



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

Insegnamento	Meccanica delle vibrazioni
Livello e corso di studio	Laurea magistrale in Ingegneria meccanica
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-IND/13
Anno di corso	1
Numero totale di crediti	9
Propedeuticità	Non sono previste propedeuticità per questo insegnamento
Docente	<p>Oliviero Giannini Facoltà: Ingegneria Nickname: giannini.oliviero Email: oliviero.giannini@unicusano.it Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica</p>
Obiettivi formativi	<p>L'insegnamento fornisce i concetti ed i metodi per affrontare i problemi di interesse tecnico relativi al comportamento dinamico e vibratorio delle macchine e dei sistemi meccanici e delle strutture. In particolare, vengono trattati la modellazione del comportamento vibratorio dei sistemi meccanici ed i metodi analitici e sperimentali per l'analisi delle vibrazioni. Gli argomenti sono trattati principalmente da un punto di vista teorico senza perdere di vista gli aspetti applicativi grazie anche all'impiego di esercizi numerici. Le Etivity associate al corso sviluppano le competenze necessarie a formulare i problemi della meccanica delle vibrazioni attraverso l'uso di sistemi di calcolo</p> <p>I risultati di apprendimento attesi sono:</p> <p><u>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):</u> Conseguimento di conoscenze relative alla analisi di sistemi vibranti sia continui che discreti. Fondamenti dei metodi di misura delle vibrazioni e conseguente analisi degli stessi. Analisi modale, sia numerica che sperimentale. Fondamenti dell'analisi dei segnali. Inoltre, tramite le Etivity gli studenti acquisiranno la capacità di formulare problemi della meccanica all'interno del software Octave</p> <p><u>Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding):</u> Sviluppo delle capacità di applicare le competenze acquisite per lo studio di problemi legati alle vibrazioni in ambito meccanico: problemi di risonanza strutturale, problemi di risposte a forzanti armoniche, impulsive e random. Capacità di misura delle vibrazioni in sistemi meccanici. Le Etivity prevedono l'applicazione delle conoscenze teoriche a problemi pratici da risolvere con l'ausilio di software di calcolo (Octave).</p> <p><u>Autonomia di giudizio (making judgements):</u> Lo studente, al termine del corso avrà acquisito la capacità di identificare le cause e proporre rimedi efficaci a problemi di carattere vibratorio di sistemi meccanici.</p> <p><u>Abilità comunicative (communication skills):</u> Sviluppo di un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che permetta di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito delle vibrazioni di sistemi meccanici.</p> <p><u>Capacità di apprendere (learning skills):</u> Capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto le vibrazioni di sistemi meccanici. Capacità di proseguire gli studi (master e dottorato) sui temi della meccanica fredda, sia teorici che sperimentali.</p>
Prerequisiti	<p>Non sono previste propedeuticità per il corso di Meccanica delle vibrazioni, tuttavia è necessario che lo studente abbia notevole familiarità con i seguenti argomenti:</p> <p>Argomenti di Analisi e Geometria Ottima conoscenza delle funzioni trigonometriche inclusa la loro rappresentazione in termini di esponenziali complessi Algebra lineare</p>

