Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Corso di Laurea Magistrale in Mechatronics Engineering

A.A. 2026-27

Mod. Scheda Insegnamento v. 1.1 sr

Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

Nome	Vincenzo
Cognome	Mulone

Denominazione insegnamento/attività formativa

Italiano	
Inglese	Digital Modeling of Energy Conversion

Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A.	2026-27	○ L	◉ LM	○ LM CU
CdS	Mechatronics Engineering			
Codice				
Canale	unico			
CFU				
Lingua	Inglese			

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

Nome	Edoardo
Cognome	Cennamo

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

Italiano	
Inglese	

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

Italiano

OBIETTIVI FORMATIVI:
Lòbiettivo principale del corso è quello di rendere lo/la studente capace di modellare e validare modelli digitali di componenti e sistemi per la conversione dellènergia, partendo da analisi e comprensione dei fondamenti dei principi fisici, in merito alla termodinamica applicata, alla fluidodinamica e dellèlettrochimica. Lo/la studente sarà inoltre in grado di analizzare e ottimizzare le prestazioni dei sistemi energetici, di validare i modelli con dati sperimentali o di letteratura, e di comprendere le principali tecniche di controllo dei componenti e dei sistemi. Speciale attenzione verrà dedicata nel promuovere la capacità di problem solving e di team-work, attraverso esercitazioni mirate al coinvolgimento attivo e propositivo degli studenti.

CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE:
Al termine del corso, lo/la studente sarà in grado di comprendere i meccanismi fisici alla base dei fenomeni di conversione di componenti per la conversione dellènergia, identificando il ruolo dei singoli componenti in sistemi complessi, in modo da poter implementare opportune tecniche modellistiche a partire da ragionevoli assunzioni semplificative e approfondendo gli aspetti teorici.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE:
Lo/la studente sarà in grado di acquisire familiarità con la formulazione di conservazione/bilancio di massa, quantità di moto, energia, specie chimiche e carica, e con software per la soluzione delle equazioni fondamentali applicate a problemi di interesse applicativo.

AUTONOMIA DI GIUDIZIO:
Al termine del corso, lo/la studente sarà in grado di valutare in modo critico i risultati delle simulazioni numeriche e dei dati sperimentali, individuando limiti dei modelli utilizzati e proponendo strategie per migliorarne eventualmente làffidabilità in relazione alluutilizzo. Sarà inoltre in grado di scegliere in autonomia le tecniche modellistiche più adeguate in funzione della complessità del sistema analizzato e degli obiettivi del progetto. La capacità di interpretare dati multidisciplinari e di formulare giudizi tecnici indipendenti verrà promossa anche attraverso lavori di gruppo applicati a casi studio di interesse tecnologico.

Inglese

LEARNING OUTCOMES:
The main objective of the course is to make the student able to model and validate digital models of components and systems for energy conversion, starting from the analysis and the understanding of the fundamentals of physical principles, regarding applied thermodynamics, fluid dynamics and electrochemistry. The student will also be able to analyze and optimize the performance of energy systems, to validate models with experimental or literature data, and to understand the main control techniques of components and systems. Special attention will be paid to promoting problem-solving attitude and team-work skills, through exercises aimed at the active and proactive involvement of students.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:
At the end of the course, the student will be able to understand the physical mechanisms underlying the phenomena of components for energy conversion, identifying the role of single components in complex systems, to be able to implement appropriate modeling techniques starting from reasonable simplifying assumptions and deepening the theoretical aspects.

ABILITY OF APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:
At the end of the course the student will be familiar with the formulation of mass, momentum, energy, chemical species and charge conservation/balances, and with software for the solution of fundamental equations applied to problems of applicative interest.

CRITICAL SKILLS:
At the end of the course, the student will be able to critically evaluate the results of numerical simulations and experimental data, identifying limits of the models used and proposing strategies to possibly improve their reliability in relation to use. He will also be able to independently choose the most appropriate modeling techniques according to the complexity of the system analyzed and the objectives of the project. The ability to interpret multidisciplinary data and to formulate independent technical judgments will also be promoted through group work applied to case studies of technological interest.

Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

Scheda Insegnamento

Prerequisiti

Italiano	Laurea triennale in ingegneria meccanica, elettronica o engineering sciences.
Inglese	Bachelor's degree in mechanical/electronic engineering or engineering sciences.

