

Metodi Computazionali per l'Analisi Strutturale

Lo studente che supera con profitto il corso ha le competenze per applicare ed utilizzare il metodo agli Elementi Finiti (EF) per analisi statiche lineari di componenti meccanici, con una sufficiente base teorica per capire i limiti dell'applicazione, la sensibilità agli errori, e la corrispondenza fra i risultati della simulazione e i componenti realmente modellati.

CFU: 6

Lingua ufficiale: Italiano

Programma

Introduzione teorica di base del metodo agli Elementi Finiti (EF) in ambito statico lineare:

- funzioni di forma per l'elemento triangolare piano;
- determinazione delle matrici di rigidezza dell'elemento e della struttura;
- applicazione di vincoli e carichi, e determinazione della soluzione.

Principali tipi di elemento per analisi strutturali e loro impiego:

- elementi Piani per modellazione plane stress, plane strain e assialsimmetrica;
- elementi monodimensionali Asta;
- elementi monodimensionali Trave, trattazioni di Eulero-Bernoulli e di Timoshenko con deformabilità a taglio;
- elementi monodimensionali Tubo;
- elementi piani Armonici (di Fourier);
- elementi di Contatto, Gap (o node-to-node) e Contact-Target;
- elementi Guscio assialsimmetrico e Guscio-Piastra 3D;
- elementi Solidi 3D di forma esaedrica e tetraedrica.

Principi di modellazione:

- tecnica di modellazione per sotto-modello;
- utilizzo delle simmetrie, in particolare simmetria e antisimmetria planare;
- vincoli di dipendenza e utilizzo del vincolo di regione rigida;
- connessioni fra tipi di elementi diversi;
- valutazione dell'errore e analisi di convergenza.

Attività di laboratorio: utilizzo del Software Ansys APDL/ Workbench, con esercitazione guidate, e assegnate da svolgere, sviluppando le varie tematiche presentate nel corso.

Libri di testo e materiale didattico

- Madenci E., Guven I. "The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS", Springer 2015.
- ANSYS Apdl/ Workbench help and related documentation.
- Slide del corso, informazioni varie e testi d'esame sulla homepage del docente.

Modalità di verifica finale

La prova scritta di 1 ora consiste in una domanda relativa ad un problema di natura teorica del metodo EF ed un altro quesito riguardante il progetto di modellazione di un componente strutturale meccanico.

La prova orale consiste nell'esposizione di un progettino dedicato all'utilizzo del software Ansys (APDL e Workbench) su un problema meccanico concordato con il docente. Lo studente sarà valutato in base alla sua capacità di definire la corretta scelta dei tipi di elemento da utilizzare, e la discussione delle modalità di applicazione di vincoli e carichi su lo specifico problema strutturale.

Computational Methods for Structural Analysis

The student who successfully completes the course has the ability to apply the Finite Element Method (FEM) for the linear static stress analysis of mechanical components and structures, with sufficient theoretical basis to understand the application limits, the error sensitivity and the actual correspondence of the results with the real component being modelled.

Credits: 6

Language: Italian

Syllabus

Basic introduction of the Finite Element Method (FEM) theory for the static linear analysis:

- shape function for the triangular plane element;
- stiffness matrices for each single element and stiffness matrix of the whole structure;
- loads and constraint application, and solution determination.

Main element types for structural analysis and their uses:

- Plane elements for plane stress, plane strain and axisymmetric modelling;
- Link one-dimensional element;
- Beam one-dimensional element, Euler-Bernoulli and Timoshenko (with additional shear deflection) theories;
- Link one-dimensional element;
- Harmonic (Fourier) plane element;
- Contact elements, Gap (or node-to-node) and Contact-Target;
- Shell elements, axisymmetric and 3D Shell-Plate;
- 3D solid elements with hexahedral and tetrahedral shapes.

Modelling criteria:

- Sub-modelling technique;
- exploitation of the symmetry conditions, specifically symmetry and antisymmetry with respect to a plane;
- constraint equations, coupled degrees of freedom, and rigid region constraint;
- interconnection between dissimilar type elements;
- error analysis and mech convergence study.

Laboratory activities: Software Ansys APDL/ Workbench training with guided tutorials and free exercises for implementing the course subjects.

Textbooks and educational tutorials

- Madenci E., Guven I. "The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS", Springer 2015.
- ANSYS Apdl/ Workbench help and related documentation.
- Course slides, lecture notes, and Examination test samples available at professor homepage.

Final test

The written examination (2 hours) consists in a theoretical question about FEM and then the design and proposal of a model for the analysis of a structural mechanical component.

The oral examination is the presentation and discussion of a short project on a mechanical problem arranged with the professor to be implemented with Ansys (APDL and Workbench). The student will be assessed on his/her ability to define the proper choice of element type, load, and constraint application on that specific structural problem.