



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II**  
**SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE**

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**GUIDA DELLO STUDENTE**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA**  
**MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE**

*Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica LM-33*

**ANNO ACCADEMICO 2024/2025**

**Giugno 2024**

# Generalità sul Corso di Studio

## **Il Corso di Studio in breve**

La formazione del laureato magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente (IMEA) è finalizzata a coprire un'ampia gamma di ruoli cui l'ingegnere industriale viene normalmente chiamato, presso imprese produttrici di beni e/o servizi, società di ingegneria, studi di progettazione, etc., in relazione a problematiche relative alla conversione, all'accumulo, alla distribuzione e all'utilizzo finale dell'energia. L'ampio spettro di conoscenze e competenze acquisite nel corso di studi garantiscono al laureato magistrale IMEA la flessibilità necessaria per poter svolgere diversi ruoli professionali, che lo vedranno coinvolto in attività quali la progettazione, la simulazione, l'ottimizzazione termo-economica di macchine, componenti e sistemi integrati di varia complessità per la conversione, la distribuzione, l'accumulo e gli usi finali dell'energia nell'industria, nei trasporti o negli edifici, anche mediante l'impiego di metodologie e tecnologie avanzate, di particolare interesse per la transizione energetica ed ecologica in atto. Inoltre, il laureato magistrale IMEA potrà rivestire un ruolo fondamentale in attività di ricerca e sviluppo, ad esempio nel supporto alla progettazione e all'esecuzione di attività sperimentali, e potrà altresì contribuire alla verifica del rispetto delle normative tecniche nella costruzione e nell'esercizio degli impianti civili o industriali.

Gli ambiti di maggiore specializzazione per i laureati magistrali IMEA includono:

- Sistemi di propulsione ad alta efficienza e basso impatto ambientale;
- Sistemi per l'efficienza energetica e uso di fonti rinnovabili (solare, eolica, geotermica).

Le abilità comunicative in campo tecnico e la padronanza della letteratura scientifica di riferimento conferiscono al laureato la capacità di acquisire nuove conoscenze e metodi nel corso della propria professione, ovvero di affrontare proficuamente percorsi di formazione post-universitaria (Master di I e II livello, Dottorato di Ricerca). Il Corso di Studio eroga altresì un percorso formativo interdisciplinare denominato Minor in Ingegnerie delle Transizioni in Tecnologie Green. Quest'ultimo si consegue mediante una scelta opportuna del piano di studi, ed è attestato da un certificato digitale denominato "Open Badge" (<https://bestr.it/badge/show/2728>).

## **Sbocchi occupazionali**

La formazione professionale è rivolta a coprire le esigenze relative ad una ampia gamma di ruoli cui l'ingegnere industriale viene normalmente chiamato presso imprese produttrici di beni e/o servizi, in relazione a problematiche di ottimizzazione della produzione, della gestione e dell'utilizzo dell'energia (di tipo meccanico o termico), nel rispetto dei vincoli normativi ed ambientali. Il laureato magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente trova pertanto impiego presso:

- industrie di costruzioni meccaniche, manifatturiere, di trasporto e magazzinaggio;
- industrie di progettazione, costruzione ed esercizio di mezzi di trasporto;
- enti e aziende per la produzione e l'esercizio di macchine, impianti e apparecchiature;
- società di servizi per la produzione e fornitura di energia, gas, vapore e aria condizionata;
- enti di certificazione e di ricerca;
- società di ingegneria.

In questo contesto, ai laureati di questo Corso di Studi si aprono sbocchi occupazionali che si estendono ben al di fuori dei limiti regionali e nazionali, senza preclusione per attività di libera professione in ambito scientifico e tecnico.

## **Conoscenze richieste per l'accesso: termini e modalità di ammissione**

Per l'iscrizione al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente sono previsti specifici criteri di accesso riguardanti il possesso di requisiti curriculari e la verifica obbligatoria dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente. Detti criteri sono definiti nel Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale e sono disponibili sul Sito Web del Corso di Studi, ed in particolare al link: <http://meccanica.dii.unina.it/it/orientamento-lm>



## ALLEGATO 1

# REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

CLASSE LM-33

**Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base**

**Dipartimento: Ingegneria Industriale**

**Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2024-2025**

## PIANO DEGLI STUDI A.A. 2024-2025

### LEGENDA

#### Tipologia di Attività Formativa (TAF):

B = Caratterizzanti

C = Affini o integrativi

D = Attività a scelta

E = Prova finale e conoscenze linguistiche

F = Ulteriori attività formative

Percorso Sistemi Energetici Innovativi								
I Anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Semestre	CFU	Ore	Tipologia Attività	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie			18	144	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorie, <b>Tab. O</b>
Attività formative affini/integrative a scelta dello studente ( <b>nota a</b> )			15	120	Lezione frontale	C	Attività formative affini / integrative	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. A</b> o approvati in un piano di studi
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota b</b> )			B (^)	B*8	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. B1</b> o approvati in un piano di studi
A scelta autonoma ( <b>nota d</b> )			D (^)	D*8	Lezione frontale	D		A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. D1</b> o approvati in un piano di studi
II Anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Semestre	CFU	Ore	Tipologia Attività	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso			24	192	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorie, <b>Tab. O1</b>
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota c</b> )			6	48	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. C1</b> o approvati in un piano di studi
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota b</b> )			18-B (^)	(18-B)*8	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. B1</b> o approvati in un piano di studi
A scelta autonoma ( <b>nota d</b> )			15-D (^)	(15-D)*8	Lezione frontale	D		A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. D1</b> o approvati in un piano di studi
Tirocinio ( <b>nota e</b> )			9		Tirocinio	F		Obbligatorio
Ulteriori Conoscenze ( <b>nota f, nota h</b> )			3			F		Obbligatorio
Prova finale ( <b>nota g, nota h</b> )			12			E		Obbligatorio

(^) Le attività formative curriculari di cui alla **nota b** sommano a **18 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

(\*) Le attività a scelta autonoma di cui alla **nota d** sommano a **15 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

## Percorso Gestione Avanzata dell'Energia

### I Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Semestre	CFU	Ore	Tipologia Attività	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie			18	144	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorio, <b>Tab. O</b>
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso			15	120	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorie, <b>Tab. O2</b>
Attività formative affini/integrative a scelta dello studente ( <b>nota a</b> )			15	120	Lezione frontale	C	Attività formative affini/integrative	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. A</b> o approvati in un piano di studi
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota b</b> )			B (^)	B*8	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. B2</b> o approvati in un piano di studi
A scelta autonoma ( <b>nota d</b> )			D (°)	D*8	Lezione frontale	D		A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. D2</b> o approvati in un piano di studi

### II Anno

Denominazione Insegnamento	SSD	Semestre	CFU	Ore	Tipologia Attività	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso			15	120	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorie, <b>Tab. O2</b>
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota b</b> )			18-B (^)	(18-B)*8	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. B2</b> o approvati in un piano di studi
A scelta autonoma ( <b>nota d</b> )			15-D (°)	(15-D)*8	Lezione frontale	D		A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. D2</b> o approvati in un piano di studi
Tirocinio ( <b>nota e</b> )			9		Tirocinio	F		Obbligatorio
Ulteriori Conoscenze ( <b>nota f, nota h</b> )			3			F		Obbligatorio
Prova finale ( <b>nota g, nota h</b> )			12			E		Obbligatorio

(^ ) Le attività formative curriculari di cui alla **nota b** sommano a **18 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

(° ) Le attività a scelta autonoma di cui alla **nota d** sommano a **15 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

