



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2018/2019

Meccanica Applicata (Ing. Meccanica) (I3D, I4I)

- D'Ambrogio Walter -

(Aggiornato il 1-10-2018)

Contenuti del corso (abstract del programma):

Cinematica dei meccanismi piani. Forze nei sistemi meccanici ed equilibri dinamici. Equilibratura di rotori. Fenomeni giroscopici. Attrito secco radente e volvente. Ipotesi dell'usura. Freni e frizioni. Supporti, giunti e innesti. Supporti lubrificati. Vite-madrevite. Ruote dentate per assi paralleli, incidenti e sghembi. Rotismi ordinari ed epicicloidali: differenziale. Flessibili: funi, catene, cinghie; paranchi. Meccanismi articolati. Moto a regime delle macchine: accoppiamento motore-carico diretto, con riduttore, con frizione. Vibrazioni a uno e più gradi di libertà. Dinamica di rotori.

Programma esteso:

CINEMATICA. Richiami di cinematica piana. Cinematica del punto. Coordinate cartesiane, locali e polari. Notazione polare complessa. Esempi. Cinematica del moto rigido piano: moto traslatorio; moto rotatorio intorno ad un asse fisso. Moto piano generico: formula fondamentale della cinematica e teorema di Rivals. Centro di istantanea rotazione. Centro delle accelerazioni. Vincoli. Coppie cinematiche: prismatica, rotoidale, elicoidale. Accoppiamenti di forza: esempi. Cinematica dei moti relativi: velocità e accelerazione di trascinamento, accelerazione complementare. Esempi: quadrilatero articolato e meccanismo con glifo.

DINAMICA. Forze. Operazioni sulle forze. Momento di una forza. Coppia di forze. Risultante di forze. Equazioni cardinali della statica. Leggi di Newton. Quantità di moto e momento della quantità di moto. Momento della quantità di moto di un corpo rigido nel piano e nello spazio: momento di inerzia, assi principali di inerzia. Equazioni cardinali della dinamica. Forze di inerzia. Formulazione di D'Alembert. Tipi di forze agenti sui sistemi meccanici. Diagramma del corpo libero: esempi ed applicazioni delle equazioni cardinali. Equivalenza dinamica: masse di sostituzione. Lavoro ed energia. Conservazione dell'energia. Potenza. Regime stazionario e periodico. Funzionamento reale e ideale. Rendimento meccanico. Riduzione di forze e masse. Conservazione della quantità di moto e del momento della quantità di moto. Bilanciamento statico e dinamico di rotori: sollecitazioni di un rotore sui supporti. Effetto giroscopico. Esempi. **ATTRITO.** Attrito secco: aderenza, aderenza limite, strisciamento. Ruota motrice di un veicolo. Perno ad attrito secco: cerchio di attrito. Attrito di rotolamento. Ruota motrice; traino su rulli. **DISPOSITIVI MECCANICI FUNZIONANTI PER ATTRITO.** Freni e frizioni: moto di accostamento, ipotesi dell'usura. Freno a pattino piano: accostamento rigido e libero. Freno a nastro. Freno a disco. Freno a ceppi ad accostamento rigido e libero: trattazione semplificata e con ipotesi dell'usura. Direzione dell'accostamento. Direzione della risultante normale. Retta di azione della risultante tangenziale. Cerchio di Romiti: polo delle azioni normali, tangenziali e della risultante. Frizioni

