



ANNO ACCADEMICO: 2018-2019		
INSEGNAMENTO/MODULO: <u>Meccanica e Dinamica delle Strutture: Modulo di "Dinamica delle Strutture"</u>		
TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ FORMATIVA: Moduli mutuati		
DOCENTE: De Rosa Maria Anna		
e-mail:maria.derosa@unibas.it	e-mail:maria.derosa@unibas.it	
telefono: 0971205059	telefono: 0971205059	
Lingua di insegnamento: italiano		
n. CFU: <u>6</u>	n. CFU: <u>6</u>	n. CFU: <u>6</u>
<b>OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>○ <b>Conoscenza e capacità di comprensione:</b> Lo studente deve essere in grado di individuare ed analizzare il comportamento dinamico di sistema ad un o più gradi di libertà e quello di strutture monodimensionali piane</li><li>○ <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Lo studente deve possedere la capacità di applicare le sue conoscenze in ambito dinamico a qualsiasi tipo di struttura riconducibile ad un sistema discreto.</li><li>○ <b>Autonomia di giudizio:</b> lo studente deve essere in grado di approfondire autonomamente quanto imparato in merito all'analisi dinamica di strutture utilizzando il metodo agli elementi finiti estendendo i concetti di base a strutture più complesse.</li><li>○ <b>Abilità comunicative:</b> lo studente deve possedere la capacità di presentare, con linguaggio scientifico appropriato i fenomeni dinamici studiati</li><li>○ <b>Capacità di apprendimento:</b> allo studente viene fornito un elenco dettagliato di testi e riviste dove poter approfondire i concetti appresi.</li></ul>		
<b>PREREQUISITI</b> Conoscenza approfondita del corso di base di Scienza delle Costruzioni		
<b>CONTENUTI DEL CORSO</b> Comportamento dinamico dei sistemi discreti ad uno e ad n gradi di libertà: frequenze libere di vibrazione e modi di vibrare, risonanza. I sistemi con attrito. Comportamento dinamico dei sistemi continui monodimensionali: equazioni del moto per travi di Eulero-Bernoulli e Timoshenko. La discretizzazione dei sistemi continui ed il metodo degli elementi finiti applicato a travi reticolari e telai piani. Gli argomenti sono così raggruppati.		
<b>Prima parte:</b> 1. Corpo continuo: Le ipotesi di base, le equazioni di Cauchy dell'equilibrio dinamico, il problema ai limiti fondamentale, le energie, Il principio dei lavori virtuali, il principio degli spostamenti virtuali, il principio delle forze virtuali, il principio di Hamilton, principio di Hamilton esteso.  2. Il principio di Hamilton per le strutture monodimensionali piane, le equazioni di Lagrange - Le equazioni di Lagrange per i sistemi discreti, la presenza delle forze d'attrito.		
<b>Seconda parte:</b>		

3. Modelli matematici di sistemi ad un grado di libertà - Nozioni introduttive: rigidità, attrito e massa - Impostazione dell'equazione del moto - Sistema ad un grado di libertà con forza applicata - L'equazione del moto di un oscillatore lineare in presenza di attrito - Applicazioni a modelli ad un grado di libertà
4. I sistemi lineari ad un grado di libertà: moto libero - Il sistema conservativo, la rappresentazione nello spazio delle fasi e le configurazioni di equilibrio - Il sistema dissipativo, il caso dei sistemi ad attrito debole, il decremento logaritmico ed il calcolo del fattore di attrito, il caso dei sistemi ad attrito forte, il caso dei sistemi ad attrito critico. - I sistemi con parametri e le perdite di stabilità - La perdita di stabilità nel piano complesso.
5. I sistemi lineari ad un grado di libertà forzati armonicamente - Sistema conservativo: Il sistema conservativo forzato armonicamente. Il caso della risonanza - I sistemi lineari ad un grado di libertà forzati armonicamente, sistema ad attrito subcritico, eccitazione a frequenza nulla, risonanza, eccitazione a frequenza elevata. Una galleria di esempi, La rappresentazione nel piano complesso: rappresentazione rettangolare e polare; risposta di riposo del sistema nel piano di Argand, equilibrio delle forze nel piano di Argand. Due comportamenti di sistemi ad un grado di libertà: isolamento alla base, il caso dello scuotimento alla base.
6. - I sistemi ad un grado di libertà forzati non armonicamente, il caso della forzante costante, il caso dell'impulso rettangolare di durata finita: a) Caso in assenza di attrito, b) Caso in presenza di attrito debole; il caso della forzante lineare; l'influenza del tempo di applicazione dei carichi, il caso dell'impulso triangolare di durata finita: a) Caso in assenza di attrito b) Presenza di attrito debole. Risposta ad una forza impulsiva, risposta ad un'azione non periodica: l'integrale di Duhamel per sistemi conservativi, valutazione numerica di un integrale di Duhamel per un sistema conservativo; valutazione numerica di un integrale di Duhamel per un sistema in presenza di attrito debole: esempi numerici.
7. I sistemi ad  $n$  gradi di libertà. Sistemi conservativi: Ortogonalità dei vettori modali, esempi su sistemi a due gradi di libertà.