Percorso Sistemi Propulsivi								
I Anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Semestre	CFU	Ore	Tipologia Attività	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie			18	144	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorio, <b>Tab. O</b>
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso			15	120	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorie, <b>Tab. O3</b>
Attività formative affini/integrative a scelta dello studente ( <b>nota a</b> )			15	120	Lezione frontale	C	Attività formative affini/integrative	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. A</b> o approvati in un piano di studi
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota b</b> )			B (^)	B*8	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. B3</b> o approvati in un piano di studi
A scelta autonoma ( <b>nota d</b> )			D (°)	D*8	Lezione frontale	D		A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. D3</b> o approvati in un piano di studi
II Anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Semestre	CFU	Ore	Tipologia Attività	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso			9	72	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	Obbligatorie, <b>Tab. O3</b>
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota c</b> )			6	48	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. C3</b> o approvati in un piano di studi
Attività formative curriculari a scelta dello studente ( <b>nota b</b> )			18-B (^)	(18-B)*8	Lezione frontale	B	Ingegneria Meccanica	A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. B3</b> o approvati in un piano di studi
A scelta autonoma ( <b>nota d</b> )			15-D (°)	(15-D)*8	Lezione frontale	D		A scelta tra esami suggeriti in <b>Tab. D3</b> o approvati in un piano di studi
Tirocinio ( <b>nota e</b> )			9		Tirocinio	F		Obbligatorio
Ulteriori Conoscenze ( <b>nota f, nota h</b> )			3			F		Obbligatorio
Prova finale ( <b>nota g, nota h</b> )			12			E		Obbligatorio

(^) Le attività formative curriculari di cui alla **nota b** sommano a **18 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

(°) Le attività a scelta autonoma di cui alla **nota d** sommano a **15 CFU complessivi**, ripartiti tra I e II anno in funzione delle scelte operate

## Premessa

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente (LM-IMEA) (<http://meccanica.dii.unina.it/it/info-lmea>) istituisce tre percorsi **curricolari** standard, denominati **“Sistemi Energetici Innovativi”**, **“Gestione Avanzata dell'Energia”** e **“Sistemi Propulsivi”**, costituiti da 120 CFU e selezionabili all'atto della presentazione del Piano di Studi.

Il corso di LM-IMEA, eroga altresì un percorso formativo a carattere interdisciplinare denominato **“Minor Ingegnerie delle Transizioni (IT) in Tecnologie Green”**.

Quest'ultimo si consegue, di norma, mediante acquisizione (**entro al max. un anno aggiuntivo alla durata del Corso di Studio**) di ulteriori **12 CFU di tipo extra-curricolare** (132 CFU complessivi), **unitamente ad una scelta opportuna di almeno 18 CFU curricolari**. Nella **nota h** si precisano le modalità di scelta dei 30 CFU complessivi (12 extra-curricolari e 18 curricolari) necessari al conseguimento del **“Minor IT in Tecnologie Green”**, attestato attraverso una specifica menzione riportata nel Diploma Supplement del Corso di LM-IMEA o attestato da un **“Open Badge”** (<https://bestr.it/badge/show/2728>).

## **Note**

- a) A scelta (15 CFU), nell'ambito delle attività formative curricolari affini e integrative (TAF C) indicate nella **Tabella A** e comuni ai 3 percorsi.
- b) A scelta (18 CFU complessivi, ripartiti tra I e II anno), nell'ambito delle attività formative curricolari caratterizzanti (TAF B) indicate nelle **Tabelle B1, B2, B3**, relative rispettivamente ai percorsi **“Sistemi Energetici Innovativi”**, **“Gestione Avanzata dell'Energia”** e **“Sistemi Propulsivi”**.
- c) A scelta (6 CFU), nell'ambito delle attività formative curricolari caratterizzanti (TAF B) indicate nelle **Tabelle C1 e C3**, relative rispettivamente ai percorsi **“Sistemi Energetici Innovativi”** e **“Sistemi Propulsivi”**.
- d) A scelta (15 CFU complessivi, ripartiti tra I e II anno), nell'ambito delle attività formative curricolari consigliate per la scelta autonoma dello studente (TAF D) indicate nelle intestazioni delle **Tabelle D1, D2, D3**, con riferimento rispettivamente ai percorsi **“Sistemi Energetici Innovativi”**, **“Gestione Avanzata dell'Energia”** e **“Sistemi Propulsivi”**.

Il soddisfacimento delle condizioni indicate nelle note a), b), c) e d) comporta la definizione di un **piano di studi di automatica approvazione**, per il quale lo studente comunica alla Segreteria Studenti dell'Area Didattica di Ingegneria della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base **solo il percorso scelto** (**“Sistemi Energetici Innovativi”**, **“Gestione Avanzata dell'Energia”** o **“Sistemi Propulsivi”**). In tale comunicazione, l'allievo indica altresì i 2 insegnamenti a scelta autonoma (TAF D), per i quali sono consigliati gli esami indicati nelle intestazioni delle **Tabelle D1, D2 e D3**.

**Soluzioni personalizzate** possono essere seguite dietro presentazione di un **piano di studi individuale**, nei termini stabiliti dal Regolamento Didattico. **La presentazione di un piano individuale è inoltre necessaria per la selezione dei 30 CFU** (curricolari ed extra-curricolari) necessari al conseguimento del **“Minor IT in Tecnologie Green”** (si veda successiva **nota h**).

La Commissione di Coordinamento Didattico del Corso LM-IMEA si riserva di approvare o meno il piano di studi individuale sulla base, come stabilito dalle norme di legge, di una chiara motivazione espressa dall'allievo. In tutti i casi, un esame potrà essere sostenuto solo dopo che il relativo corso sia stato erogato nell'Anno Accademico di presentazione del Piano di Studi.

- e) Il tirocinio può essere di tipo extramoenia o intramoenia. Il tirocinio extramoenia è svolto presso aziende, centri di ricerca o altri enti pubblici e/o privati e mira ad acquisire conoscenze specialistiche con affiancamento a personale impegnato in attività di progettazione, produzione e gestione di impianti di produzione o di ricerca, al fine di avere un primo approccio con il modo lavorativo. Il tirocinio intramoenia è svolto presso laboratori di ricerca dell'ateneo al fine di acquisire conoscenze specialistiche con affiancamento a personale docente e ricercatore nella conduzione di attività di ricerca e sviluppo. In tutti i casi esso dovrà essere certificato da un libretto

di tirocinio e da un modello AC a cura del tutor universitario. Per l'attivazione del tirocinio è prevista una specifica procedura e l'assolvimento di obblighi sulla sicurezza e sulla sorveglianza sanitaria, come dettagliatamente descritto sul sito del CdS:

(<http://meccanica.dii.unina.it/it/tirocinio-lmea>)

