

Testi del Syllabus

Resp. Did.	PIERRO ELENA	Matricola: 009121
Docenti	D'ANGOLA ANTONIO, 3 CFU PIERRO ELENA, 6 CFU	
Anno offerta:	2022/2023	
Insegnamento:	ING0312 - METODI AVANZATI PER LA MODELLAZIONE DI SISTEMI MECCANICI	
Corso di studio:	0235 - INGEGNERIA MECCANICA	
Anno regolamento:	2022	
CFU:	9	
Settore:	ING-IND/13	
Tipo Attività:	B - Caratterizzante	
Anno corso:	1	
Periodo:	Primo Semestre	
Sede:	POTENZA	



Testi in italiano

Lingua insegnamento	ITALIANO
Obiettivi formativi e risultati di apprendimento	<p>L'insegnamento è dal carattere fortemente interdisciplinare e si propone di fornire agli studenti gli strumenti teorici, numerici e sperimentali per l'analisi dei sistemi meccanici, con particolare riguardo allo studio del comportamento dinamico e vibratorio delle macchine in regime lineare e non lineare. Sarà illustrato l'approccio matematico e simulativo del metodo numerico-stocastico Monte Carlo. Durante il corso sono previste attività di laboratorio per l'approfondimento di alcuni aspetti sperimentali legati allo studio delle vibrazioni e per lo sviluppo di un progetto numerico.</p> <p>Le principali conoscenze fornite saranno:</p> <ul style="list-style-type: none">• elementi di base dei sistemi meccanici vibranti, ad uno ed n gradi di libertà;• conoscenze relative alle vibrazioni di sistemi continui;• caratteristiche principali delle metodologie numeriche per lo studio delle vibrazioni meccaniche;• conoscenze di base della dinamica del veicolo;• conoscenze di base per la realizzazione di una analisi modale sperimentale completa. <p>Le principali abilità (ossia la capacità di applicare le conoscenze acquisite) saranno:</p> <ul style="list-style-type: none">• impostazione dello studio numerico per l'analisi dinamica di un sistema meccanico, con particolare attenzione alla dinamica del veicolo;• impostazione del set-up, acquisizione dati e post-processing per lo studio delle vibrazioni meccaniche. <p>Il corso fornisce agli studenti le capacità di applicare strumenti teorici, numerici e sperimentali per la progettazione ed analisi di sistemi meccanici complessi. L'<u>autonomia di giudizio</u> viene rafforzata, in particolare, attraverso lo sviluppo, con crescente grado di autonomia, di progetti, sperimentazioni, ed applicazioni. Al fine di migliorare le <u>abilità</u></p>

comunicative, l'impostazione didattica prevede applicazioni e verifiche che sollecitano la partecipazione attiva, l'attitudine propositiva e la capacità di comunicazione dei risultati del lavoro svolto. Le capacità di apprendimento vengono stimolate attraverso metodologie didattiche quali l'analisi e risoluzione di problemi differenti e complessi.

Prerequisiti

È necessario avere acquisito e assimilato le seguenti conoscenze:

- concetti elementari di grandezze scalari e vettoriali;
- conoscenze di statica e dinamica del corpo rigido;
- conoscenze di statistica.

Contenuti del corso

INTRODUZIONE ALLA MECCANICA DELLE VIBRAZIONI

Vibrazioni libere. Definizione di moto armonico. Differenti tipologie di smorzamento (proporzionale e non proporzionale). Esempi di misura delle vibrazioni (definizione di decremento logaritmico) e cenni sulla stabilità. (4 ore di lezioni teoriche)

SISTEMI AD UN GRADO DI LIBERTA'

Soluzione classica delle equazioni differenziali. Analisi dei sistemi meccanici nel dominio del tempo e della frequenza. Trasformata di Fourier e di Laplace. Funzione di Risposta in Frequenza (FRF). Risposta ad un input arbitrario, periodico e aperiodico, ad un input random e impulsivo. (6 ore di lezioni teoriche)

