

FACOLTÀ	INGEGNERIA
ANNO ACCADEMICO	2011/12
CORSO DI LAUREA	Ingegneria Meccanica
INSEGNAMENTO	Progettazione Assistita di Strutture Meccaniche
TIPO DI ATTIVITÀ	A scelta
AMBITO DISCIPLINARE	
CODICE INSEGNAMENTO	05838
ARTICOLAZIONE IN MODULI	NO
NUMERO MODULI	
SETTORI SCIENTIFICO DISCIPLINARI	ING-IND/14
DOCENTE RESPONSABILE	Antonio Pantano P.A. Università di Palermo
CFU	9
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	110
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITÀ DIDATTICHE ASSISTITE	115
PROPEDEUTICITÀ	Scienza delle Costruzioni, Costruzione di Macchine
ANNO DI CORSO	3
SEDE DI SVOLGIMENTO DELLE LEZIONI	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula
MODALITÀ DI FREQUENZA	Facoltativa
METODI DI VALUTAZIONE	Prova Orale, Presentazione di una raccolta di esercitazioni assegnate durante il corso
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
PERIODO DELLE LEZIONI	Primo semestre
CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ DIDATTICHE	Consultare il sito www.ingegneria.unipa.it
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	Da definire in base agli orari delle lezioni

RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

- Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere in maniera originale problematiche d'ingegneria meccanica tramite l'utilizzo dei metodi analitici assistiti da calcolatore, del metodo delle differenze finite, metodo degli elementi finiti, del metodo elementi di contorno. Lo studente inoltre acquisirà le conoscenze di base sulla realizzazione di programmi FEM, sulla Modellazione parametrica, sulla progettazione metodica, similitudine strutturale.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

- Lo studente avrà acquisito conoscenze e metodologie per analizzare e risolvere problemi tipici della progettazione strutturale con l'ausilio di metodi numerici e di metodi analitici assistiti da calcolatore.

Autonomia di giudizio

- Lo studente avrà acquisito una metodologia d'analisi propria nel modellare fenomeni e processi strutturali, nel riconoscere il comportamento di una struttura per la corretta individuazione del tipo

metodo numerico più adatto, nel modellare sistemi di vincolo e di carico, nell'interpretazione dei risultati.

Abilità comunicative

- Lo studente sarà in grado di comunicare con competenza e proprietà di linguaggio a proposito di problematiche complesse di progettazione assistita di strutture meccaniche.

Capacità d'apprendimento

- Lo studente sarà in grado di affrontare in autonomia più di una problematica relativa all'utilizzo di tecniche numeriche per l'ingegneria meccanica. Sarà in grado di approfondire tematiche complesse riguardo all'utilizzo dei metodi analitici assistiti da calcolatore, dei metodi degli elementi finiti e degli elementi di contorno.

OBIETTIVI FORMATIVI

Lo studente, al termine del corso, avrà acquisito conoscenze e metodologie per affrontare e risolvere problematiche d'ingegneria meccanica tramite l'utilizzo dei metodi analitici assistiti da calcolatore, del metodo delle differenze finite, metodo degli elementi finiti, del metodo elementi di contorno e la realizzazione di specifici programmi FEM. Lo studente avrà acquisito una metodologia d'analisi propria per la corretta individuazione del metodo numerico più adatto al problema da investigare, nel modellare sistemi di vincolo e di carico e nell'interpretazione dei risultati.

ORE FRONTALI	LEZIONI FRONTALI
1	Introduzione al corso. Metodi di analisi strutturale. Richiami di teoria dell'elasticità.
9	Metodi analitici basati sulla teoria dell'elasticità assistiti dal calcolatore: formulazione matematica, soluzione mediante funzioni che soddisfano l'equazione biarmonica. Funzione di Airy e funzione di Marguerre per la risoluzione in termini di tensioni e spostamenti. Soluzione di problemi bidimensionali nella forma di serie di Fourier. Utilizzo di programmi commerciali di calcolo matematico quale ausilio alla risoluzione analitica di problemi meccanici.
2	Metodo delle differenze finite. Teoria ed applicazioni.
2	Introduzione al metodo degli elementi finiti. Fondamenti matematici dei metodi agli elementi finiti. Metodi per il calcolo dei termini della matrice di rigidezza di un elemento: Principio dei lavori virtuali, Metodo variazionale di Rayleigh-Ritz, Metodo dei residui pesati di Galerkin.
3	Concetto di approssimazione di una struttura mediante suddivisione in elementi. Formulazione di rigidezza/deformabilità. Elemento asta. Dagli elementi alla struttura. Assemblaggio. Peculiarità della matrice di rigidezza. Calcolo degli spostamenti e delle reazioni vincolari. Calcolo delle tensioni.
5	Formulazione generale per il generico elemento finito. Funzioni di forma: regole di completezza e Compatibilità. Funzione di spostamento alle coordinate generalizzate. Elementi: Asta, trave con formulazione di Eulero-Bernoulli, trave con formulazione di Timoshenko, Elemento piano a 3 nodi, Elemento piano a 4 nodi, elementi a 3 e a 4 nodi assialsimmetrici, Piastra di Kirchhoff, Piastra di Mindlin.
4	Formulazione isoparametrica. Elemento uni-dimensionale. Elementi piani triangolari, Elementi piani quadrangolari, Elementi solidi tetraedri e parallelepipedi. Matrice di rigidezza per l'elemento isoparametrico. Integrazione numerica. Calcolo delle tensioni (punti di Barlow/Gauss). Scelta dell'ordine di integrazione. Distorsione degli elementi. Criteri di convergenza. Criteri di discretizzazione.
6	Il metodo degli EF nei problemi di campo stazionario; analisi non lineare: procedimenti incrementale, iterativo, misto. Problemi di instabilità meccanica. Analisi dinamiche. Integrazione diretta, metodi espliciti e metodi impliciti. Stabilità e precisione dei metodi d'integrazione diretta. Analisi modali. Analisi della risposta armonica. Applicazione del metodo degli EF nei problemi termomeccanici. Elementi gerarchici.
9	Utilizzazione di codici commerciali basati sul FEM in: analisi di strutture intelaiate, piane, a guscio, assialsimmetriche; problemi d'instabilità meccanica; problemi non lineari; transitori in problemi termomeccanici; analisi di transitorio dinamico.
4	Introduzione alla realizzazione di programmi FEM.
8	Metodo degli elementi di contorno: generalità, tecnica degli elementi di contorno,

