INGEGNERIA MECCANICA (LM07)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento CALCOLO E PROGETTO DI MACCHINE

GenCod A005056

Docente titolare RICCARDO NOBILE

Insegnamento CALCOLO E PROGETTO DI MACCHINE

Insegnamento in inglese MACHINE DESIGN AND VERIFICATION

Settore disciplinare ING-IND/14

Corso di studi di riferimento INGEGNERIA MECCANICA

Tipo corso di studi Laurea Magistrale

Crediti 12.0

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 108.0

Per immatricolati nel 2019/2020

Erogato nel 2019/2020

Anno di corso 1

Lingua ITALIANO

Percorso PERCORSO COMUNE

Sede Lecce

Periodo Secondo Semestre

Tipo esame Orale

Valutazione Voto Finale

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il corso ha l'obiettivo di introdurre e approfondire le tecniche avanzate di calcolo delle sollecitazioni negli organi meccanici, superando le limitazioni legate da un lato alla teoria della trave e dall'altro lato al comportamento elastico lineare del materiale. Per questa ragione vengono esaminate le soluzioni della teoria dell'elasticità relative a casi bidimensionali, quali ad esempio piastre, gusci e dischi rotanti e vengono fornite le basi teoriche e applicative del metodo degli elementi finiti. Una parte importante del corso è riservato allo studio delle oscillazioni torsionali e delle velocità critiche degli alberi rotanti, quali esempi di sovrasollecitazioni indotte da carichi dinamici. Successivamente vengono approfonditi i meccanismi di rottura dei materiali, con particolare riguardo al fenomeno della fatica e alla meccanica della frattura. Infine, viene affrontato l'argomento dei materiali ortrotropi e della loro caratterizzazione.

PREREQUISITI

La conoscenza dei contenuti del corso di Scienza delle Costruzioni e di Costruzione di Macchine è fondamentale per una corretta comprensione degli argomenti.

OBIETTIVI FORMATIVI

*Impostare l'analisi strutturale analitica o numerica FEM di elementi con geometria complessa.
*Determinare le sollecitazioni dinamiche e le condizioni critiche degli organi rotanti.
*Verificare la resistenza a fatica di un organo meccanico.
*Utilizzare gli strumenti di calcolo della meccanica della frattura.
*Conoscere il comportamento costitutivo dei materiali ortotropi.

METODI DIDATTICI

Il conseguimento degli obiettivi formativi del corso è realizzato attraverso lezioni frontali per gli argomenti teorici, esercitazioni in aula e al calcolatore e visita presso i laboratori di meccanica sperimentale

MODALITA' D'ESAME	L'esame consiste in una prova orale. Lo studente è tenuto obbligatoriamente a partecipare alle esercitazioni in laboratorio. Ad ogni studente è richiesto di produrre un elaborato scritto su una esercitazione individuale, consistente in un calcolo analitico o una modellazione FEM. Tale elaborato dovrà essere consegnato prima dell'appello in cui si intende sostenere l'esame e comunque entro il 30 settembre successivo al termine del corso. La mancata consegna dell'elaborato entro tale termine preclude la possibilità di sostenere l'esame.

PROGRAMMA ESTESO

Introduzione alla progettazione meccanica

Il Metodo degli Elementi Finiti

Metodi numerici di risoluzione dei problemi di campo. Panoramica dei metodi numerici di calcolo: differenze finite, metodi variazionali, metodi dei residui pesati. Formulazione diretta derivata dal metodo degli spostamenti. La matrice di rigidezza. Cenni al metodo delle forze. Concetti introduttivi del metodo degli elementi finiti: discretizzazione del dominio, identificazione delle tipologie di elementi finiti semplici, assemblaggio e risoluzione numerica. Formulazione diretta degli elementi tipo asta e trave nel piano e nello spazio. Assemblaggio degli elementi finiti: la matrice di orientamento e la matrice di congruenza. Esempi di matrici di orientamento e di congruenza per elementi asta e trave. Risoluzione analitica di strutture semplici. Formulazione variazionale per elementi qualsiasi: applicazione del Principio dei Lavori Virtuali. Le funzioni di forma. Matrice di rigidezza dell'elemento triangolare piano. Elementi isoparametrici. Elementi piani e solidi: elementi di Lagrange e di Serendipity. Funzioni di forma dell'elemento asta e dell'elemento trave. Calcolo dei carichi nodali equivalenti. Cenni ai metodi di integrazione numerica. Applicazione a casi reali del metodo degli elementi finiti: esempi di schematizzazione e discretizzazione. Estensione del metodo degli elementi finiti al caso dinamico: la matrice delle masse. Matrici lumped e consistent. Condensazione statica e cinematica. Analisi per sottostrutture.