SISTEMI A n GRADI DI LIBERTA'

Definizione di matrici massa, rigidità, smorzamento. Analisi modale, autovalori e autovettori, ortogonalità degli autovettori, disaccoppiamento delle equazioni. Normalizzazione degli autovettori. Sistemi a n gradi di libertà con smorzamento viscoso proporzionale. Equazioni di Lagrange. (6 ore di lezioni teoriche)

VIBRAZIONI DEI SISTEMI CONTINUI

Vibrazioni libere longitudinali di corde e travi: modi e frequenze naturali. Vibrazioni flessionali di travi. (6 ore di lezioni teoriche)

ANALISI SPERIMENTALE DELLE VIBRAZIONI

Classificazione dei segnali, analogici e digitali. Aliasing, leakage e windowing. Trasformata discreta di Fourier (DFT). Catena di misura e suoi componenti. Analisi modale sperimentale (EMA): set-up, acquisizione dati, post-processing. Identificazione di autovalori e autovettori a partire dalle FRF sperimentali. Applicazioni pratiche. (8 ore di lezioni teoriche, 4 ore di laboratorio)

DINAMICA DELL'AUTOVEICOLO

Pneumatico, tipologie, caratteristiche e modelli matematici. Forze scambiate con l'ambiente esterno. Comportamento direzionale dell'autoveicolo. Le resistenze al moto: resistenza al rotolamento, resistenza aerodinamica. Prestazioni in rettilineo: scelta dei rapporti al cambio, velocità e pendenza massima. Moti curvi: sterzata cinematica, modello monotraccia a 3 gdl, studio della stabilità di marcia. Comportamento a regime. Colpo di sterzo. Sospensioni di autoveicolo: classificazione e cinematica. (20 ore di lezioni teoriche)

METODI NUMERICI E TECNICHE MONTE CARLO

Risoluzione di sistemi di equazioni differenziali lineari e non lineari con l'ausilio del toolbox ODE di MATLAB. Richiami di calcolo delle probabilità e statistica. Valori attesi, varianze, disuguaglianza di Cebicev. Teorema del limite centrale. Metodo Monte Carlo. Generazione di numeri casuali. Calcolo di integrali e soluzione di equazioni integrali. Convergenza statistica del metodo Monte Carlo. Importance sampling, metodi di biasing e accelerazione della convergenza. (12 ore di lezioni teoriche, 15 ore di laboratorio informatico)

Programma esteso

-

Metodi didattici

Il corso è organizzato nel seguente modo:

- lezioni in aula su tutti gli argomenti del corso (57 ore);
- esercitazioni nel laboratorio inerenti l'analisi modale sperimentale (4 ore);
- esercitazioni in laboratorio informatico attrezzato per l'

approfondimento delle tecniche numeriche (20 ore).

Modalità di verifica dell'apprendimento

L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento degli obiettivi formativi precedentemente indicati. L'esame consiste in una prova orale su tutti i contenuti del corso e sulla redazione obbligatoria di un progetto numerico incentrato su problematiche di dinamica del veicolo e vibrazioni meccaniche, da consegnare ai docenti almeno una settimana prima della prova orale. Il voto finale è dato dalla somma dei punteggi ottenuti dalla valutazione del progetto numerico (2/5 del punteggio totale in trentesimi) e della prova orale (3/5 in trentesimi). Il punteggio minimo per il superamento dell'esame è 18/30 in entrambe le prove. E' possibile ripetere sia la prova orale che la redazione del progetto. E' possibile ripetere la prova orale mantenendo la valutazione del progetto.

Testi di riferimento e di approfondimento, materiale didattico Online

Appunti forniti dai docenti e disponibili su cartella condivisa (accesso tramite iscrizione al corso) ed esercizi disponibili sul sito del corso (<http://www2.unibas.it/epierro/MAMSM.html>).

