

Mod. scheda insegnamento v1.2

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

OBIETTIVI FORMATIVI:

L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le **nozioni fondamentali per la costruzione dei prototipi virtuali con particolare riferimento alla modellazione geometrica e alle simulazioni cineto-dinamiche**. Lo scopo è anche quello di fornire agli studenti competenze avanzate per **l'impiego di applicativi software commerciali per l'ausilio nella costruzione dei prototipi virtuali**.

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensIONE:

Come corso specializzante, si richiede che gli studenti siano in grado di comprendere i contenuti del corso per saperli applicare ai casi pratici.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE:

Come comprensione e applicazione delle conoscenze si chiede **di lavorare ad un progetto di gruppo come specchio di verifica. Il progetto mima ciò che accade nelle realtà applicative industriali**.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:

Nello sviluppo del progetto si chiede agli studenti di maturare uno spirito critico, prendere decisioni e giustificarle, stimolando l'autonomia di giudizio e la maturità tecnica.

ABILITÀ COMUNICATIVE:

La costruzione dei prototipi virtuali richiede lo sviluppo delle capacità espressive del linguaggio tecnico, inclusa la nomenclatura di componenti e sistemi.

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO:

La capacità di apprendimento viene stimolata nella **comprensione del funzionamento e della morfologia di un sistema meccanico complesso (es. motore a combustione interna, elettrodomestico, macchinario) che dovrà poi essere riprodotto come prototipo virtuale nel progetto di gruppo**. Lo studio di un tale sistema, sotto la guida del docente, stimola la capacità di apprendimento.

Italiano



LEARNING OUTCOMES:

The course has the objective to give to the students **the basic and advanced skills for the building of virtual prototypes with particular attention to the three dimensional modelling of shapes and to the kinematic and dynamic simulations**. The learning outcome is also to give to the students the ability of **a comprehensive use of a commercial software application (widely adopted by industrial companies) for the help in building virtual prototypes**.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

As a specializing course, it is expected that the students will be able to understand the contents of the lessons in order to be able to apply the main topics and methodologies to the practical and applicative cases in an autonomous way.

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

Concerning the understanding and the application of the knowledge, the students are required **to work into a project group as a verification tool. The project is a controlled situation which mimics a real situation in an industrial design office**.

MAKING JUDGEMENTS:

During the formation and in the development of the projects, students are required to mature a judgement skill, take decision in an autonomous way, justify them with deductions, stimulating the technical maturity and the independence in the judgement.

COMMUNICATION SKILLS:

The building of virtual prototypes requires the development of technical language skills, including the proper nomenclature of systems and components. Most of the nomenclature is also given using international terms in order to be ready for international cooperation.

English

LEARNING SKILLS:

The learning skills are stimulated by the **comprehension of the morphology, functionality and the assembling rules of a complex mechanical system (for example an internal combustion engine, a home appliance, a complex mechanism, etc.) that has to be study and reproduced as a virtual prototype in the group project**. The detailed investigation of such system, under the guidance of the teacher, stimulates the learning skills.

Prerequisiti

Italiano

Conoscenza delle tematiche di Disegno Meccanico e Meccanica Applicata Alle Macchine. E' favorita anche la conoscenza di un linguaggio di programmazione.

English

Knowledge of Machine Drawing and Applied Mechanics topics. Programming skills are also welcomed.