- f) Le Ulteriori Conoscenze sono di norma acquisite mediante attività accreditate e pubblicizzate sul sito del Corso LM-IMEA. Esse consistono essenzialmente nella frequenza di Seminari, corsi MOOC sulla piattaforma "Federica" o partecipazione ad iniziative studentesche di Ateneo. In tutti i casi l'assolvimento di tali compiti deve essere attestato da opportuna certificazione rilasciata dai docenti responsabili di seminari e iniziative studentesche di Ateneo, o dalla piattaforma "Federica". Studenti non in possesso della certificazione di conoscenza di una lingua dell'Unione Europea almeno a livello B2 **hanno l'obbligo** di spendere i 3 CFU nella forma di Ulteriori Conoscenze linguistiche. Studenti in possesso di certificazione di conoscenza di una lingua dell'Unione Europea a livello B2 o superiore possono chiedere, al momento dell'immatricolazione, il riconoscimento di 3 CFU di Ulteriori Conoscenze linguistiche.
- g) Il Lavoro di Tesi potrà essere svolto anche presso aziende in Italia o all'estero. Esso sarà sviluppato sempre sotto la diretta e piena responsabilità di un Docente dell'Area Didattica di Ingegneria dell'Università Federico II di Napoli (le procedure di assegnazione del tesista al Relatore sono precisate nel Regolamento Didattico del Corso di Studi) e potrà, eventualmente, avvalersi della correlazione di un Tutor Aziendale. Le procedure di assegnazione del Tutor Aziendale sono regolate dal Regolamento Didattico del Corso di Studi nonché da Specifiche Convenzioni.
- h) L'adesione al progetto formativo "**Minor IT in Technologie Green**" unitamente alla compatibilità con gli insegnamenti caratterizzanti la LM-IMEA impone la presentazione di un piano di studi individuale, nel rispetto dei seguenti vincoli:
- **Acquisizione di almeno 18 CFU curriculari non caratterizzanti (TAF C, D e F):**
    - almeno 15 CFU scelti tra insegnamenti di **TAF C** e **TAF D** delle **Tabb. A.TG, B.TG e C.TG**, di cui:
      - almeno 6 CFU a scelta autonoma (insegnamenti di **TAF D** in **Tab. C.TG**).
      - almeno 6 CFU affini/integrativi (insegnamenti di **TAF C**, **Tabb. A.TG e B.TG**).
    - 3 CFU di ulteriori conoscenze (TAF F), acquisibili **esclusivamente** mediante frequenza ad attività seminariali organizzate in Ateneo e concernenti elementi di cultura giuridico/normativa, economica e manageriale riferiti alle problematiche dell'energia, dell'ambiente, della sostenibilità.
  - **Acquisizione di almeno 12 CFU extra-curriculari (di qualsiasi TAF)**. Si precisa che i crediti extra-curriculari possono essere conseguiti entro un anno aggiuntivo alla normale durata della laurea magistrale, senza costi aggiuntivi per lo studente:
    - Almeno 6 selezionati da **qualsiasi insegnamento** di **Tab. A.TG**.
    - Il resto da **qualsiasi insegnamento** delle **Tabb. B.TG e C.TG**.
  - **Ai fini dell'approvazione** del piano individuale verrà valutata:
    - la coerenza dello stesso in relazione ai temi della transizione ecologica e ai percorsi **curriculari standard** ("**Sistemi energetici innovativi**", "**Gestione avanzata dell'Energia**" e "**Sistemi propulsivi**")
    - la distribuzione delle tipologie di attività formativa selezionati dalle **Tabb. A.TG e B.TG**.
  - **Ai fini della certificazione** del conseguimento del "**Minor IT in Technologie Green**" è infine necessario lo sviluppo di una **prova finale (Tesi di Laurea) a carattere interdisciplinare** su argomenti coerenti con le tematiche del Minor.



**TABELLE DELLE ATTIVITA' FORMATIVE OBBLIGATORIE  
E DELLE ATTIVITA' FORMATIVE AFFINI A SCELTA DELLO STUDENTE**

**Tabella O) - Attività formative curriculari obbligatorie (18 CFU), comuni ai tre percorsi, TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Trasmissione del Calore Heat Transfer	I / I	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Termofluidodinamica delle Macchine Aero-Thermodynamics of Fluid Machinery	I / II	9	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella A) - Attività formative affini/integrative a scelta dello studente (15 CFU), comuni ai tre percorsi, TAF C**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Sistemi Elettrici per l'Energia Electric Power Systems	I / I	9	ING-IND/33	C	Attività formative affini/integrative
Regolazione delle Centrali Elettriche Electrical Power Plant Regulation	I / II	6	ING-IND/33	C	Attività formative affini/integrative
Ingegneria Economico-Gestionale I Economic-Management Engineering I	I / I	6	ING-IND/35	C	Attività formative affini/integrative
Ingegneria Economico-Gestionale II Economic-Management Engineering II	I / II	6	ING-IND/35	C	Attività formative affini/integrative
Combustione Combustion	I / I	9	ING-IND/25	C	Attività formative affini/integrative
Inquinanti Atmosferici da Attività Antropiche Pollutant Formation and Control	I / II	6	ING-IND/25	C	Attività formative affini/integrative

## Percorso SISTEMI ENERGETICI INNOVATIVI

**Tabella O1) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (24 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Sistemi di Conversione per l'Energia Eolica Wind Energy Conversion Systems	II / I	6	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica
Tecniche e Modelli per la Refrigerazione Techniques and Models for Refrigeration	II / I	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Impianti con Turbina a Gas Gas Turbine Based Power Plants	II / II	9	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella B1) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (18 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Impianti di Generazione Termica Heat Generation Plants	I o II / I	9	ING-IND/09	B	Ingegneria Meccanica
Acustica Applicata Applied Acoustic	I o II / I	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Progetto di Macchine Fluid Machinery Design Principles	II / II	9	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica
Impianti di Climatizzazione Heating and cooling systems	I o II / II	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella C1) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (6 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Impianti per l'Energia Solare Solar Energy Technologies	II / II	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Gestione di Sistemi Termodinamici Avanzati Management of Advanced Thermodynamic Systems	II / II	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella D1) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente (15 CFU), TAF D**

Insegnamenti di TAF B del Manifesto (qualunque percorso), oppure insegnamenti di TAF C e D delle Tab. A.TG, B.TG e C.TG, oppure:

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare / Mutuazioni
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente Geometrical Modelling for Energy and Environment	I / II	9	ING-IND/15	D	Ingegneria Meccanica
Plasmi e Fusione Termonucleare Plasmas and Thermonuclear Fusion	I / I	9	ING-IND/31	D	LM-IELT
Progettazione Assistita di Strutture Meccaniche Computer Aided Design of Mechanical Structures	I / I	9	ING-IND/14	D	LM-IMPP
Tecnologie Speciali Non Conventional Manufacturing Technologies	I / II	9	ING-IND/16	D	LM-IMPP
Sicurezza e Manutenzione degli Impianti Industriali Safety and Maintenance of Industrial Plants	I / II	9	ING-IND/17	D	LM-IMPP
Controlli Automatici Automatic Controls	I / II	9	ING-INF/04	D	L-IINF

## Percorso GESTIONE AVANZATA DELL'ENERGIA

**Tabella O2) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (30 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Energetica Sustainable Energy	I / II	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Laboratorio di Ottimizzazione di Sistemi Termodinamici Laboratory of Thermodynamic Systems Optimization	I / II	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Tecnologie Avanzate per l'Energia Advanced Technologies for Energy Systems	II / I	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Misure Termofluidodinamiche Thermo-Fluid-Dynamic Measurements	II / II	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella B2) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (18 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Sperimentazione e Impatto Ambientale delle Macchine Measurements and Environmental Impact of Machinery	II / I	9	ING-IND/09	B	Ingegneria Meccanica
Impianti di Generazione Termica Heat Generation Plants	I o II / I	9	ING-IND/09	B	Ingegneria Meccanica
Impianti di Climatizzazione Heating and cooling systems	I o II / II	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Termofluidodinamica Computazionale Computational Thermal-Fluid-Dynamic	I o II / II	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella D2) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente (15 CFU), TAF D**

**Insegnamenti di TAF B del Manifesto (qualunque percorso), oppure insegnamenti di TAF C e D delle Tabb. A.TG, B.TG e C.TG, oppure:**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare / Mutuazioni
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente Geometrical Modelling for Energy and Environment	I / II	9	ING-IND/15	D	Ingegneria Meccanica
Plasmi e Fusione Termonucleare Plasmas and Thermonuclear Fusion	I / I	9	ING-IND/31	D	LM-IELT
Sicurezza e Manutenzione degli Impianti Industriali Safety and Maintenance of Industrial Plants	I / II	9	ING-IND/17	D	LM-IMPP
Tecnologie Speciali Non Conventional Manufacturing Technologies	I / II	9	ING-IND/16	D	LM-IMPP
Controlli Automatici Automatic Controls	I / II	9	ING-INF/04	D	L-IINF
Energy Sustainability in Smart Transportation and Infrastructures	I o II / II	9	ING-IND/10	D	Ingegneria Meccanica