Testi di riferimento:

- D. J. Ewins, Modal Testing, Theory, Practice, and Application (Mechanical Engineering Research Studies: Engineering Dynamics Series);
- D. J. Inman, Engineering Vibrations, Prentice Hall. o Meirovitch L.: Fundamentals of vibrations, McGraw-Hill, New York.
- Heylen W., Lammens S., Sas P.: "Modal Analysis Theory and Testing", Katholieke Universiteit Leuven- Departement Werktuigkunde;
- F. Cheli, G.Diana, Advanced Dynamics of Mechanical Systems, Springer Verlag;
- G. Genta, Meccanica dell'autoveicolo, Levrotto & Bella. o M. Guiggiani, Dinamica del Veicolo, Città Studi Edizioni;
- J. Roberts, P. D. Spanos, Random Vibration and Statistical Linearization, Dover Pub.

Metodi e modalità di gestione dei rapporti con gli studenti

All'inizio del corso, dopo aver descritto obiettivi, programma e metodi di verifica, i docenti mettono a disposizione degli studenti il materiale didattico (cartella condivisa, sito web, etc). Contestualmente, si raccoglie l'elenco degli studenti che intendono iscriversi al corso, corredato di nome, cognome, matricola ed email, utile per la creazione di un gruppo email studenti per comunicazioni da parte dei docenti. Orario di ricevimento: il martedì alle 15.00 presso: piano V stanza 75 (Elena Pierro); il giovedì ore 11.30 presso: piano V stanza 69 (Antonio D'Angola). Oltre all'orario di ricevimento settimanale, i docenti sono disponibili in ogni momento per un contatto con gli studenti, attraverso la propria e-mail.

Date di esame previste

03/02/2023, 24/02/2023, 07/04/2023, 19/05/2023, 09/06/2023, 23/06/2023, 14/07/2023, 29/09/2023 20/10/2023, 01/12/2023

Seminari di esperti esterni

SI

Altre informazioni

-

Obiettivi per lo sviluppo sostenibile

Codice	Descrizione
--------	-------------



Testi in inglese

ITALIAN

The course is strongly inter-disciplinary, with the aim to provide theoretical, numerical and experimental methods useful to investigate the dynamics of mechanical systems and their linear and non linear vibrations. The Monte Carlo method is shown mathematically and numerically. During the course, experimental aspects related to mechanical vibrations and some procedures useful to realize a numerical project are analyzed in laboratory.

The main concepts provided are:

- Fundamentals of mechanical vibrations of one/n d.o.f. systems;
- Vibrations of continuous systems;
- Numerical methods to study mechanical vibrations;
- Basic knowledge of vehicle dynamics;
- Methods to realize a complete experimental modal analysis.

Main competences:

- Numerical analysis to study the dynamics of a mechanical system, especially for vehicle dynamics;
- Experimental analysis to study the mechanical vibrations.

The course improves the abilities of the student in applying theoretical, experimental and numerical methods, to design and analyze complex mechanical systems. The judgment autonomy is improved by means of projects, experiments and applications. Communicative abilities are improved through practical applications and tests, learning abilities are encouraged by means of teaching methods, such as the analysis and the resolution of different complex problems.

Concepts of Physics and Mathematical Physics (Kinematics of a particle trajectory. Kinematics of rigid bodies. Dynamics of rigid bodies). Statistics.

INTRODUCTION TO MECHANICAL VIBRATIONS

Free vibrations. Harmonic oscillator. Damping mechanisms (proportional and non proportional). Example of vibration measurement (logarithmic decrement) and stability concepts. (4 hours of theoretical lessons)

1 d.o.f. SYSTEMS

Classical solutions of differential equations. Time and frequency domain analysis. Laplace and Fourier Transform. Definition of Frequency Response Function (FRF). Response to a random input, periodic and non periodic, and to an impulsive signal. (6 hours of theoretical lessons)

n d.o.f. SYSTEMS

Definition of mass, stiffness and damping matrices. Modal analysis, eigenvectors and eigenvalues, eigenvectors orthogonality, equations decoupling. Eigenvectors normalization. N d.o.f. systems with viscous (proportional) damping. Lagrange equations. (6 hours of theoretical lessons)