Programma

Italiano

PARTE I

Introduzione al corso. **Introduzione alle problematiche e gli strumenti dell'ingegneria virtuale. La schematizzazione delle geometrie: modellatori wireframe, B-Rep, CSG, Octree, poligonali. Modellazione parametrica basata su lavorazioni. Schematizzazione matematica delle entità di modellazione: curve e superfici interpolanti ed approssimanti. Interpolazione lineare e quadratica. I polinomi di Lagrange. Curve di Bézier. Curve di Hermite. Curve e superfici Bspline e NURBS. Patch di Coons. Esempi e implementazioni numeriche. Cenni di geometria differenziale di curve e superfici impiegate in ambiente CAD. Classi di precisione delle superfici. I sistemi CAE commerciali: caratteristiche, limiti e campi di applicazione. Strategie ed approcci alla modellazione parametrica: parti, assiemi, documentazione tecnica. Modellazione top down e bottom up. Lo schizzo 2D e 3D: entità, vincoli geometrici e dimensionali. Gli schizzi di layout e gli schizzi cinematici. Le operazioni di modellazione solida di base e le operazioni di modellazione solida avanzate. Operatori booleani e deformatori a forma libera. Modellazione di superfici. Modellazione di parti in lamiera. Configurazioni ed equazioni di modellazione. Vincoli di assieme statici, dinamici e superiori. Assiemi flessibili. Utilizzo ed implementazione di librerie di parti e lavorazioni. Analisi di funzionalità di parti e assiemi. Preparazione automatica e semiautomatica della documentazione tecnica. Personalizzazioni e messa in tavola. Elementi di ingegneria inversa in ambiente CAD. Algoritmi ed implementazioni di resa foto realistica. Formati di interscambio dati di modellazione. Costruzione, simulazione, revisione e interpretazione di modelli di analisi del movimento di assiemi virtuali. Esempi di applicazione. Gestione dei vincoli ridondanti. Problemi di contatto nelle analisi di movimento.**

PARTE II

Cinematica dei moti tridimensionali infinitesimi e finiti. Angoli e parametri di Eulero. Asse del moto elicoidale per movimenti finiti ed infinitesimi. Formula di Rodrigues. Relazione tra parametri di Eulero e velocità angolare di un corpo. Cinematica dei moti relativi tra corpi adiacenti. Cinematica dei sistemi articolati tridimensionali: estensione del metodo delle equazioni di vincolo. Calcolo delle matrici d'inerzia per solidi composti. Equazioni di Newton-Eulero. La formulazione lagrangiana. Significato fisico dei moltiplicatori di Lagrange. Sistemi non olonomi. Applicazioni.

Generalità sulle tecniche multibody: Il metodo delle equazioni di vincolo. Calcolo delle reazioni vincolari nel riferimento dei giunti. Determinazione del vettore delle forze generalizzate. L'elemento molla-smorzatore viscoso. Esempi di applicazione dell'approccio multibody proposto a sistemi quali meccanismi articolati, rotismi, etc. Equazioni della dinamica con numero minimo di coordinate. Ortogonalizzazione della matrice Jacobiana.

Formulazioni multibody per sistemi spaziali a catena cinematica chiusa ed aperta. Calcolo delle forze generalizzate. Assemblaggio delle equazioni del moto. Calcolo delle reazioni vincolari nei riferimenti dei giunti. Applicazioni. Le fattorizzazioni SVD e QR. Soluzione numerica di sistemi di equazioni lineari. Soluzione numerica dei sistemi di equazioni algebrico-differenziali. Metodi di ortogonalizzazione. Classificazione sistemi DAE.



English

PART I

Introduction to the course. Introduction to the problems and tools of virtual engineering. The schematization of the geometries: wireframe, B-Rep, CSG, Octree, polygonal modelers. Parametric modeling based on features.

Mathematical outline of the modeling entities: interpolating and approximating curves and surfaces. Linear and quadratic interpolation. Lagrange polynomials. Bézier curves. Hermite curves. B-spline and NURBS curves and surfaces. Coons patch. Examples and numerical implementations. Fundamentals of differential geometry of curves and surfaces used in the CAD environment. Surface accuracy classes. Commercial CAE systems: features, limits and fields of application. Strategies and approaches to parametric modeling: parts, assemblies, technical documentation. Top down and bottom up modeling. The 2D and 3D sketch: entities, geometric and dimensional constraints. Layout sketches and kinematic sketches. Basic solid modeling operations and advanced solid modeling operations. Boolean operators and free-form deformers. Surface modeling. Modeling of sheet metal parts. Modeling configurations and equations. Static, dynamic and higher assembly constraints. Flexible assemblies. Use and implementation of part libraries and features. Functionality analysis of parts and assemblies. Automatic and semi-automatic preparation of technical documentation. Customization and table setting. Elements of reverse engineering methodologies in the CAD environment. Realistic photo-rendering algorithms and implementations. Modeling data interchange formats. Construction, simulation, revision and interpretation of models of analysis of the movement of virtual assemblies. Application examples. Management of redundant constraints. Contact problems in movement analyses.

