

PROGRAMMA **CONSUTIVO** DEL CORSO DI
DIAGNOSTICA dei SISTEMI MECCANICI (LM Ing. MECCANICA)
Anno Accademico **2015-16**

Prof. Giorgio **DALPIAZ** - Tel. 0532 974883 (328 8606250) – giorgio.dalpiaz@unife.it
Ing. Gianluca **D'ELIA** - Tel. 0532 974911 – gianluca.delia@unife.it

Introduzione alle vibrazioni, alla modellazione e alla diagnostica dei sistemi meccanici (appunti fascicolo 3).

Classificazione dei segnali ed analisi in frequenza (Vol. III, cap. 9; appunti fascicolo 4).

Classificazione dei segnali. Segnali periodici, serie di Fourier. Segnali quasi-periodici. Segnali transitori, Trasformata di Fourier e sue proprietà.

Vibrazioni di sistemi ad un grado di libertà (Vol. III, cap. 3; appunti fascicoli 5-6).

Generalità. Molle in serie e in parallelo. Vibrazioni libere; decremento logaritmico. Metodi energetici; metodo di Rayleigh ed applicazione. Vibrazioni forzate. Funzione di risposta in frequenza. Eccitazione armonica in risonanza. Risposta all'impulso. Risposta ad un'eccitazione generica periodica e aperiodica (serie e trasformata di Fourier). Eccitazione proporzionale al quadrato della frequenza.

Vibrazioni di sistemi a due ed a molti gradi di libertà (Vol. III, capp. 4-5; appunti fascicoli 11-15).

Vibrazioni libere di sistemi a due ed a molti gradi di libertà. Matrici massa, rigidità, smorzamento. Sistemi con modi rigidi. Ortogonalità degli autovettori; matrice modale e disaccoppiamento delle equazioni. Vibrazioni forzate di sistemi a due ed a molti gradi di libertà. Funzioni di risposta in frequenza e loro proprietà.

Misure di vibrazione (Vol. III, par. 3.6 c)-d); capp. 9-10; appunti 'Accelerometro'; appunti fascicoli 7, 21, 22; appunti 'Analisi modale sperimentale – Dimostrazione').

Isolamento delle vibrazioni: eccitazione della base, strumenti sismici. Trasduttori di vibrazioni. L'accelerometro piezoelettrico. Catena di misura e suoi componenti; metodologia di misura. Campionamento dei segnali (cenni). Analisi modale sperimentale: metodologia e scopi; la Funzione Risposta in Frequenza; rilievo della FRF; determinazione dei parametri modali (analisi modale sperimentale). Dimostrazione sperimentale: Analisi modale di una staffa di supporto per la pompa dell'acqua di un motore diesel marino.

Analisi dei segnali (Vol. III, capp. 9-10; appunti 'Analisi dati e diagnostica').

Campionamento dei segnali: effetti della quantizzazione; aliasing, leakage e rimedi; errore di dispersione. Analisi dei segnali: analisi nel dominio del tempo, delle ampiezze, della frequenza. La trasformata di Fourier. Trasformata Discreta di Fourier, PSD, Trasformata di Hilbert e segnale analitico. Il campionamento sincro: modalità e scopi, media sincra. Implementazione in ambiente Matlab delle tecniche di analisi del segnale ed esercizi numerici.

Dinamica dei rotori e diagnostica degli squilibri (Vol. I, cap. 15; Vol. III, cap. 13; appunti fascicolo 18).

Squilibrio statico e dinamico. Effetti vibratorii e diagnostica degli squilibri. Metodi di equilibratura e macchine equilibratrici. Equilibratura in condizioni di esercizio (in situ); dimostrazione ed esercitazione sperimentale. Velocità critica flessionale di un albero con un unico disco in mezzaria.

Cuscinetti volventi – tecniche di diagnostica (appunti 'Analisi dati e diagnostica').

Modello matematico del segnale di vibrazione di un cuscinetto difettoso. Diagnostica dei difetti nei cuscinetti volventi mediante la tecnica dell'involuppo. Implementazione in ambiente Matlab.

Ingranaggi – tecniche di diagnostica (appunti 'Analisi dati e diagnostica').

Modello matematico del segnale di vibrazione proveniente da un ingranaggio difettoso, considerando sia difetti distribuiti, sia difetti localizzati. Diagnostica dei difetti degli ingranaggi mediante tecniche di analisi delle vibrazioni: spettro, media sincrona, segnale residuo e demodulazione di ampiezza e fase. Implementazione in ambiente Matlab.

I capitoli indicati si riferiscono al testo di riferimento di Meneghetti, Maggiore, Funaioli, Vol. III e Vol. I (nuova edizione) e sono trattati in maniera parziale. A complemento, sono resi disponibili appunti in pdf nella cartella 'Materiale didattico' del sito.

ESERCITAZIONI NUMERICHE

TUTTE LE ESERCITAZIONI SVOLTE SONO PARTE INTEGRANTE DEL PROGRAMMA D'ESAME; i testi e le tracce di soluzione si trovano nella cartella 'Materiale didattico' 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.

Eventuali chiarimenti presso l'ing D'Elia 0532 974914, gianluca.delia@unife.it

Esercitazioni da svolgere in forma scritta:

- Vibrazioni torsionali di una trasmissione nautica (v. sito: Fascicolo 24).
- Equilibratura in situ (v. sito: Equilibratura in situ - Esercitazione).
- Diagnostica ruote dentate (v. sito: Diagnostica - Esercitazioni).
- Diagnostica cuscinetti volventi a sfere (v. sito: Diagnostica - Esercitazioni).

TESTI CONSIGLIATI

Testo di riferimento:

- Meneghetti, Maggiore, Funaioli, Lezioni di meccanica applicata alle macchine. Terza parte: Dinamica e vibrazioni delle macchine, Pàtron, 2010 [Vol. III].
- Funaioli, Maggiore, Meneghetti, Lezioni di Meccanica applicata alle macchine. Prima parte: Fondamenti di meccanica delle macchine, Patron, Bologna, ISBN 88-555-2829-7, 2005 [Vol. I].

A complemento, sono resi disponibili appunti in pdf nella cartella 'Materiale didattico' del sito.

Altri testi consigliati per la consultazione:

- Rao, *Mechanical Vibrations*, 3rd ed., New York, Addison-Wesley, 1995.
- Thomson W., *Theory of Vibration with Applications*, 4th edition, New York, Chapman & Hall, 1993.

ESAME

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 analisi delle vibrazioni. 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. Il voto finale è la media dei voti sulle tre domande. Per superare l'esame è necessario raggiungere un voto finale minimo di 18/30.

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