	<p style="text-align: center;">familiarità con le serie di Fourier Argomenti di Fisica ottima familiarità con gli argomenti di meccanica trattati nel corso di Fisica</p>
Contenuti del corso	<p>Modulo 1 - Vibrazioni a un grado di libertà:</p> <p>Modulo 2 - Sistemi a più gradi di libertà.</p> <p>Modulo 3 - Vibrazioni longitudinali, torsionali e flessionali.</p> <p>Modulo 4 - Misura sperimentale della dinamica delle strutture.</p> <p>Modulo 5 - Analisi del segnale:</p> <p>Modulo 6 - Processi aleatori.</p> <p>Modulo 7 - Vibrazioni Aleatorie.</p>
Materiali di studio	<p>· MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE</p> <p>Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 8 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.</p>
Metodi didattici	<p>Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.</p> <p>Sono poi proposti dei test di autovalutazione, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni.</p> <p>Sono altresì disponibili lezioni in web-conference programmate a calendario che si realizzano nei periodi didattici.</p> <p>La didattica si avvale, inoltre, di forum (aule virtuali) e chat disponibili in piattaforma che costituiscono uno spazio di discussione asincrono, dove i docenti individuano i temi e gli argomenti più significativi dell'insegnamento e interagiscono con gli studenti iscritti.</p> <p>La didattica interattiva è svolta con l'ausilio del Forum e comprende una serie di Etivity che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria alla soluzione, tramite codici di calcolo sviluppati in Octave dallo studente, di problemi tipici della meccanica applicata alle macchine.</p>
Modalità di verifica dell'apprendimento	<p>L'esame consiste di norma nello svolgimento di una prova orale e/o scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti e di una serie di attività (Etivity) svolte durante il corso nelle classi virtuali.</p> <p>La valutazione delle Etivity da 0 a 5 punti, è effettuata in itinere durante la durata del corso. L'esame di profitto è valutato per i restanti da 0 a 25 e può essere effettuato in forma orale o scritta</p> <p>La prova orale consiste in un colloquio tendente ad accertare il livello di preparazione dello studente.</p> <p>La prova scritta prevede 1 domanda di teoria ed la soluzione di 2 esercizi. Il tema d'esame dettaglia l'articolazione ed il peso di ogni punto della traccia proposta. Sono generalmente assegnati da 0 a 5 punti per la domanda di teoria e da 0 a 10 punti per ciascuno dei due esercizi proposti.</p>
Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale	<p>L'assegnazione dell'elaborato finale avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici interessi in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono preclusioni alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una media particolare per poterla richiedere.</p>
Programma esteso e materiale didattico di riferimento	
Presentazione del corso	
Modulo 1 - Lezione 1	<p>Sistemi and un grado di libertà: Moto oscillatorio, Vibrazioni libere e forzate, Oscillazioni libere senza smorzamento, Oscillazioni forzate, Amplificazione dinamica.</p> <p style="text-align: center;">Materiali didattici a cura del docente</p>
Modulo 1 - Lezione 2	<p>Sistemi and un grado di libertà: Energia di un sistema vibrante, Quadrilatero delle forze, Eccitazione del basamento, Isolamento delle vibrazioni.</p> <p>· Materiali didattici a cura del docente</p>

Modulo 1 – Lezione 3	Sistemi and un grado di libertà: Oscillazioni forzate con eccitazione non armonica, Forza periodica, Forza eccitante arbitraria, Approccio nel dominio del tempo, Integrale di convoluzione. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 1 – Lezione 4	Sistemi and un grado di libertà: Risposta complessa in frequenza, Relazione tra $H(j\omega)$ e $h(t)$, Curve di Risposta complessa in frequenza, Smorzamento strutturale. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 2 – Lezione 1	Sistemi a N gradi di libertà: Generalità, Modi di vibrazione, Equazioni del moto, Vibrazioni libere, Pulsazioni proprie e modi, Vibrazioni forzate. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 2 – Lezione 2	Sistemi a N gradi di libertà: Analisi Modale, In assenza di smorzamento, Con forzante armonica, Con forzante arbitraria, Smorzamento viscoso, Piccolo smorzamento, Smorzamento proporzionale, Caso generale, Smorzamento strutturale. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 2 – Lezione 3	Esercitazione: sistema a due gradi di libertà · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 2 – Lezione 4	Esercitazione: sistema labile a tre gradi di libertà Materiali didattici a cura del docente
Modulo 2 – Lezione 5	Esercitazione: Risposta libera di un sistema a due gradi di libertà · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 3 – Lezione 1	Sistemi Continui: Generalità, Vibrazioni trasversali libere di una corda, Determinazione delle pulsazioni proprie, Ortogonalità e normalizzazione delle autofunzioni, Condizioni iniziali, Coincidenza tra autofunzioni e modi di vibrazione. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 3 – Lezione 2	Sistemi Continui: Vibrazioni libere longitudinali, Determinazione delle pulsazioni proprie, Vibrazioni libere torsionali, Determinazione delle pulsazioni proprie. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 3 – Lezione 3	Sistemi Continui: Vibrazioni libere flessionali, Cenni sulle onde flessionali in travi e piastre, Soluzione per separazione di variabili, Determinazione delle pulsazioni proprie, Ortogonalità e normalizzazione delle autofunzioni, Condizioni iniziali e significato fisico delle autofunzioni, Vibrazioni forzate, Analisi Modale. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 3 – Lezione 4	Approfondimento: il concetto di modo di vibrazione nei sistemi continui. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 3 – Lezione 5	Esercitazione: Risposta di una trave flessionale. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 4 – Lezione 1	Analisi Sperimentale: Generalità, Sperimentazione - Prove dinamiche, Determinazione della risposta in frequenza, Misura dei parametri di sistemi 1-dof, Potenza Dissipata, Modulo di H, Parte reale di H, Parte Immaginaria di H, Diagramma di Kennedy-Pancu/Nyquist. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 4 – Lezione 2	Analisi Sperimentale: Stima dei parametri modali per sistemi a più gradi di libertà, Misura della FRF, Eccitazione stazionaria, Eccitazione quasi stazionaria, Eccitazione aleatoria, Eccitazione transitoria, Impulso, sweep. · Materiali didattici a cura del docente