## Percorso Sistemi Propulsivi

**Tabella O3) - Attività formative curriculari obbligatorie nel percorso (24 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Motori a Combustione Interna Internal Combustion Engines	I / I	9	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica
Sistemi di Propulsione Ibridi Hybrid Propulsion Systems	I / II	6	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica
Oleodinamica e Pneumatica Fluid Power and Pneumatic Systems	II / II	9	ING-IND/09	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella B3) - Attività formative curriculari a scelta dello studente (18 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Sperimentazione e Impatto Ambientale delle Macchine Measurements and Environmental Impact of Machinery	II / I	9	ING-IND/09	B	Ingegneria Meccanica
Acustica Applicata Applied Acoustic	I o II / I	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Progetto di Macchine Fluid Machinery Design Principles	II / II	9	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica
Termofluidodinamica Computazionale Computational Thermal-Fluid-Dynamic	I o II / II	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella C3 - Attività formative curriculari a scelta dello studente (6 CFU), TAF B**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare
Modellistica e Ottimizzazione di Sistemi di Propulsione Modeling and Optimization of Power Units	II / II	6	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica
Calibrazione e Controllo di Sistemi di Propulsione Calibration and Control of Power Units	II / II	6	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica

**Tabella D3) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente (15 CFU), TAF D**

Insegnamenti di TAF B del Manifesto (qualunque percorso), oppure insegnamenti di TAF C e D delle Tab. A.TG, B.TG e C.TG, oppure:

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito Disciplinare / Mutuazioni
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente Geometrical Modelling for Energy and Environment	I / II	9	ING-IND/15	D	Ingegneria Meccanica
Elettrotecnica per l'Automotive e la Meccatronica Electrotechnics for automotive and mechatronics	I / II	9	ING/IND/31	D	Ingegneria Meccanica
Meccanica del Veicolo Vehicle Dynamics	I / II	9	ING-IND/13	D	LM-IMPP
Tribologia e Diagnostica dei Sistemi Meccanici Tribology and Diagnostic of Mechanical Systems	I / I	9	ING-IND/13	D	LM-IMPP
Costruzione di Autoveicoli Automotive Design	I / I	9	ING-IND/14	D	LM-IMPP
Space Propulsion	I / II	9	ING-IND/07	D	LM-IAER

## Percorso “Minor IT Tecnologie Green”

**Tabella A.TG) - Attività formative specificatamente sviluppate per il Minor IT**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito disciplinare / Mutuazioni
Industrial Ecology and Green Engineering	I o II / II	6	ING-IND/25	C	Attività formative affini/integrative LM-ICHI
Circular Bioeconomy for Ecological Transition	I o II / II	6	ICAR/03	C	Attività formative affini/integrative LM-IAMT
Electrical Technologies for the Ecological Transition Module A: Electric Energy Storage Module B: Electric Mobility and Generation from Renewables	I o II / II	6	ING-IND/31 ING-IND/32	D	LM-IELT
Thermo-Mechanical Technologies for the Energy Transition	I o II / II	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Sustainable Materials	I o II / II	6	ING-IND/22	D	LM-IMAT

**Tabella B.TG) - Attività formative mutuuate da LM di contesto per il Minor IT**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito disciplinare / Mutuazioni
Environmental Chemical Engineering	I o II / I	6	ING-IND/25	C	Attività formative affini/integrative LM-ICHI
Sustainable Technologies for Pollution Control	I o II / I	6	ING-IND/25	C	Attività formative affini/integrative LM-ICHI
Sustainable Process Design	I o II / I	9	ING-IND/25	C	Attività formative affini/integrative LM-ICHI
Impianti di Produzione da Fonti Tradizionali e Rinnovabili	I o II / II	6	ING-IND/33	C	Attività formative affini/integrative LM-IELT
Energia dai Rifiuti ed Economia Circolare	I o II / II	9	ICAR/03	C	Attività formative affini/integrative LM-IAMT
Ingegneria Sanitaria-Ambientale	I o II / II	6	ICAR/03	C	Attività formative affini/integrative LM-IAMT
Sperimentazione e Impatto Ambientale delle Macchine Measurements and Environmental Impact of Machinery	II / I	9	ING-IND/09	B	Ingegneria Meccanica
Tecnologie Avanzate per l'Energia Advanced Technologies for Energy Systems	II / I	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Sistemi Energetici Innovativi	I o II / I	6	ING-IND/08	B	LM-IELT
Sistemi di Propulsione Ibridi Automotive Power Units	I / II	6	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica
Energetica Sustainable Energy	I / II	9	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Laboratorio di Ottimizzazione di Sistemi Termodinamici Laboratory of Thermodynamic Systems Optimization	I / II	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Impianti per l'Energia Solare Solar Energy Technologies	II / II	6	ING-IND/10	B	Ingegneria Meccanica
Sistemi di Conversione per l'Energia Eolica Wind Energy Conversion Systems	II / I	6	ING-IND/08	B	Ingegneria Meccanica

Industrial Chemistry from Renewable Feedstocks	I o II / I	9	ING-IND/27	D	LM-ICHI
Smart, Resilient and Sustainable City	I o II / I	9	ICAR/20	D	LM-IAMT
Idraulica per l'Efficienza dei Sistemi Idrici	I o II / I	9	ICAR/01	D	LM-IAMT
Ingegneria dei Materiali Nanofasici per l'Energetica e la Sensoristica	I o II / I	6	ING-IND/22	D	LM-IMAT
Thermo-Chemical Conversion of Biomass and Waste	I o II / II	6	ING-IND/26	D	LM-ICHI
Environmental Monitoring	I o II / II	6	ING-IND/24	D	LM-ICHI
Electric and Hybrid Vehicles	I o II / II	6	ING-IND/32	D	LM-IELT
Energy Management for Transportation	I o II / I	9	ING-IND/32	D	LM-TEAM
Smart and Electric Mobility	I o II / II	9	ICAR/05	D	LM-IAMT
Impianti Idroelettrici	I o II / II	9	ICAR/02	D	LM-IAMT
Materiali e Tecnologie per il Fotovoltaico	I o II / II	6	ING-IND/22	D	LM-IMAT
Regenerative Chemistry	I o II / I	6	CHIM/07	D	LM-ICHI

**Tabella C.TG) - Attività formative per la promozione di competenze digitali coerenti con il Minor IT**

Insegnamento o attività formativa	Anno/ Semestre	CFU	SSD	TAF	Ambito disciplinare / Mutuazioni
Machine Learning and Big Data	I o II / II	9	ING-INF/05	D	LM-MOVE
Technologies for Information Systems	I o II / II	9	ING-INF/05	D	LM-IGES
Network Security	I o II / II	6	ING-INF/05	D	LM-IINF

Corsi di Studio da cui vengono effettuate Mutuazioni	Acronimo
Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per la Progettazione e la Produzione	LM-IMP
Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica	LM-IELT
Laurea Magistrale in Ingegneria Chimica	LM-ICHI
Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale	LM-IAER
Laurea Magistrale in Autonomous Vehicle Engineering	LM-MOVE
Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale	LM-IGES
Laurea Magistrale in Ingegneria dei Materiali	LM-IMAT
Laurea Magistrale in Transportation Engineering and Mobility	LM-TEAM
Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio	LM-IAMT
Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica	LM-IINF
Laurea in Ingegneria Informatica	L-IINF

### **Personalizzazione del piano di studi**

Il Piano di Studi si presenta di norma entro il 31/10 di ciascun anno accademico. Istruzioni dettagliate per la personalizzazione e presentazione del Piano di Studi sono riportate al seguente link: <http://meccanica.dii.unina.it/it/piani-di-studio-lm>.