Programma

Italiano	PARTE TEORICA SULLA CONVERSIONE DELL'ENERGIA (Prof. Vincenzo Mulone) • Introduzione/ Prospettiva energetica e ambientale • Energia e primo principio della termodinamica, sistemi chiusi, transitori, cicli, accumulo di energia • Valutazione delle proprietà dei materiali, inclusi vapori, gas ideali, calore specifico, proprietà di comprimibilità. Bilancio energetico per sistemi chiusi, trasformazioni politropiche • Analisi del volume di controllo, conservazione massa, ugelli/diffusori, compressore e pompe, scambiatori di calore, valvole, analisi transitoria, integrazione di sistema, esempi • Secondo principio della termodinamica, processi irreversibili, refrigerazione, prestazioni massime, ciclo di Carnot, calcolo della variazione di entropia, esempi • Calcolo dell'entropia, efficienze isoentropiche, approfondimenti su compressori, pompe, scambiatori di calore (modellazione e controllo • Exergia; Esempi • Gas power systems • Refrigeration vapor power systems • Tecnologie di accumulo dell'energia, elettrochimica, equazioni di governo, ruolo dell'idrogeno. • Batterie: aspetti operativi, SOC e tensione, design, pacchi, modellazione di base). • Fuel Cell: progettazione, punti operativi, curve di polarizzazione, equazioni termodinamiche, efficienza, modellazione di base.
Inglese	ENERGY CONVERSION THEORETICAL PART (Prof. Vincenzo Mulone) • Introduction/ Energy and environment perspective; • Energy and the first law of thermodynamics, closed systems, transient, cycles, energy storage; • Evaluating properties of materials, including vapors, ideal gases, specific heats, compressibility properties. Energy balance for closed systems, polytropic processes; • Control volume analysis, conservation mass, nozzles/diffusers, compressor and pumps, heat exchangers, throttling, transient analysis, system integration; • Second law of thermodynamics, irreversible processes, refrigeration, max performance, Carnot Cycle, calculation of entropy change; • Entropy calculation examples, isentropic efficiencies, more on compressors, pumps, heat exchangers (modeling and control); • Exergy; • Gas power systems; • Vapor power systems applied to refrigeration only; • Energy storage technologies, electrochemistry, governing equations, the role of hydrogen; • Batteries: Operating aspects ,SOC and voltage, Design, Packs, Basic modeling; • Fuel Cell: Design, operating points, polarization curves, thermodynamic equations, efficiency basic modeling. • Electrolyzers Polarization curve, basic modeling; • Hydrogen, Fuel Cell and hybrid Systems; • Innovative systems and technologies for energy conversion ans storage; DIGITAL MODELING PART (Dr. Edoardo Cennamo) Half of the course will be held on digital modeling of energy conversion through classes for the development of coding/digital skills on Matlab/Simulink/Simscape. The student will have individual and group assignments to be delivered within deadlines. The

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	Il corso sarà valutato per quanto riguarda la parte di digital modeling per il 50%. A tale scopo saranno valutate le esercitazioni consegnate entro le deadline proposte. Sarà inoltre prevista una prova scritta per l'assegnazione del rimanente 50%.
Inglese	The course will be evaluated 50% based on the digital modeling skills. For this purpose, the assignments submitted by specified deadlines will be graded. A written test will also be carried out to assign the remaining 50% of the final grade.

Testi adottati

Italiano	Moran, Shapiro, Boettner, Bailey, Fundamentals of Engineering Thermodynamics. 8th edition. Wiley (2014). Dincer, Zamfirescu. Sustainable Energy Systems and Applications. 1st edition. Springer (2012).
Inglese	Moran, Shapiro, Boettner, Bailey, Fundamentals of Engineering Thermodynamics. 8th edition. Wiley (2014). Dincer, Zamfirescu. Sustainable Energy Systems and Applications. 1st edition. Springer (2012).

Bibliografia di riferimento

Italiano	
Inglese	

Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”

Scheda Insegnamento

Modalità di svolgimento

☒ Modalità in presenza
☐ Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

Italiano	Lezioni frontali per la parte teorica e coding per la parte di digital modeling.
Inglese	Frontal classes for the theoretical part and coding for the digital modeling part.

Modalità di frequenza

◯ Frequenza facoltativa
◉ Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

Italiano	La frequenza è obbligatoria per il CLM in Mechatronic Engineering; per sostenere l'esame finale è necessario aver frequentato almeno il 70% delle lezioni previste per ciascun corso.
Inglese	Attendance is mandatory for the MSc in Mechatronic Engineering. Students must attend at least 70% of the scheduled classes for each course in order to be eligible to sit the final examination.