



Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome

Cognome

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano

English

Aree culturali

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A. L LM LM CU

CdS

Codice

Canale

CFU

Lingua

Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Nome

Cognome

Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

Italiano

English



Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Aerospace Digital

CONOSCENZE E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:

L'insegnamento ha l'obiettivo di fornire conoscenze sugli aspetti metodologici teorici ed applicativi di argomenti avanzati del calcolo strutturale in ambito aerospaziale ed aeronautico.

Il corso presenta continuità con gli insegnamenti di meccanica strutturale, fornendo una conoscenza approfondita sulle tipologie delle strutture aerospaziali e sui metodi di calcolo utilizzati per il loro dimensionamento e verifica.

Vengono affrontate problematiche di progettazione riguardanti la modellazione delle strutture aerospaziali nel loro complesso e di loro componenti primari e secondari, in modo da poter affrontare criticamente le principali sfide progettuali del settore con avanzati strumenti di simulazione numerica.

In particolare, l'insegnamento fornisce competenze sul comportamento statico, dinamico e a stabilità di tali strutture, considerando architetture realizzate in materiale composito.

CAPACITÀ DI APPLICARE LA CONOSCENZA E COMPrensIONE:

Al termine del corso, lo studente acquisirà le competenze necessarie per progettare e/o verificare elementi strutturali in campo aerospaziale ed aeronautico, verificandone la resistenza e l'affidabilità.

Lo studente apprenderà gli strumenti avanzati per modellare e risolvere complessi problemi di analisi strutturale mediante simulazione con strumenti teorici e numerici, sviluppando capacità di eseguire valutazioni preliminari e di dettaglio di stati di tensione e deformazione utilizzando approcci di complessità crescente.

Tale capacità sarà dimostrata dallo svolgimento di un progetto, relativo ad un caso di concreto interesse applicativo, con tematiche anche multidisciplinari.

AUTONOMIA DEL GIUDIZIO e ABILITÀ COMUNICATIVE:

L'esecuzione di un progetto, con l'ausilio di strumenti di simulazione numerica, nel quale lo studente si troverà ad affrontare e risolvere nell'ambito delle strutture aerospaziali problemi specifici di comprensione funzionale, di resistenza, di valutazione di alternative progettuali contribuisce allo sviluppo di un'autonomia di giudizio.

La necessità di identificare elementi importanti e le loro relazioni nella definizione di un modello di simulazione stimolano ulteriormente l'autonomia del giudizio.

La presentazione e discussione dei contenuti, la condivisione delle scelte, delle metodologie e dei risultati dei singoli progetti assegnati a inizio corso contribuisce altresì a sviluppare le abilità comunicative.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:

La capacità di apprendimento sarà favorita dall'esecuzione del progetto su un tema definito all'inizio del corso. Inoltre, verranno suggerite numerose fonti bibliografiche e stimolate letture integrative per completare ed approfondire la preparazione in ambiti maggiormente specifici.

Italiano



Aerospace Digital

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

The course aims to provide knowledge on the theoretical and applicative methodological aspects of advanced topics of structural calculation in the aerospace and aeronautical fields.

The course presents continuity with the classes of structural mechanics, providing in-depth knowledge of the aerospace structures typologies and the calculation methods used for their sizing and verification.

Design issues regarding the modeling of aerospace structures as a whole and of their primary and secondary components are addressed so as to be able to critically address the main design challenges of the sector with advanced numerical simulation tools.

In particular, the course provides skills on the static, dynamic and stability behavior of these structures, considering architectures made of composite material.

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

At the end of the course, the student will acquire the skills necessary to design and/or verify structural elements in the aerospace and aeronautical fields, verifying their resistance and reliability.

The student will learn advanced tools to model and solve complex structural analysis problems through simulation with theoretical and numerical tools, developing the ability to perform preliminary and detailed evaluations of stress and deformation states using approaches of increasing complexity.

This ability will be demonstrated by carrying out a project concerning a problem of applicative interest and utilizing multidisciplinary topics.

MAKING JUDGMENTS and COMMUNICATION SKILLS:

The project execution requires the use of numerical simulation tools. The student will have to face and solve specific problems of functional understanding, resistance, and evaluation of design alternatives in the context of aerospace structures, contributing to developing autonomy of judgment.

The need to identify important elements and their relationships in the definition of a simulation model further stimulates the autonomy of judgment.

The presentation and discussion of the contents, the sharing of design choices, methodologies and results of the individual projects assigned at the beginning of the course also contribute to the development of communication skills.