### **Attività di tirocinio curriculare**

Il CdS promuove attività di tirocinio curriculare che può essere sia di tipo intra-moenia (svolto cioè nell'ambito delle strutture universitarie) che di tipo extra-moenia, svolto in strutture esterne all'università. Lo studente dispone di un'ampia selezione di convenzioni con aziende ed istituzioni pubbliche e private. Le convenzioni sono sottoscritte dall'Ateneo sulla base di azioni di censimento e di stimolo promosse dal Centro di Servizio di Ateneo per il Coordinamento di Progetti Speciali e l'Innovazione Organizzativa (COINOR), dalla Scuola Politecnica e delle Scienze di Base e dai singoli docenti del Dipartimento di afferenza del Corso di Studio. Gli Uffici di Area Didattica competenti della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base raccolgono le richieste di tirocinio curriculare degli studenti, costituite dal progetto formativo sottoscritto dallo studente ed eventualmente dall'azienda/istituzione ospitante. Esso viene anche sottoscritto dal Direttore del Dipartimento (o dal Coordinatore della Commissione di Coordinamento Didattico) e dal docente referente per i tirocini designato dalla stessa. Forniscono quindi allo studente il libretto di tirocinio ed i moduli per la verbalizzazione finale da parte del tutor universitario. Gli Uffici suindicati raccolgono inoltre le richieste di stipula di nuove convenzioni di tirocinio extra-moenia, su proposta dei docenti afferenti al dipartimento, per la successiva firma da parte del referente aziendale e del Rettore o suo delegato. Dettagli sulle procedure per lo svolgimento di un tirocinio curriculare sono riportate al link <http://meccanica.dii.unina.it/it/tirocinio-lmea>

### **Attività per la preparazione e lo svolgimento della prova finale**

La Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per 'Energia e l'Ambiente si consegue dopo aver superato una prova finale, consistente nella valutazione da parte di una commissione accademica della tesi di laurea magistrale, elaborata dallo studente sotto la guida di uno o più relatori universitari e con la eventuale correlazione di esperti anche esterni all'Università. La tesi riguarda attività di carattere teorico, metodologico, numerico o sperimentale. Potranno concorrere alla preparazione della tesi attività svolte presso laboratori di ricerca esterni all'università, nonché presso aziende e enti italiani e esteri, purché inserite in un percorso formativo guidato dal relatore universitario. Tutori esterni al corpo docente accademico che hanno concorso a seguire il laureando su temi specifici del percorso formativo sviluppato potranno essere invitati alla seduta di laurea in veste di correlatori, senza fare parte della Commissione di esame di laurea magistrale. La relazione scritta e la discussione potranno essere sviluppate in inglese e dovranno dimostrare il lavoro svolto, la padronanza degli argomenti trattati, la maturità acquisita, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di capacità di comunicazione, inclusivo dell'utilizzo efficace di mezzi informatici. La prova finale è sostenuta dal Candidato innanzi a una Commissione presieduta dal Coordinatore del Corso di Studio o da un altro professore del Corso di Laurea. Al candidato è consentito di avvalersi di un supporto audio-visivo. Al termine della presentazione, ciascun docente può rivolgere osservazioni al candidato, inerenti al lavoro di tesi. La presentazione ha una durata compresa di norma in 15 minuti.

### **Periodi di formazione all'estero – Programmi ERASMUS**

Il Corso di Studio fornisce assistenza per lo svolgimento di periodi di formazione all'estero in ambito Erasmus. Le procedure per la partecipazione ai vari bandi Erasmus sono riportate al link: <https://www.unina.it/didattica/opportunita-studenti/erasmus/programma>

# Orientamento e Tutorato

## **Orientamento in ingresso**

Il futuro studente può raccogliere informazioni interagendo direttamente con personale universitario delegato all'orientamento, in eventi on-line ed in presenza, che si sviluppano durante l'anno.

Sul sito di Ateneo al portale [www.orientamento.unina.it](http://www.orientamento.unina.it) è disponibile il calendario dei singoli eventi, che è anche riportato sul sito della Scuola Politecnica e delle Scienze di base (SPSB), [www.scuolapsb.unina.it](http://www.scuolapsb.unina.it) sezione orientamento.

In particolare, il Corso di Studio organizza varie iniziative di orientamento in ingresso coordinate a livello Dipartimentale, di Scuola e di Ateneo.

Ogni anno viene organizzato l'evento Magistrali@SPSB in cui vengono mostrati: l'offerta didattica delle lauree magistrali, gli sbocchi professionali e le opportunità di tesi e tirocini. Le registrazioni Youtube di tali eventi sono reperibili anche successivamente tramite il sito della SPSB riportato nelle sezioni precedenti.

Nel periodo Marzo-Luglio sono organizzati gli eventi "Open Days" per visitare in presenza le strutture o assistere ad eventi specifici. Le date di questi eventi sono fornite durante l'evento Magistrali@SPSB e le modalità di partecipazione possono essere reperite sul sito del dipartimento di Ingegneria Industriale ([www.dii.unina.it](http://www.dii.unina.it)).

## **Orientamento e tutorato in itinere**

Il Corso di Studio organizza iniziative di orientamento in itinere, in stretto coordinamento con gli altri corsi di studio del Dipartimento e in collaborazione con la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base. Tali iniziative hanno lo scopo di agevolare lo studente nella definizione di un piano di studi adeguato alle sue inclinazioni, fornendo informazioni dettagliate sulle conoscenze e competenze relative a ciascun insegnamento.

## **Orientamento in uscita e attività di placement**

Il Corso di Studio organizza attività di orientamento in uscita in maniera coordinata con il proprio Dipartimento, con la Scuola Politecnica e delle Scienze di Base (SPSB) e l'Ateneo. Sul sito [www.orientamento.unina.it](http://www.orientamento.unina.it) è disponibile una lista di opportunità per tirocini extra-curricolari (i.e. post-laurea) e offerte di lavoro. Inoltre, la SPSB gestisce una piattaforma dinamica di job placement, all'indirizzo [www.jobservice.unina.it](http://www.jobservice.unina.it). La piattaforma è rivolta a studenti e aziende per favorire l'incontro tra l'offerta e la richiesta di tirocini curriculari (pre-laurea), tirocini extra-curricolari (post-laurea) e lavoro.

Allo scopo di ridurre i tempi del placement e rendere la scelta lavorativa più consapevole, in primavera, il Corso di Studio contribuisce all'evento della SPSB "Career Day@SPSB", generalmente in presenza. Durante questo evento gli studenti e i neo-laureati hanno modo di approfondire di persona i domini produttivi delle singole aziende e i profili lavorativi offerti. Inoltre, la presentazione delle opportunità professionali e degli sbocchi lavorativi e di ricerca è promossa anche attraverso seminari tematici, organizzati dal Corso di Studio durante l'anno.

Infine, eventi specifici di formazione alle soft-skills (e.g. capacità e competenze di comunicazione e relazionali, di preparazione all'inserimento nel lavoro) sono organizzate periodicamente.



## **Calendario, scadenze e date da ricordare**

### **Termini e scadenze**

I termini e le scadenze per le immatricolazioni e l'iscrizione agli anni successivi sono fissate dall'Ateneo.