PART II

Kinematics of infinitesimal and finite three-dimensional motions. Angles and Euler parameters. Axis of helical motion for finite and infinitesimal movements.

Rodrigues' formula. Relationship between Euler parameters and angular velocity of a body. Kinematics of relative motions between adjacent bodies. Kinematics of three-dimensional articulated systems: extension of the method of constraint equations.

Calculation of inertia matrices for compound solids. Newton-Euler equations. The Lagrangian formulation. Physical meaning of the Lagrange multipliers. Non-holonomic systems. Applications.

Generalities on multibody techniques: The method of constraint equations.

Calculation of constraint reactions in the joint reference frames. Determination of the vector of generalized forces. The viscous spring-damper element. Examples of application of the multibody approach proposed for systems such as articulated mechanisms, gears, etc. Dynamics equations with minimum number of coordinates. Orthogonalization of the Jacobian matrix.

Multibody formulations for closed and open kinematic chain spatial systems.

Calculation of generalized forces. Assembly of motion equations. Calculation of joint reactions in joint reference frame. Applications.

The SVD and QR factorizations. Numerical solution of systems of linear equations.

Numerical solution of systems of algebraic-differential equations.

Orthogonalization methods. Classification of DAE systems.

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

L'apprendimento viene verificato con un esame finale che consiste in tre prove.

La prima prova è una prova scritta su tutti gli argomenti teorici del corso e può anche includere esercizi applicativi. La seconda è una prova applicativa al calcolatore elettronico e la terza è la discussione di un progetto di gruppo assegnato a inizio corso.

Il voto finale è rappresentato dalla media tra le prime due prove, valutate in trentesimi più un bonus da 0 a 4.5 punti per la discussione del progetto di gruppo

Italiano



English

The final exam is divided in three parts.

The first one is a written examination in which the students have to answer to theoretical questions and numerical exercises. The second one is an applicative one, using the personal computer in order to verify the software skills. The last one is the discussion of a group project assigned at the beginning of the course.

The final grade will be the mean between the first two tests and a bonus ranging from 0 to 4.5 for the final project.

Testi adottati

Italiano

F. Cheli, E. Pennestrì, Cinematica e Dinamica dei Sistemi Multibody, Casa Editrice Ambrosiana - Milano
E. Chirone, S. Tornincasa, "Disegno Tecnico Industriale" vol. 1 e 2 – Ed il Capitello – Torino.

Dispense a cura del docente

English

F. Cheli, E. Pennestrì, Cinematica e Dinamica dei Sistemi Multibody, Casa Editrice Ambrosiana - Milano
E. Chirone, S. Tornincasa, "Disegno Tecnico Industriale" vol. 1 e 2 – Ed il Capitello – Torino.

Slides by the lecturer

Bibliografia di riferimento

Italiano/
English

Kuang-Hua Chang "E-Design", Academic Press, Elsevier
Farin G. "Curves and Surfaces for CAGD", Morgan Kaufmann Pub., USA
Piegel L., Tiller W. "The Nurbs Book", Springer

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 ed esercitazioni.
Il corso viene erogato principalmente mediante slide elettroniche.
Sono inoltre tenute esercitazioni in classe con l'obiettivo di applicare a casi di interesse pratico le conoscenze sviluppate durante le lezioni teoriche e affinare la competenza nell'utilizzo di applicativi commerciali.

Il materiale di supporto, annualmente aggiornato, viene reso disponibile prima delle lezioni.



English

The teaching method of the course follows a traditional teaching model based on lectures and exercises.
The course is mainly delivered through electronic slides.
Classroom exercises are also held with the aim of applying the knowledge developed during the theoretical lessons to cases of practical interest and refining the competence in the use of commercial applications.
The supporting material, updated annually, is made available before the lessons.

Modalità di frequenza

- Frequenza facoltativa
- Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano

La frequenza non è obbligatoria. Si raccomanda l'utilizzo di personal computer per lo svolgimento delle esercitazioni in aula

English

Attendance is not mandatory. The use of personal computers is recommended for carrying out the exercises in the classroom