LEARNING SKILLS:

Learning ability will be favored by carrying out the project regarding a topic defined at the beginning of the course. Furthermore, numerous bibliographical sources will be suggested and additional readings will be encouraged to complete and deepen preparation in more specific areas.

English



Prerequisiti

Italiano

Non ci sono prerequisiti obbligatori da soddisfare. Tuttavia, è altamente raccomandato possedere le conoscenze nelle aree di meccanica delle strutture e della costruzione di macchine, del metodo degli elementi finiti, meccanica applicata alle macchine, scienza delle costruzioni, processi e sistemi di lavorazione meccanica di metalli e materiali compositi. In particolare è raccomandata la conoscenza della teoria delle travi, teoria delle piastre, teoria dei gusci, analisi di tensione e deformazioni monodimensionali e bidimensionali, concentrazione di tensione, teorie di rottura sotto carico statico.

English

There are no mandatory prerequisites. However, it is highly recommended to possess the basic knowledge of Mechanics of Structures and Machine design, Finite Element Method, Mechanics Applied to Machines, Strength of Materials, Manufacturing Processes and Systems, basics of Composite Materials. In particular it is recommended the knowledge of the beam theory, plate theory, shell theory, 1D and 2D stress and strain analysis, stress concentrations, failure theories and assessment under static loading.



Programma

Aerospace Digital

Introduzione: evoluzione delle strutture aeronautiche. Classificazione degli aeromobili, architettura e funzioni degli elementi strutturali. Conoscenze sul progetto di componenti strutturali primari e secondari. Peculiarità del progetto strutturale aeronautico. Rassegna dei veicoli spaziali.

Determinazione dei carichi: Carichi di manovra, fattore di carico, esempi di manovre tipiche e sollecitazioni. Diagramma di manovra, ripartizione della portanza tra ala e coda. Determinazione carichi.

Meccanica dei materiali compositi: meccanica della lamina e del laminato. Legge di Hooke generalizzata, materiali anisotropi ed ortotropi. Equazioni costitutive 3D. Passaggio da sistema di riferimento materiale a sistema di riferimento struttura. Teoria Classica della laminazione. Teoria delle piastre deformabili a taglio al primo ordine. Effetti e complicazioni derivanti dalle strutture multistrato: anisotropia nel piano e trasversale, effetti zig-zag, continuità interlaminare. Criteri di resistenza per laminati compositi. Principio degli spostamenti virtuali, metodo di Ritz e metodi dei residui pesati.

Strutture aerospaziali: specializzazione della trave di De Saint Venant all'interno delle strutture aeronautiche. Modello del Semiguscio. introduzione agli schemi a semiguscio/guscio rinforzato. Flussi di taglio nei pannelli, sforzi nei correnti, sezioni multicella. Pannelli sandwich. Le aperture nelle strutture a semiguscio.

Analisi della stabilità elastica delle strutture aeronautiche: richiami e approfondimenti sulla instabilità globale euleriana, instabilità locale e torsionale di aste compresse. Instabilità di pannelli soggetti a compressione mono- e bi-assiale e a taglio. Studio della stabilità dell'equilibrio elastico di aste, pannelli piani lisci e nervati e sandwich.

Modellazione agli elementi finiti di strutture in materiale composito per applicazioni aerospaziali.

Italiano



English

Aerospace Digital

Introduction: evolution of aeronautical structures. Classification of aircraft, architecture and functions of structural elements. Knowledge of the design of primary and secondary structural components. Peculiarities of the aeronautical structural design. Spacecraft Review.

Determination of loads: Maneuver loads, load factor, examples of typical operations and stresses. Maneuvering diagram, distribution of lift between wing and tail. Load determination.

Mechanics of composite materials: mechanics of the layer and laminate. Generalized Hooke's law, anisotropic and orthotropic materials. 3D constitutive equations. Conversion from layer reference system to structure reference system. Classical lamination theory. First-order shear deformable plate theory. Effects and complications deriving from multilayer structures: in-plane and transverse anisotropy, zig-zag effects, interlaminar continuity. Strength criteria for composite laminates. Principle of virtual displacements, Ritz method and weighted residual methods.

Aerospace structures: specialization of the De Saint Venant beam within aeronautical structures. Box beam model. introduction to shell/reinforced shell schemes. Shear flows in panels, stresses in beams, multi-cell sections. Sandwich panels. Tapered half-shell beam. The openings in the shell structures.