Ulteriori scadenze (termini per la presentazione dei piani di studio, termini per la presentazione delle candidature ERASMUS, etc.) sono segnalate nel sito del Corso di Studio: <http://meccanica.dii.unina.it/it/info-lmea>

### **Calendario delle attività didattiche e degli esami di profitto**

Dettagli sul calendario didattico e sugli esami di profitto sono presenti al link:

<http://www.scuolapsb.unina.it/index.php/studiare-al-napoli/calendario-delle-attivita-didattiche/2-non-categorizzato/135-calendario-delle-attivita-didattiche-ingegneria>

Il Calendario dettagliato e dinamicamente aggiornato degli esami è consultabile al link:

<http://meccanica.dii.unina.it/index.php/lmea/calendario-esami-lmea>

### **Orario delle attività formative**

L'Orario dettagliato delle lezioni e dinamicamente aggiornato è consultabile al link:

<http://easyacademy.unina.it/agendastudenti/index.php?view=rooms&include=rooms&lang=it>

### **Calendario delle sedute di laurea**

Il Calendario dettagliato e dinamicamente aggiornato delle sedute di laurea è consultabile al link: <http://www.scuolapsb.unina.it/index.php/laurea-ingegneria>

## Referenti del Corso di Studi

### **Coordinatore Didattico:**

Prof. Fabio Bozza – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7683274

e-mail: [fabio.bozza@unina.it](mailto:fabio.bozza@unina.it)



### **Responsabile per il programma Erasmus:**

Prof. Alfonso William Mauro – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682198

e-mail: [alfonsowilliam.mauro@unina.it](mailto:alfonsowilliam.mauro@unina.it)

### **Responsabile per i tirocini:**

Prof. Adolfo Palombo – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682299

e-mail: [adolfo.palombo@unina.it](mailto:adolfo.palombo@unina.it)

### **Referente per l'Orientamento:**

Prof. Alfonso William Mauro – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682198

e-mail: [alfonsowilliam.mauro@unina.it](mailto:alfonsowilliam.mauro@unina.it)

### **Rappresentanti degli Studenti:**

Antonio Scarpa – e-mail: [ant.scarpa@studenti.unina.it](mailto:ant.scarpa@studenti.unina.it)

Camilla Buffolino – e-mail: [ca.buffolino@studenti.unina.it](mailto:ca.buffolino@studenti.unina.it)

### **Segreteria didattica:**

Sig. Luigi Calvanese – e-mail: [luigi.calvanese@unina.it](mailto:luigi.calvanese@unina.it)

## Contatti e Strutture

Sede del Corso di Studio: Dipartimento di Ingegneria Industriale

Via Claudio, 21 - 80125 Napoli (Italia) (LAT, LONG: 40.82867752464953, 14.190549958090273)

Piazzale Tecchio,80 - 80125 Napoli (Italia) (LAT, LONG: 40.824837520961445, 14.194530356189913)

Sito web del Corso di Studio

<http://meccanica.dii.unina.it/it/info-lmea>

Sito web del Dipartimento

<http://www.dii.unina.it/>

Sito web della Scuola

<http://www.scuolapsb.unina.it/>

Sito web di Ateneo

<https://www.unina.it/>

Portale Orientamento

<http://www.orientamento.unina.it/>

Canali Comunicazione e Social ufficiali

Account Instagram: [meccanica.uninaofficial](#)

Pagina Facebook: [Ingegneria Meccanica Unina](#)

### **Schede Insegnamenti**

Il contenuto e gli obiettivi degli insegnamenti, le relative modalità di svolgimento e verifica e il nome del titolare del corso (laddove già definito), sono riportati nelle pagine seguenti. Versioni eventualmente aggiornate delle singole schede e delle relative coperture sono riportate sul sito del corso di studi e sui siti dei docenti titolari dei corsi.

**Insegnamenti Curricolari**  
**(Esami Obbligatorii e Tabelle B1, B2, B3, C1 e C3)**



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### ACUSTICA APPLICATA

#### SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: RAFFAELE DRAGONETTI

TELEFONO: 081 7682291

EMAIL: DRAGONET@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

*L'insegnamento si propone di fornire agli studenti nozioni di base riguardanti le equazioni delle onde e le principali soluzioni, nozioni di base sull'analisi dei segnali acustici e dei sistemi lineari tempo invarianti acustici e nozioni sulla percezione dei suoni e di psicoacustica. Tali nozioni saranno utili ad affrontare problemi di misura e controllo del rumore in ambienti chiusi ed all'aperto, all'individuazione ed al riconoscimento delle principali cause di rumore (derivanti ad esempio da organi rotanti in movimento, da sorgenti di natura aero-acustica o da superfici vibranti) ed i metodi per il contenimento del rumore attraverso il dimensionamento di opportuni sistemi fonoassorbenti e fonoisolanti. Durante il corso, infatti, verranno svolte esercitazioni pratiche sulla misura delle grandezze acustiche e sulla progettazione di sistemi fonoassorbenti e fonoisolanti mediante l'uso di software commerciali. Il corso metterà in luce che l'obiettivo principale è il benessere psicoacustico dell'uomo che può essere valutato attraverso l'utilizzo di parametri oggettivi derivanti da procedure di misure, da algoritmi numerici o tramite opportune tecniche di "virtualizzazione del suono" ossia mediante le tecniche di auralizzazione. Inoltre, verranno introdotti i concetti di base della qualità sonora del rumore/ suono emesso da un prodotto industriale. Tutte le problematiche elencate verranno contestualizzate nell'ambito delle realtà industriali attraverso seminari integrativi tenuti da aziende e centri di ricerca.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Lo studente deve dimostrare di conoscere le problematiche relative al controllo del rumore. Deve saper individuare le principali cause di generazione del rumore e le principali vie di propagazione del suono, delineare le principali soluzioni per il contenimento del rumore e comprendere l'effetto che tali soluzioni hanno sulla percezione sonora.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere problemi concernenti la riduzione del rumore e progettare un sistema adeguato ad assorbire e/o ridurre la trasmissione del suono. Deve altresì valutare l'effetto che tali soluzioni hanno sulla percezione sonora.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*[1.5 CFU ] Definizioni e nozioni fondamentali: campo sonoro nei fluidi e sua descrizione, campi sonori elementari.*

*[0.5 CFU ] Sviluppo e applicazione di dispositivi per l'acquisizione e l'analisi di segnali e sistemi acustici.*

*[1 CFU ] Descrittori metrologici per l'acustica tecnica. Misura dei suoni e delle vibrazioni. Misura della potenza sonora emessa dalle macchine.*

*[1 CFU] Cenni sul funzionamento dell'orecchio umano. Elementi di psicoacustica per l'analisi dei rumori emessi da prodotti industriali e sound design nel campo automobilistico.*

*[1 CFU ] Materiali e sistemi per il fonoassorbimento.*

*[1 CFU ] Suono in ambienti chiusi: teoria modale ed energetico-statistica. Tecniche di auralizzazione. Campo sonoro all'interno degli autoveicoli.*

*[1 CFU ] Interazioni del suono con strutture solide e radiazione sonora.*

*[1 CFU] Analisi e progettazione di sistemi per il controllo del rumore.*

[0.5] Elementi di aeroacustica.

[0.5] Cenni di normative.

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti del corso.

