERIALI. Curve regolari e triedro di Frenet. Velocità e accelerazione di un punto materiale. Moti piani, moti circolari, moti armonici. Vincoli semplici, doppi e tripli per un punto materiale. Velocità possibili, virtuali e di trascinamento per un punto materiale. Generalità sui vincoli per sistemi di punti materiali: vincoli olonomi, anolonomi, fissi, mobili, unilateri, bilateri. Gradi di libertà e parametri lagrangiani. Sistemi olonomi. Sistemi a vincoli inefficaci, sistemi labili, statici e iperstatici. Spazio delle configurazioni e rappresentazione lagrangiana delle velocità possibili, virtuali e di trascinamento per sistemi di punti materiali. Moti rigidi. Gradi di libertà di un sistema rigido. Angoli di Eulero.

CINEMATICA DEI RIGIDI E CINEMATICA RELATIVA. Formula fondamentale della cinematica dei rigidi. Teorema di Poisson. Asse istantaneo di moto. Moti rigidi traslatori, rotatori, elicoidali, roto-traslatori, polari e di precessione. Cinematica relativa: velocità assoluta e relativa; accelerazione assoluta, relativa, di trascinamento e di Coriolis; teorema di composizione delle velocità e teorema di Coriolis. Condizione affinché due riferimenti misurino la stessa accelerazione. Applicazione della cinematica relativa ai moti rigidi: composizione di moti rigidi. Moti rigidi piani: centro di istantanea rotazione, teorema di Chasles, base e rulletta.

CINEMATICA DELLE MASSE PER SISTEMI DI PUNTI MATERIALI. Quantità di moto e momento delle quantità di moto per sistemi di punti materiali. Centro di massa. Moto intorno al baricentro. Legge di variazione del momento delle quantità di moto al variare del polo. Momento delle quantità di moto nel moto intorno al baricentro. Endomorfismo d'inerzia. Energia cinetica per sistemi di punti materiali. Energia cinetica nel moto intorno al baricentro. Teorema di König. Espressione del momento delle quantità di moto e dell'energia cinetica per sistemi rigidi discreti. Teorema di Huygens e formula di trasposizione della matrice d'inerzia. Assi principali d'inerzia. Condizione affinché l'ellissoide sia rotondo.

DINAMICA E STATICA DEI SISTEMI MATERIALI. Principi della dinamica. Equazioni di moto in spazi non inerziali. Definizione di forza peso. Potenza di un sistema di forze applicate. Potenza di un sistema di forze applicate a punti di un rigido. Vincoli ideali. Equazioni cardinali nella prima forma. Teorema del moto del baricentro e del momento delle quantità di moto: equazioni cardinali nella seconda forma. Integrali primi deducibili dalle equazioni cardinali. Utilizzo delle equazioni cardinali per la dinamica di sistemi articolati. Equazioni cardinali della statica. Dinamico di un rigido con un asse liscio e fisso e problema dell'equilibratura dinamica. Dinamica di un rigido con un punto fisso: equazioni di Eulero, moti per inerzia e rotazioni permanenti. Esempi di forze ripartite.

MECCANICA ANALITICA. Teorema delle forze vive. Sistemi di forze conservative. Condizioni per l'esistenza dei potenziali. Determinazione del potenziale per forze costanti (forza peso) e forze elastiche. Potenziale di una coppia. Integrale primo dell'energia. Equazione simbolica della dinamica. Equazioni di Lagrange. Integrale primo della variabile ignorata. Condizioni lagrangiane

di equilibrio. Principio di stazionarietà della funzione potenziale. Configurazioni di equilibrio stabili e instabili. Equilibrio indifferente ed asintotico. Teoremi di stabilità ed instabilità di Liapunov. Teorema di Dirichlet. Teorema di stabilità asintotica. Stabilità lineare. Teorema di Liapunov-Poincaré. Criteri di Routh-Hurwitz e Liénard-Chipart sulle radici dei polinomi. Stabilità delle rotazioni permanenti per un rigido con punto fisso. Piccoli moti attorno ad una configurazione di equilibrio stabile. Analisi qualitativa di Weierstrass per i moti ad un grado di libertà. Analisi qualitativa del moto di un giroscopio pesante con un punto fisso. Cenni sui fenomeni giroscopici.

Testi consigliati

A.Fasano, V.De Rienzo, A.Messina, *Corso di Meccanica Razionale*, Laterza Bari
G.Grioli, *Lezioni di Meccanica Razionale*, Libreria Cortina Padova
F. R. Gantmacher, *Lezioni di meccanica analitica*, Editori Riuniti