Calcolo analitico delle sollecitazioni

Teoria dei dischi rotanti. Travi curve. Elementi bidimensionali: teoria delle piastre inflesse di Kirckoff e cenni alla teoria delle piastre spesse di Mindlin; teoria dei gusci. Esempi applicativi a serbatori in pressione.

Analisi dinamica delle strutture

Frequenze proprie flessionali, Oscillazioni torsionali delle macchine alternative. Riduzione a sistema equivalente di un albero motore. Analisi delle condizioni di risonanza di un monocilindro e di un pluricilindro. Velocità critiche degli alberi rotanti: definizioni e proprietà. Influenza dell'inerzia trasversale. La formula di Dunkerley.

La fatica

Il fenomeno della fatica dei materiali e delle strutture. Analisi del meccanismo di rottura a fatica. Comportamento a fatica: la curva di Wöhler. Parametri che influenzano la fatica. Influenza del carico medio: il diagramma di Goodman-Smith e di Haigh-Smith. Effetto di intaglio e concentrazione delle tensioni. Danneggiamento a fatica indotto da ampiezze di sollecitazioni variabili: la legge di Palmgren-Miner. Cumulativi di carico e curve di Gassner. Cenni alla fatica oligociclica.

La meccanica della frattura

Concetti di base della meccanica della frattura lineare elastica: approccio energetico di Griffith, approccio tensionale di Williams. Parametri della meccanica della frattura e definizione della tenacità a frattura. Calcolo del raggio plastico all'apice della cricca e cenni alla meccanica della frattura elastoplastica. Propagazione delle cricche a fatica: la legge di Paris. Integrazione della legge di Paris e stima della vita residua.

Materiali ortotropi

Matrice costitutiva per un materiale qualsiasi. Significato fisico dei termini della matrice costitutiva. Definizione di materiali ortrotropi. Matrice di cambiamento del riferimento. Micromeccanica della lamina. Determinazione delle proprietà costitutive di un laminato composito. Cenni ai criteri di resistenza per materiali ortotropi.

Esercitazioni in laboratorio

Caratterizzazione meccanica di materiali utilizzando macchine di prova universali presso il laboratorio di Meccanica Sperimentale

Modellazione e calcolo strutturale con software FEM di semplici strutture

TESTI DI RIFERIMENTO

[1] Atzori B., Moderni Metodi e Procedimenti di Calcolo nella Progettazione Meccanica, Laterza, 1995
[2] Atzori B., Appunti di Costruzione di Macchine, Ed. Cortina, 2001
[3] Belluzzi O., Scienza delle Costruzioni - Vol. 3, Zanichelli, 1989
[4] Giovannozzi R., Costruzione di Macchine - Vol. 2, Patron, 1980
[5] Hutton D.H., Fundamentals of finite element analysis, McGraw-Hill, 2004
[6] Jones R.M., Mechanics of composite materials, Taylor & Francis, 1999
[7] Vergani L., Meccanica dei materiali, McGraw-Hill, 2006

Testi di approfondimento

[1] Anderson, Fracture mechanics: fundamentals and applications, CRC Press, 2005
[2] Cook R.D., Malkus D.S., Plesha M.E., Witt R.J., Concepts and Applications of Finite Element Analysis, John Wiley & Sons, 2002
[3] Zienkiewicz, The Finite Element Method in Engineering Science, McGraw-Hill, 1971