	utilizzazione di soluzioni singolari, problemi interni ed esterni, metodi diretti ed indiretti, metodo diretto degli integrali di contorno, teorema di reciprocità, proprietà delle soluzioni test, coefficienti di influenza per il calcolo sul contorno; calcolo nei punti interni, formule di Somigliana; criteri di discretizzazione; struttura di un programma ai BE; analisi di strutture piane ed assialsimmetriche in campo lineare.
1	Modellazione parametrica.
1	Principi di progettazione metodica; Esempi applicativi.
1	Similitudine strutturale - determinazione delle leggi di similitudine meccanica per alcuni casi di sollecitazioni.
ESERCITAZIONI	
6	Metodi analitici basati sulla teoria dell'elasticità assistiti dal calcolatore: formulazione matematica, soluzione mediante funzioni che soddisfano l'equazione biarmonica. Funzione di Airy e funzione di Marguerre per la risoluzione in termini di tensioni e spostamenti. Soluzione di problemi bidimensionali nella forma di serie di Fourier. Utilizzo di programmi commerciali di calcolo matematico quale ausilio alla risoluzione analitica di problemi meccanici.
1	Metodo delle differenze finite. Teoria ed applicazioni.
3	Formulazione generale per il generico elemento finito. Funzioni di forma: regole di completezza e Compatibilità. Funzione di spostamento alle coordinate generalizzate. Elementi: Asta, trave con formulazione di Eulero-Bernoulli, trave con formulazione di Timoshenko, Elemento piano a 3 nodi, Elemento piano a 4 nodi, elementi a 3 e a 4 nodi assialsimmetrici, Piastra di Kirchhoff, Piastra di Mindlin.
3	Il metodo degli EF nei problemi di campo stazionario; analisi non lineare: procedimenti incrementale, iterativo, misto. Problemi di instabilità meccanica. Analisi dinamiche. Integrazione diretta, metodi espliciti e metodi impliciti. Stabilità e precisione dei metodi d'integrazione diretta. Analisi modali. Analisi della risposta armonica. Applicazione del metodo degli EF nei problemi termomeccanici. Elementi gerarchici.
9	Utilizzazione di codici commerciali basati sul FEM in: analisi di strutture intelaiate, piane, a guscio, assialsimmetriche; problemi d'instabilità meccanica; problemi non lineari; transitori in problemi termomeccanici; analisi di transitorio dinamico.
3	Introduzione alla realizzazione di programmi FEM.
6	Metodo degli elementi di contorno: generalità, tecnica degli elementi di contorno, utilizzazione di soluzioni singolari, problemi interni ed esterni, metodi diretti ed indiretti, metodo diretto degli integrali di contorno, teorema di reciprocità, proprietà delle soluzioni test, coefficienti di influenza per il calcolo sul contorno; calcolo nei punti interni, formule di Somigliana; criteri di discretizzazione; struttura di un programma ai BE; analisi di strutture piane ed assialsimmetriche in campo lineare.
TESTI CONSIGLIATI	Antonio Pantano: "Appunti del Corso di Progettazione Assistita di Strutture Meccaniche" - Rapp. Int. del Dip. di Meccanica, 2007. G.Belingardi: "Principi e metodologie della progettazione meccanica", Levrotto & Bella, 1995 S.L. Crouch, A.M. Starfield: "Boundary element meth. in solid mechan.", G. Allen & Unwin, London, 1983 O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor: "The finite element method" - McGraw Hill Book Company, London, 1989 J. N. Reddy: "An Introduction to the Finite Element Method", McGraw Hill Book Company, London, 1993. V. Hubka, W.E. Eder: "Design science" – Springer, London, 1992. F. Cappello: "Appunti sul metodo degli elementi finiti" - Rapp. Int. del Dip. di Mecc. e Aeron., 1993, 1996.