piane monodisco e multidisco. Frizioni coniche. Sistema vite-madrevite: funzioni e varianti di montaggio. Azioni scambiate tra vite e madrevite. Cunei equivalenti. Irreversibilità del moto. Rendimento. GIUNTI. Giunti fissi, elastici, snodati. Tipologie. Giunto di Oldham. Giunto Schmidt. Giunto cardanico. Doppio giunto cardanico: soluzione omocinetica. Innesti ad accoppiamento istantaneo e progressivo. FLESSIBILI. Funi, catene, cinghie. Rigidezza elastica e anelastica dei flessibili. Applicazioni statiche: guadagno meccanico. Puleggia fissa. Puleggia mobile. Paranchi. Applicazioni dinamiche. Trasmissioni con cinghie: generalità. Ipotesi di aderenza. Accoppiamento cinghia-puleggia: slittamento globale e locale. Trasmissioni con cinghe a V. Rapporto di trasmissione e rendimento di trasmissioni a cinghia. Forzamento tra cinghia e pulegge: galoppino, tenditore, pretensionamento iniziale. SISTEMI ARTICOLATI. Catene cinematiche: semplici, composte; chiuse, aperte. Coppie semplici e multiple. Membri: binari, ternari, quaternari. Gradi di libertà di un meccanismo piano. Meccanismi piani: manovella, bilanciere, biella. Sistemi articolati a 1 grado di libertà. Cinematica dei sistemi articolati. Equazioni indipendenti di posizione. Analisi di posizione: risoluzione numerica col metodo di Newton. Analisi di velocità e di accelerazione. Analisi di mobilità: regola di Grashof per il quadrilatero articolato. INGRANAGGI. Ruote di frizione: rapporto di trasmissione. Ingranaggi cilindrici a denti dritti. Evolente di cerchio. Piano generatore. Principali grandezze delle ruote e rapporto di trasmissione. Effetto delle variazioni di interasse. Proporzionamento modulare. Numero minimo di denti per evitare l'interferenza. Velocità di strisciamento. Rocchetto-dentiera. Forze scambiate e reazioni dei supporti. Ingranaggi cilindrici a denti elicoidali: generazione del dente, inclinazione dell'elica, grandezze frontali e normali. Minimo numero di denti: ruote immaginarie. Forze scambiate e sollecitazioni sui supporti. Trasmissione del moto tra assi concorrenti. Ruote dentate coniche: elementi geometrici fondamentali, forze scambiate, numero minimo di denti. Trasmissione del moto tra assi sghembi: ruote dentate elicoidali. Vite senza fine - ruota elicoidale: rapporto di trasmissione, forze scambiate, rendimento. ROTISMI. Rotismi ordinari: rapporto di trasmissione. Rotismi epicicloidali: formula di Willis. Azioni scambiate in un rotismo epicicloidale. Reazioni del telaio su un riduttore. Rotismi epicicloidali multipli. Differenziale automobilistico. Differenziale non simmetrico. TRANSITORI. Transitori nei sistemi meccanici. Caratteristiche meccaniche di macchine motrici ed utilizzatrici. Velocità di regime. Stabilità del regime. Transitorio di avviamento: accoppiamento diretto motore-carico. Accoppiamento motore-carico con riduttore. Transitorio con frizione. Sistemi a regime periodico: volano. VIBRAZIONI. Sistema libero non smorzato. Rigidezze equivalenti. Sistemi torsionali. Sistema libero smorzato: smorzamento critico, decremento logaritmico. Vibrazioni forzate: vettori rotanti. Fattore di amplificazione e diagramma della fase. Risonanza di un sistema non smorzato. Principio di funzionamento del sismografo e dell'accelerometro. Risposta al gradino. Risposta all'impulso. Risposta a forzanti generiche: integrale di convoluzione e integrale di Duhamel. Velocità critiche dei rotori: rotore di Jeffcott. Sistemi vibranti a 2 gradi di libertà. Modi di vibrare. Accoppiamento di coordinate. Coordinate principali. CENNI SULLA LUBRIFICAZIONE. Supporti lubrificati. Viscosità. Teoria elementare della lubrificazione: equazione di Reynolds. Calcolo della capacità portante e della forza tangenziale. Tipologia delle guide prismatiche: pattino piano, a gradino, curvo, composto. Guide bidirezionali.

Modalità d'esame:

METODI DI ACCERTAMENTO: verifica della capacità dello studente di comprendere e saper applicare le leggi fondamentali che regolano il funzionamento delle macchine, effettuando l'analisi funzionale dei componenti meccanici e l'analisi dinamica dei sistemi meccanici. Un tipico esame consiste nella: verifica della capacità di effettuare analisi di velocità e di accelerazione di sistemi articolati piani; verifica della capacità di effettuare l'analisi dinamica di un sistema meccanico, eventualmente dotato di dispositivi di trasmissione e trasformazione del moto e/o di dispositivi frenanti; verifica della conoscenza e della capacità di analizzare

sistemi vibranti a uno o a due gradi di libertà. CRITERI DI VALUTAZIONE per ciascun argomento (valutazione in trentesimi): conoscenza minima (valutazione tra 18 e 20); Conoscenza media (21-23); capacità di applicare la conoscenza in maniera sufficiente (24-25); buona capacità di applicare la conoscenza (27-28); capacità di applicare la conoscenza in maniera eccellente con buone capacità di comunicazione e senso critico (29-30 con lode) STRUMENTI DI ACCERTAMENTO: prova scritta e prova orale.

Risultati d'apprendimento previsti:

Conoscenza dei meccanismi piani e capacità di effettuare analisi di velocità ed accelerazione di un sistema articolato piano. Capacità di identificare le forze agenti in un sistema meccanico ed effettuare l'analisi dinamica. Conoscenza e capacità di identificare le forze scambiate nei principali tipi di freni e frizioni. Conoscenza e capacità di identificare le forze scambiate dei principali dispositivi per la trasmissione e trasformazione del moto: giunti, innesti, meccanismi articolati, flessibili, ingranaggi, sistemi vite-madrevite. Conoscenza della caratteristica meccanica di macchine motrici ed utilizzatrici, e capacità di analizzare il comportamento a regime di sistemi costituiti da un motore accoppiato ad un utilizzatore in modo diretto, tramite un riduttore e/o un innesto a frizione. Conoscenza e capacità di analizzare sistemi vibranti a un grado di libertà. Conoscenza dei sistemi vibranti a due gradi di libertà. Conoscenza dei supporti volventi e lubrificati. Capacità di analizzare le prestazioni dei supporti lubrificati.

Link al materiale didattico:

<http://www.didattica.univaq.it/moodle/course/view.php?id=4665>

Testi di riferimento:

Dispense distribuite dal docente.

Ferraresi, Raparelli, Meccanica Applicata, CLUT Editrice, Torino, 2007.

ISBN:978-88-7992-254-8

Belforte, Meccanica Applicata alle Macchine, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1997.

ISBN:978-88-8218-128-4

Callegari, Fanghella, Pellicano, Meccanica Applicata alle Macchine, Ed. Città Studi, 2013.

ISBN:978-88-2517-381-9

Ferraresi, Raparelli, Applied Mechanics, CLUT Editrice, Torino, 2017

ISBN:978-88-7992-410-8

Il testo in lingua inglese è la traduzione del corrispondente testo italiano ed e' indicato per gli studenti Erasmus che sono interessati a seguire il corso.