Per approfondimenti (facoltativi): *Propagation of Sound in Porous Media: Modelling Sound Absorbing Materials, Second Edition*, Jean F. Allard Nouredine Atalla, John Wiley & Sons; *Sound and Structural Vibration: Radiation, Transmission and Response*, Frank J. Fahy, Paolo Gardonio, Academic Press; *Noise And Vibration Control Engineering: Principles And Applications*, Istvan L. Ver e Leo L. Beranek, John Wiley & Sons.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni, esercitazioni numeriche e seminari integrativi

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di un eventuale elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

b) Modalità di valutazione:

*Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.*

*Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### CALIBRAZIONE E CONTROLLO DEI SISTEMI DI PROPULSIONE

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MASSIMO CARDONE

TELEFONO: 081-7683675 081-7683535

EMAIL: MASSIMO.CARDONE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso fornisce le conoscenze fondamentali sulle metodologie di calibrazione e controllo dei moderni sistemi di propulsione, basati su motori endotermici alimentati con combustibili convenzionali o eco-sostenibili, operati anche in modalità ibrido-elettrica.

In particolare, vengono fornite le basi inerenti i sistemi di controllo, le metodologie di calibrazione e il *control oriented modeling* dei motori a combustione interna, sia ad accensione comandata che per compressione, nella loro versione convenzionale o ibrido-elettrica. Nello specifico, sono analizzate principali fasi del processo di calibrazione motore, illustrando le principali tecniche implementate dai produttori, sia sperimentali che numeriche. Verranno quindi presentate applicazioni specifiche nel campo del trasporto su gomma, ferroviario, navale e aeronautico, facendo riferimento a casi test di reale interesse industriale. Inoltre, per quanto riguarda le strategie di controllo ottimale, verrà approfondito il loro effetto sul consumo di combustibile, sulle emissioni inquinanti e, più in generale, sulle prestazioni complessive dei sistemi di propulsione. Infine, verranno discusse le tecniche di ottimizzazione energetica applicate ai sistemi di propulsione ibrido-elettrici per assegnati profili di missione.

Sono previsti seminari integrativi tenuti da personale di aziende leader nel settore (FPT, Stellantis, Netcom, Teoresi, etc...), o di altri centri di ricerca (Istituto STEMS del CNR, ENEA).

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza delle metodologie di calibrazione e controllo dei moderni sistemi di propulsione, termica e ibrida elettro-termica.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di applicare le tecniche e le metodologie di calibrazione e controllo dei moderni sistemi di propulsione nei sistemi di controllo dei propulsori (HW e SW).

## PROGRAMMA-SYLLABUS

- Controllo dei sistemi di propulsione termica
  - o Generalità sul sistema controllo motore termico
  - o Motori ad accensione comandata (Torque based)
  - o Motori ad accensione per compressione
  - o Sensori ed attuatori
  - o Input/output analogici e digitali,
  - o Sistemi di controllo iniezione (Spark Ignition e Compression Ignition)
  - o Sistemi di controllo emissioni inquinanti ATS (After Treatment System)
  - o Sistemi di controllo sovralimentazione TC (Turbo-Charger)
  - o Diagnostica on board (EOBD) e telematica
  - o Stati elettrici e modi di funzionamento del propulsore (Cranking, engine run, idle, cut off, warm up, ecc.)
- Strategie di controllo dei sistemi di propulsione termica

- Motori ad accensione comandata
- Motori ad accensione per compressione
- Sistemi di post-trattamento (rigenerazione DPF, e controllo SCR)
- Controllo dei sistemi di Propulsione Ibrida
  - Architetture e componenti
  - Azionamenti e macchine elettriche
  - Sistemi di accumulo energetico (Energy Storage)
  - Sistemi di controllo di secondo livello dei sistemi di propulsione ibrida (Supervisor) per applicazioni automotive, navale ed aeronautica
  - Metodologie di ottimizzazione energetica (ECMS, MPC, rule based, ecc.)
- Esercitazioni pratiche in sala prova motori sui sistemi di controllo e calibrazione (HW e SW di sviluppo)

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti dalle lezioni. Dispense disponibili sul sito web docenti

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio con utilizzo di Hardware e Software per la calibrazione ed il controllo dei sistemi di propulsione

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

ENERGETICA

SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MASSIMO DENTICE D'ACCADIA

TELEFONO: 0817682304

EMAIL: DENTICE@UNINA.IT

### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

*Nessuno.*

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

*Nessuno.*

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso intende fornire agli allievi le conoscenze e le competenze specialistiche necessarie per affrontare e risolvere i problemi di tipo tecnico-ingegneristico caratteristici del settore dell'*energy management*, con particolare riferimento a quelli concernenti le tecnologie e le soluzioni per l'uso razionale ed eco-compatibile delle risorse energetiche, sia convenzionali che rinnovabili.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere ed affrontare le problematiche relative a: i) analisi dei fabbisogni energetici di utenze civili e industriali; ii) misura e analisi delle prestazioni di sistemi energetici; iii) individuazione e analisi tecnico-economica di tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica, per l'impiego di fonti rinnovabili di energia e per la riduzione dell'impatto ambientale delle attività riconducibili all'uso dell'energia (con particolare riferimento al problema delle emissioni di gas serra).

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare saper risolvere problemi concernenti: i) l'analisi dei fabbisogni energetici di utenze civili e industriali; ii) misura e analisi delle prestazioni di sistemi energetici; iii) l'individuazione e l'analisi tecnico-economica di tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica, per l'impiego di fonti rinnovabili di energia e per la riduzione dell'impatto ambientale delle attività riconducibili all'uso dell'energia (con particolare riferimento al problema delle emissioni di gas serra).

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

### *[1,5 CFU] Introduzione*

Classificazione, disponibilità ed impatto ambientale delle fonti e dei sistemi di conversione dell'energia: fonti primarie e secondarie, fonti rinnovabili; effetto serra, fattori di emissione per combustibili e consumi elettrici; politiche internazionali e nazionali per il contrasto ai cambiamenti climatici, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e l'efficienza energetica. Metodologie per l'analisi energetica, economica e di impatto ambientale di sistemi e soluzioni per l'efficienza energetica e l'uso di fonti energetiche rinnovabili. Esempi di applicazione.

### *[0,5 CFU] Quadro normativo e tariffario*

Introduzione ai mercati dell'energia elettrica, del gas naturale e dell'efficienza energetica: struttura del mercato, componenti delle tariffe dell'energia elettrica e del gas naturale, esempi di calcolo e verifica delle fatture; cenni ai mercati dell'efficienza energetica e dei permessi di emissione di gas serra; cenni alle normative per l'incentivazione delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica.

### *[4 CFU] Tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica e l'uso razionale dell'energia*

Principi di funzionamento, caratteristiche tecniche e funzionali, criteri per il dimensionamento e la progettazione di massima e per l'analisi di fattibilità tecnico-economica di sistemi, tecnologie e interventi per l'efficienza energetica negli usi finali:

- caldaie (caldaie ad alta efficienza, a temperatura scorrevole, a condensazione) (0,5 CFU);
- pompe di calore e gruppi frigoriferi a compressione di vapore ad azionamento elettrico (EHP) e con motore endotermico (GHP); pompe di calore e gruppi frigoriferi ad assorbimento (1 CFU);
- evaporatori multi-effetto (MEE) e sistemi con ricompressione meccanica o termica del vapore (MVR, TVR) (0,5 CFU);
- Pinch Analysis di interventi di “heat integration” basati su reti di scambiatori di calore, con eventuale inserimento nel processo di motori primi e pompe di calore (0,5 CFU);
- azionamenti a velocità variabile e motori elettrici ad alta efficienza (0,5 CFU);
- sistemi di cogenerazione e trigenerazione (classificazione; schemi funzionali; scelta della taglia e della tecnologia in relazione al profilo dell’utenza; esempi di analisi tecnico-economica; qualifica come Cogenerazione ad Alto Rendimento (1 CFU).