VIBRATIONS OF CONTINUOUS SYSTEMS

Free longitudinal vibrations of string and beams: modes and natural frequencies. Transversal vibrations of beams. (6 hours of theoretical lessons)

EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS

Signal classification, analogic and digital. Aliasing, leakage e windowing. Discrete Fourier Transform (DFT). Measurement chain. Experimental modal analysis (EMA): set-up, data acquisition, post-processing. Eigenvalues and eigenvectors identification by means of experimental FRF. Practical applications, concepts of methods to extract the modal parameters (parametric modal analysis). (8 hours of theoretical lessons, 4 hours of laboratory tutorials)

VEHICLE DYNAMICS

Tires: dynamics and components. Forces exchanged with the external environment. Directional behavior of the vehicle. Resistance to motion: rolling resistance, aerodynamic resistance. Straight line performance: choice of gear ratios, speed and maximum incline. Curved motions: kinematic steering, single-track 3 dof model, travel stability study. Steering stroke. Vehicle suspensions: classification and kinematics. (20 hours of theoretical lessons)

NUMERICAL METHOD AND MONTE CARLO TECHNIQUE

Linear and non linear numerical solutions of systems of ordinary differential equation with the MATLAB toolbox ODE. Probability and statistics. Expected values, variances, Chebyshev inequality. Central limit theorem. Random number generation. Sample generation. Estimate of integrals and solution of integral equations. Statistical convergence of Monte Carlo. Importance sampling, biasing methods and convergence acceleration. (12 hours of theoretical lessons, 15 hours of laboratory tutorials).

-

The course is organized as follows:

- Theoretical lessons (57 hours);
- Laboratory tutorials to study the experimental modal analysis (4 hours);
- Laboratory tutorials to implement numerical algorithms (20 hours).

The examination consists of an oral test and the mandatory compilation of a numerical project focused on vehicle dynamics and mechanical vibrations. The project must be released at least one week before the oral examination. The final score is the sum of the scores obtained at the oral examination (3/5 of the total score) and at the project evaluation (2/5 of the total score). In order to pass the exam, both scores must be at least 18/30. The student that obtains at least 18/30 at the project evaluation can access to the oral examination. Oral examination and project can be repeated and it's possible to repeat the oral examination preserving the project evaluation.

Educational material available in the shared folder (contact the teacher to register) and exercises available at the web page of the course(<http://www2.unibas.it/epierro/MAMSM.html>).

Textbooks:

- D. J. Ewins, Modal Testing, Theory, Practice, and Application (Mechanical Engineering Research Studies: Engineering Dynamics Series);
- D. J. Inman, Engineering Vibrations, Prentice Hall. o Meirovitch L.: Fundamentals of vibrations, McGraw-Hill, New York.
- Heylen W., Lammens S., Sas P.: "Modal Analysis Theory and Testing", Katholieke Universiteit Leuven- Departement Werktuigkunde;
- F. Cheli, G.Diana, Advanced Dynamics of Mechanical Systems, Springer Verlag;
- G. Genta, Meccanica dell'autoveicolo, Levrotto & Bella. o M. Guiggiani, Dinamica del Veicolo, Città Studi Edizioni;
- J. Roberts, P. D. Spanos, Random Vibration and Statistical

Linearization, Dover Pub.

During the first lessons, the teachers show the educational goals and expected learning outcomes, the syllabus and all the details of the course (evaluation methods .). Then, the teachers take the list of the students to share a folder where the lessons and further educational material will be uploaded. PROFESSOR'S OFFICE HOUR: Tuesday, 09.30 Floor V, room 75 (Elena Pierro); Thursday, 11.30 Floor V, room 69 (Antonio D'Angola)

03/02/2023, 24/02/2023, 07/04/2023, 19/05/2023, 09/06/2023,
23/06/2023, 14/07/2023, 29/09/2023 20/10/2023, 01/12/2023

YES

-

Obiettivi per lo sviluppo sostenibile

Codice	Descrizione
--------	-------------