**Terza parte:**

8. Ipotesi di base della trave di Eulero-Bernoulli; il calcolo dell'energia di deformazione elastica per una trave di Eulero-Bernoulli simmetrica
9. Le travi di Timoshenko: le ipotesi di base e la scrittura dell'energia di deformazione, le energie cinetiche.
10. Il caso dinamico: le equazioni del moto: scrittura dell'equazione del moto di una trave soggetta a vibrazioni assiali, La scrittura dell'equazione del moto assiale tramite le equazioni di Lagrange, il caso delle vibrazioni trasversali, equazioni di equilibrio dinamico di una trave, scrittura delle equazioni del moto di una trave soggetta a sforzo assiale, scrittura delle equazioni del moto tramite le equazioni di Lagrange di una trave poggiate su suolo alla Pasternak, il caso di trave in presenza di cedimenti elastici, il caso di trave a mensola con massa concentrata e inerzia rotazionale all'estremo di destra, scrittura delle equazioni del moto di una trave di Eulero-Bernoulli in presenza di attrito viscoso.
11. Le vibrazioni trasversali delle travi di Timoshenko. Il concetto di frequenza e di modo di vibrare, le vibrazioni assiali, la soluzione dell'equazione del moto: le condizioni ai limiti ed il calcolo delle frequenze: asta fissa-libera, le vibrazioni trasversali, la soluzione dell'equazione del moto, la soluzione dell'equazione del moto: trave appoggiata, trave a mensola, trave a mensola con massa concentrata ed inerzia rotazionale all'estremo libero, trave di Eulero-Bernoulli in presenza di sforzo assiale. Ortogonalità dei modi di vibrare flessionali. Trave con vincoli cedevoli, Programma di calcolo.

**Quarta parte:**

12. Analisi dinamica dell'asta - approccio agli elementi finiti: cenni teorici alla teoria degli elementi finiti: metodi per la ricerca delle funzioni di forma, il caso assiale: deduzione delle deformazioni, dell'energia di deformazione e della matrice delle rigidità. Elementi asta più raffinati, calcolo dei carichi esterni, deduzione dell'energia cinetica, matrice delle masse, equazione del moto di Lagrange per i sistemi ad  $N$ -gradi di libertà, il calcolo degli autovalori col Mathematica.
13. Analisi dinamica di trave - approccio agli elementi finiti, Il caso trasversale: deduzione delle funzioni di forma,



elementi trave più raffinati, calcolo dell'energia elastica, la matrice delle rigidezze, l'energia cinetica; la matrice delle masse, ricerca degli autovalori col Mathematica. La matrice di rigidezze elementare della trave in un riferimento globale.

14 Esempi metodo elementi finiti: travatura reticolare e telaio. Analisi dinamica di una travatura reticolare: calcolo della matrice delle rigidezze e di quella delle masse nel riferimento locale, Partizionamento del vettore dei gradi di libertà, in gradi di libertà attivi e passivi. Costruzione della matrice globale delle rigidezze e delle masse; Esempio di un'analisi dinamica di un telaio: la procedura di assemblaggio. Partizionamento del vettore dei gradi di libertà, in gradi di libertà attivi e passivi. Costruzione della matrice delle rigidezze e delle masse globale.

#### METODI DIDATTICI

Il corso prevede 54 ore di didattica frontale il cui verranno spiegati i fondamenti della disciplina.

Durante le lezioni si svolgeranno esempi ed esercizi atti ad approfondire la comprensione dei singoli argomenti.

Ad alcuni argomenti seguirà un approfondimento computazionale con l'uso del programma di calcolo Mathematica. Durante il corso si chiederà di svolgere degli elaborati.

#### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

La verifica finale sarà un esame orale. Esso si svolgerà nel seguente modo:

risoluzione di un esercizio di analisi dinamica, una domanda sui fondamenti di base della disciplina e una domanda sui metodi dell'analisi dinamica.

Gli studenti porteranno gli elaborati svolti durante il corso.

#### TESTI DI RIFERIMENTO E DI APPROFONDIMENTO, MATERIALE DIDATTICO ON-LINE

Materiale didattico fornito dal docente durante il corso.

Meirovitch "Fundamentals of vibrations" McGRAW-HILL

#### METODI E MODALITÀ DI GESTIONE DEI RAPPORTI CON GLI STUDENTI

All'inizio del corso, dopo aver descritto obiettivi, programma e metodi di verifica il docente raccoglie l'elenco degli studenti che intendono iscriversi al corso, corredato di nome, cognome, matricola ed e-mail. A ciascun studente, iscritto al corso, il docente invierà gli appunti dettagliati, corredati da esercizi svolti e non.

Orario di ricevimento: mercoledì dalle 8.30-11.30 o in altri giorni prendendo accordo con il docente tramite e-mail.

Lo studente, inoltre, avrà la possibilità di porre quesiti e correggere esercizi ed elaborati inviandoli alla posta elettronica del docente( maria.derosa@unibas.it)

#### DATE DI ESAME PREVISTE<sup>1</sup>

[23/01/2019](#), [13/02/2019](#), [13/03/2019](#), [17/04/2019](#), [15/05/2019](#), [12/06/2019](#), [24/07/2019](#), [25/09/2019](#), [16/10/2019](#), [27/11/2019](#), [11/12/2019](#)

SEMINARI DI ESPERTI ESTERNI    SI     NO

#### ALTRE INFORMAZIONI

<sup>1</sup>Potrebbero subire variazioni: consultare la pagina web del docente o del Dipartimento/Scuola per eventuali aggiornamenti