

PROGRAMMA CONSUNTIVO DEL CORSO DI  
**Meccanica Applicata alle Macchine – MODULO B**

Anno Accademico **2021-22**

Prof. Giorgio **DALPIAZ** - Tel. 0532 974883 (328 8606250) – [giorgio.dalpiaz@unife.it](mailto:giorgio.dalpiaz@unife.it)

**1) TRIBOLOGIA** (Vol. I, parr. 3.1-3.8, 3.16; appunti web 01).

Condizioni di vincolo imposte dai cuscinetti. Attrito e aderenza. Leggi dell'attrito di strisciamento; lavoro di attrito. Teorie sull'attrito di strisciamento e sull'usura. Coefficiente d'attrito in condizioni di attrito secco e lubrificazione limite. Stick-slip (cenno). Mezzi per ridurre l'attrito. Attrito di rotolamento; cuscinetti a rotolamento.

**2) LUBRIFICAZIONE** (Vol. I, Cap. 4; appunti web 02-08).

Generalità sulla lubrificazione fluida. Viscosità dei lubrificanti: legge di Newton; viscosità dinamica, cinematica, relativa; viscosimetri; unità di misura; indice di viscosità; classificazione SAE. Teoria elementare della lubrificazione fluidodinamica. Lubrificazione per accostamento. Meato limitato da pareti piane. Meato limitato da pareti piane di lunghezza finita; applicazioni tecniche. Coppia rotoidale lubrificata di lunghezza infinita e finita. Effetti termici; temperatura del lubrificante. Dimensionamento di un cuscinetto portante a lubrificazione fluidodinamica (diagrammi di Raimondi-Boyd, esempio numerico). Lubrificazione elastoidrodinamica. Lubrificazione fluidostatica. Cuscinetti reggispinta e portanti fluidostatici (trattazione qualitativa). Prestazioni e campi di impiego dei diversi tipi di cuscinetto (scelta del cuscinetto).

**Esercitazione:** Cuscinetti a pattini fissi (appunti web 06).

**Esercitazione:** Cuscinetti a pattini orientabili (appunti web 06).

**Esercitazione:** Dimensionamento di un cuscinetto a lubrificazione idrodinamica (appunti web 07).

**3) RUOTE DENTATE** (Vol. I, Cap. 7; Vol. II, Cap. 4c), appendice A4-2; appunti web 09-14).

Generalità. Trasmissione del moto con rapporto costante tra assi paralleli: centro di istantanea rotazione relativo; circonferenze primitive; rapporto di trasmissione. Trasmissione del moto con rapporto costante tra assi concorrenti: asse di istantanea rotazione relativo; coni primitivi; circonferenze primitive sferiche; rapporto di trasmissione. Trasmissione del moto tra assi paralleli con ruote di frizione. Ruote dentate cilindriche ad evolvente: proprietà del profilo ad evolvente; linea di contatto; centro di istantanea rotazione; rapporto di trasmissione; analisi statica (angolo di pressione, forze, rapporto tra i momenti, cenno al rendimento); velocità di strisciamento; strisciamento specifico; proporzionamento della dentatura. Arco di azione, fattore di ricoprimento. Condizione di non interferenza. Taglio delle ruote dentate cilindriche. L'interferenza di taglio e la correzione; correzione senza variazione di interasse e con variazione di interasse; esempi numerici. Ruote dentate cilindriche a denti elicoidali: geometria, arco d'azione, forze trasmesse; dentiera elicoidale; taglio; interasse. Rigidezza di ingranamento per ruote a denti diritti ed elicoidali (cenno). Ruote coniche a denti diritti e a denti curvi; cenni al taglio. Coppia vite senza fine-ruota elicoidale: geometria, rapporto di trasmissione, rendimento.

**Esercitazione:** Correzione ruote dentate (appunti web 14).

**4) ROTISMI** (Vol. I, Cap. 8; appunti web 15).

Rotismi ordinari; Rotismi epicicloidali; Differenziale; Rapporti fra i momenti esterni agenti su di un rotismo.

**Esercitazione:** Dimensionamento cinematico di un rotismo epicicloidale (appunti web 15).

**5) VIBRAZIONI DI SISTEMI AD UN GRADO DI LIBERTÀ** (Vol. I, parr. 14.1-14.4; appunti web 16-18).

Introduzione alle vibrazioni. Molle in serie e in parallelo. Vibrazioni libere; effetto del campo gravitazionale; stima della rigidezza da misure di deflessione statica. Vibrazioni forzate (ampiezza della risposta a regime). Vibrazioni forzate con eccitazione proporzionale al quadrato della pulsazione (casi del rotore squilibrato e della macchina alternativa monocilindrica). Eccitazione periodica (scomposizione in serie di Fourier). Funzione di Risposta in Frequenza. Isolamento delle vibrazioni (eccitazione della massa, eccitazione della base, esempi ed esercizi). Cenni alle applicazioni e ai trasduttori di vibrazione.