Modulo 4 – Lezione 3	Analisi Sperimentale: Identificazione dei modi con il metodo di Kennedy-Panku. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 4 – Lezione 4	Esercitazione: misura sperimentale della FRF · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 4 – Lezione 5	Esercitazione: misura delle vibrazioni · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 5 – Lezione 1	Analisi dei segnali: Generalità, Classificazione dei segnali, Segnali periodici, Serie di Fourier, Convergenza, Forma complessa, Delta di Dirac, Spettri, Integrali di Fourier. · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 5 – Lezione 2	Analisi dei segnali: Spettri di ampiezza, fase ed energia, Proprietà della trasformata di Fourier, Considerazioni computazionali, Trasformata discreta di Fourier, Troncamento dei dati. . · Materiali didattici a cura del docente
Modulo 5 – Lezione 3	Analisi dei segnali: Campionamento temporale, Aliasing, Teorema di Shannon, Filtri. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 6 – Lezione 1	Processi aleatori: Generalità, Richiami sul calcolo delle probabilità, Caratteristiche di una distribuzione di probabilità. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 6 – Lezione 2	Processi aleatori: Variabili aleatorie pluridimensionali, Probabilità di un evento marginale, Probabilità di un evento congiunto, Probabilità di un evento totale, Probabilità di un evento condizionato, Momenti di variabili aleatorie pluridimensionali, Alcune importanti distribuzioni di probabilità, Distribuzione binomiale (Bernoulli), Distribuzione di Poisson, Distribuzione normale (Gauss). Materiali didattici a cura del docente
Modulo 6 – Lezione 3	Processi aleatori: Caratterizzazione di un processo stocastico, Processo stazionario. Medie di insieme, Processo ergodico. Medie temporali, Correlazione, Descrizione nel dominio del tempo, Funzione di autocorrelazione, Funzione di cross-correlazione, Applicazioni delle funzioni di correlazione. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 6 – Lezione 4	Processi aleatori: Descrizione nel dominio della frequenza, Densità spettrale e correlazione, Densità spettrale incrociata e Cross-correlazione, Applicazioni delle densità spettrali, La funzione di coerenza. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 7 – Lezione 1	Vibrazioni Aleatorie: Generalità, Risposta sistema a 1 g.d.l, Risposta ad eccitazione stazionaria, Risposta sistema a 1 g.d.l a rumore bianco, Risposta ad eccitazione della base. Materiali didattici a cura del docente
Modulo 7 – Lezione 2	Vibrazioni Aleatorie: Cross-correlazione tra due sistemi, Risposta di sistema ad n g.d.l, Risposta di sistemi continui. Materiali didattici a cura del docente