Analysis of the elastic stability of aeronautical structures: references and insights into the global Eulerian instability, local and torsional instability of compressed rods. Instability of panels subjected to mono- and bi-axial compression and shear. Study of the stability of the elastic equilibrium of rods, smooth and ribbed flat panels and sandwiches.

Finite element modeling of composite material structures for aerospace applications.



Modalità di valutazione

- Prova scritta
- Prova orale
- Valutazione in itinere
- Valutazione di progetto
- Valutazione di tirocinio
- Prova pratica
- Prova di laboratorio

Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

Italiano

L'esame si basa su una prova orale e sulla discussione e valutazione del progetto svolto.
La prova orale è volta a valutare la conoscenza degli argomenti teorici inclusi nel programma e dimostrerà la capacità di discutere criticamente gli strumenti di modellazione teorica e progettazione, i loro limiti e condizioni di applicabilità.
In ogni caso la prova di esame valuta la preparazione complessiva dello studente, la capacità di integrazione delle conoscenze delle diverse parti del programma, la consequenzialità del ragionamento, la capacità analitica e la autonomia di giudizio. Inoltre vengono valutate la proprietà di linguaggio e la chiarezza espositiva, in aderenza con i descrittori di Dublino (1 - Conoscenza e capacità di comprensione; 2 - Capacità di applicare la conoscenza e comprensione; 3 - Autonomia di giudizio; 4 - Capacità di apprendimento; 5 - Abilità di comunicazione).



English

The examination is based on an oral test and the discussion and evaluation of the developed design.
The oral test aims to assess the knowledge of the theoretical topics included in the programme and to demonstrate the ability to critically discuss the design tools and their limitations and/or conditions of applicability.
In any case, the final exam will assess the student's overall preparation, the ability to integrate knowledge of the different parts of the programme, the consistency of reasoning, analytical skills and autonomy of judgement, as well as language ownership and clarity of exposition, in accordance with the Dublin descriptors (1 - Knowledge and understanding; 2 - Applying knowledge and understanding; 3 - Making judgements; 4 - Learning skills; 5 - Communication skills).

Testi adottati

Italiano

Appunti del corso
R. M. Jones, Mechanics of Composite Materials, CRC Press, 1998
C. Kassapoglou, Design and Analysis of Composite Structures with Applications to Aerospace Structures, Wiley, 2014
T.H.G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Butterworth-Heinemann, 2021
D. Edberg, W. Costa, Design of Rockets and Space Launch Vehicles, AIAA Education Series, 2022

English

Powerpoint slides
R. M. Jones, Mechanics of Composite Materials, CRC Press, 1998
C. Kassapoglou, Design and Analysis of Composite Structures with Applications to Aerospace Structures, Wiley, 2014
T.H.G. Megson, Aircraft Structures for Engineering Students, Butterworth-Heinemann, 2021
D. Edberg, W. Costa, Design of Rockets and Space Launch Vehicles, AIAA Education Series, 2022



Bibliografia di riferimento

Italiano/
English

- J. N. Reddy, Theory and Analysis of Elastic Plates and Shells, CRC Press, 2006
- V.V. Vasiliev, E. Morozov, Advanced Mechanics of Composite Material, Elsevier, 2013
- S. Peters, Composite Filament Winding, ASM International, 2011
- E. Carrera, Fondamenti sul Calcolo di Strutture a Guscio Rinforzato per Veicoli Aerospaziali, Levrotto & Bella, 2011
- S. Gudmundsson, General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures, Butterworth-Heinemann, 2014
- P. M. Sforza, Manned Spacecraft Design Principles, Butterworth-Heinemann, 2016

Modalità di svolgimento

- Modalità in presenza
- Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano

Il metodo di insegnamento del corso segue un modello didattico tradizionale basato su lezioni frontali.
Il corso viene svolto alla lavagna insieme con slide Powerpoint.
Si farà forte riferimento alle implicazioni progettuali delle conoscenze sviluppate.



English

The teaching method of the course follows a traditional teaching model based on classroom lectures.
The course will be taught using blackboard and Powerpoint slides.
There will be a strong emphasis on the design implications of the knowledge developed.

Modalità di frequenza

- Frequenza facoltativa
- Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

La frequenza non è obbligatoria ma è fortemente consigliata; il materiale didattico è sempre a disposizione anche di studenti non frequentanti per la preparazione alle parti sia scritte che orali.

English

Attendance is not mandatory, but is strongly recommended; study materials are available for non-attending students to prepare for the written and oral examinations.