**Esercitazioni:** Sospensioni di un macchinario, Compressore centrifugo, Sospensioni di un veicolo, Strumenti di bordo (appunti web 18).

*I capitoli indicati si riferiscono al testo di riferimento di Meneghetti, Maggiore, Funaioli, Vol. I e Vol. II (nuova edizione) e sono trattati in maniera parziale. A complemento, sono resi disponibili appunti in pdf nella cartella 'Dispense – Modulo B' del sito:*

<http://www.unife.it/ing/meccanica/insegnamenti/meccanica-applicata-alle-macchine-corso-integrato/dispense/modulo-b-1>

## **ESERCITAZIONI NUMERICHE**

TUTTE LE ESERCITAZIONI SVOLTE SONO PARTE INTEGRANTE DEL PROGRAMMA D'ESAME; i testi e le tracce di soluzione si trovano nella cartella 'Dispense – Modulo B' del sito.

Alcune di queste, qui sotto indicate, devono essere svolte in forma scritta (con le modalità indicate di volta in volta) e presentate all'esame come prerequisito per sostenere l'esame. Lo svolgimento può essere scritto a mano o con word processor, su quaderno o su fogli singoli riportanti il proprio nome. I calcoli possono essere svolti, a propria scelta, con Matlab o con calcolatrice da tavolo, usando i diagrammi forniti nelle fotocopie.

*Esercitazioni da svolgere in forma scritta e presentare all'esame:*

- Cuscinetti a pattini fissi (appunti web 06).
- Cuscinetti a pattini orientabili (appunti web 06).
- Dimensionamento di un cuscinetto a lubrificazione idrodinamica (appunti web 07).
- Correzione ruote dentate (appunti web 14).
- Dimensionamento cinematico di un rotismo epicicloidale (appunti web 15).
- 2 esercizi sulle sospensioni (solo i 2 esercizi a pag. 2 di appunti web 18 sul sito del corso, che vanno sotto il titolo comune di 'Vibrazioni meccaniche': Compressore centrifugo, Strumenti di bordo).

## **TESTI CONSIGLIATI**

*Testo di riferimento:*

- Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, *Lezioni di Meccanica applicata alle macchine. Prima parte: Fondamenti di meccanica delle macchine*, Patron, Bologna, ISBN 88-555-2829-7, 2005 [Vol. I].
- Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, *Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine. Seconda parte: Elementi di Meccanica degli Azionamenti*, Patron, Bologna, ISBN 978-88-555-2948-8, 2007 [Vol. II].

*A complemento, sono resi disponibili appunti in pdf nella cartella 'Dispense – Modulo B' del sito:*

<http://www.unife.it/ing/meccanica/insegnamenti/meccanica-applicata-alle-macchine-corso-integrato/dispense/modulo-b-1>

*Altri testi consigliati per la consultazione:*

- Callegari, M., Fanghella P., Pellicano F., "Meccanica applicata alle macchine", seconda ed. 2017, Città Studi Edizioni.
- 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.
- Doughty, S., "Mechanics of Machines", John-Wiley & Sons, 1988.

## **ESAME del Modulo B**

Esame scritto/orale sugli argomenti del corso e delle esercitazioni (compresa la parte numerica).

Vengono assegnate 3 domande: due domande sono teorico-metodologiche, prevalentemente finalizzate alla verifica delle conoscenze; la terza domanda è un esercizio numerico, prevalentemente finalizzato alla verifica delle abilità nelle procedure di progettazione funzionale. Le domande vengono svolte in forma scritta e vengono immediatamente corrette e discusse oralmente. Il voto assegnato a ciascuna domanda tiene conto sia dello svolgimento scritto sia della discussione orale. Per superare l'esame è necessario *la sufficienza in ciascuna delle tre domande ed il raggiungimento di un voto finale minimo di 18/30, come media dei voti sulle tre domande.*

Per sostenere l'esame è necessario presentare le esercitazioni da svolgere in forma scritta, che verranno controllate e discusse.

**Gli esami del Modulo A e del Modulo B vanno sostenuti separatamente, in appelli distinti, senza alcuna propedeuticità di uno rispetto all'altro** (si può sostenere prima il Modulo B rispetto ad A o viceversa).

Una volta superato uno dei due moduli, questo resta sempre valido, indipendentemente dall'altro.

**Il voto finale del corso integrato** sarà la media aritmetica dei voti ottenuti negli esami dei Moduli A e B.