*[3 CFU] Tecnologie per le fonti energetiche rinnovabili*

Principio di funzionamento, caratteristiche funzionali, criteri per il dimensionamento e la progettazione di massima e per l’analisi di fattibilità tecnico - economica di impianti alimentati da fonte rinnovabile:

- energia solare (disponibilità, richiami di geometria solare) (0,5 CFU);
- sistemi solari termici (collettori piani tradizionali, sottovuoto, a concentrazione; impianti solari per la produzione di acqua calda sanitaria, per il riscaldamento, per il “solar cooling”; sistemi per il solare termodinamico (cenni); esempi di analisi tecnico-economica (0,5 CFU);
- sistemi solari fotovoltaici (celle, moduli, pannelli e campi fotovoltaici; inverter; altri componenti di impianto – “Balance Of Plant”; esempi di analisi tecnico-economica) (1 CFU);
- energia eolica (classificazione delle turbine, analisi di Betz, curve caratteristiche dei generatori, sistemi di regolazione; caratterizzazione anemometrica di un sito; stima della producibilità di un impianto; esempi di analisi tecnico-economica) (0,5 CFU);
- impianti idroelettrici, a biomassa, impianti geotermoelettrici (cenni) (0,5 CFU).

**MATERIALE DIDATTICO**

Appunti del docente (disponibili sul sito docenti).

Per approfondimenti (facoltativi): Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, Ed. By F. Kreith F. and D. Yogi Goswami, CRC Press - Taylor & Francis Group, 2007; Le energie rinnovabili, A. Bartolazzi, Hoepli, 2010.

**MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

Lezioni frontali per circa il 65% delle ore totali, b) esercitazioni, con approfondimento pratico degli aspetti teorici, per il rimanente 35% circa delle ore totali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	X
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione

La prova scritta è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale. L'esito della prova scritta ha un peso corrispondente a circa il 40%, ai fini della definizione del voto.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### GESTIONE DI SISTEMI TERMODINAMICI AVANZATI

SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: LUCA VISCITO

TELEFONO:

EMAIL: [LUCA.VISCITO@UNINA.IT](mailto:LUCA.VISCITO@UNINA.IT)

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire agli studenti interessati gli strumenti per analizzare dati di funzionamento di componenti e impianti atti alla produzione e/o alla conversione energetica e dati di consumi di utenze, con il fine di definire parametri e ricostruire informazioni utili alla determinazione delle prestazioni, al controllo basato su analisi termo-economica e alla valutazione di guasti

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Con riferimento a casi studio reali, 1) identificare, per l'intero sistema e le sue sottoparti (utenza, impianto, componenti di impianto), i flussi energetici, i parametri termodinamici di funzionamento, i gradi di libertà termodinamici utili al controllo; 2) definire possibili KPI (key performance index), in relazione allo scopo, utili a caratterizzare la prestazione termo-economica ed ambientale.

Conoscere le possibilità, i limiti e i potenziali errori nel risalire dai dati disponibili ai parametri descrittivi del funzionamento del sistema (utenza, impianto, utenza-impianto).

Conoscere gli strumenti per determinare basi di dati di riferimento.

Definire parametri utili alla identificazione e alla valutazione di guasti in base alla tipologia

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Definire KPI da basi di dati reali relativi a casi studio notevoli

Generare basi di dati di riferimento per un caso studio

Analizzare criticamente e da un punto di vista termodinamico le differenze tra le basi di dati di riferimento e quelle reali per determinare possibili guasti o ottimizzare il funzionamento

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Parte 1: Identificazione dei parametri di funzionamento e dei KPI, definizioni di guasti per componenti e impianti termodinamici notevoli (1,5 CFU)*

*Panoramica di esempi notevoli di impianti (e componenti) e utenze con la relativa identificazione dei flussi energetici e ambientali, dei parametri di funzionamento e dei gradi di libertà utili al controllo. Definizione di parametri per stimare l'entità di guasti di tipo soft e definizione di KPI per la caratterizzazione termodinamica, economica ed ambientale per impianti e utenze (ad esempio: sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, pompe di calore o impianti frigoriferi, edifici)*

*Parte 2: Modelli termodinamici deterministici: esempi e loro utilizzo per la generazione di basi di dati surrogate (2 CFU)*

*Generalità ed esempi di modelli di sistemi termodinamici (white box) riferiti a sistemi termodinamici atti alla produzione e alla conversione energetica o ad utenze energetiche.*

*Utilizzo di codici di calcolo per la generazione di dati. Analisi critica dei possibili errori di modello (errori di riduzione di modello, di calibrazione da dati)*

*Esempi di modelli che implementano l'esistenza di guasti*



Parte 3: Applicazione dei “Data-driven models” ai sistemi energetici: addestramento e simulazione (2,5 CFU)

Generalità e modelli basati sull’intelligenza artificiale (reti neurali, machine learning e metodi statistici di classificazione). Applicazione dei metodi a casi reali: identificazione dei parametri di input, output, valutazione del grado di mutua dipendenza dei parametri, tecniche di addestramento dei metodi di IA e valutazione della qualità dell’addestramento. Simulazione del funzionamento del sistema. Esempi di tecniche di controllo predittivo al fine della minimizzazione dei consumi energetici.

Possibilità di risalire dai dati ai parametri di funzionamento per caratterizzare i guasti e i KPI: limiti ed errori possibili della metodologia

**MATERIALE DIDATTICO**

Materiale fornito dal docente durante il corso sia per la teoria che per i software di simulazione da utilizzare

**MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO**

- Lezioni frontali (20 ore)
- Flipped classroom (didattica innovativa, 10 ore)
- esercitazioni ed esempi di utilizzo di software specifici (18 ore)

**VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

a) **Modalità di esame:**

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) **Modalità di valutazione:**

Il voto è formulato dalla Commissione d’Esame sulla base dell’adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### IMPIANTI CON TURBINA A GAS

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MARIA CRISTINA CAMERETTI

TELEFONO:

EMAIL: MC.CAMERETTI@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

nessuno

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio degli impianti con turbina a gas di ultima generazione, integrati anche con sistema di energia rinnovabile per un basso impatto ambientale. Si affronterà lo studio di propulsori aeronautici sia di tipo convenzionale sia in assetto ibrido. Con riferimento a sistemi di produzione di energia elettrica, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi e delle emissioni inquinanti, nonché dell'anidrite carbonica. A tale scopo, si affronterà lo studio di sistemi di combustione innovativi (combustori DLN, LPP, RQL) e si quantificherà il loro impatto sulla produzione di emissioni inquinanti, in particolare di NOx. Sarà affrontato lo studio di combustibili innovativi derivati da biomasse o da reforming e miscele con idrogeno. L'impianto con turbina a gas sarà esaminato in assetto cogenerativo e integrato con campo solare e/o sistemi ORC (Organic Rankine Cycle). Sarà affrontato lo studio di cicli misti gas/vapore (STIG, RWI, HAT) e cicli combinati.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei sistemi di produzione di energia elettrica e di propulsione aeronautica con riferimento alle prestazioni, consumi ed emissioni inquinanti.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di saper analizzare i sottosistemi che compongono una turbina a gas, le possibili applicazioni e indirizzare le scelte progettuali.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*[0.5 CFU] Situazione attuale e prospettive future di impiego di turbine a gas (TG) per la produzione di energia elettrica e per la propulsione aeronautica: obiettivi progettuali di TG di ultima generazione compatibili con basso impatto ambientale. Emissioni inquinanti da TG.*

*[1 CFU] Impianti tradizionali e ad alte prestazioni. Applicazioni delle TG. Richiami al ciclo termodinamico di una turbina a gas. Esempi di impianti con rigenerazione, interrefrigerazione, post-combustione. Potenza e rendimento di impianto.*

*[1 CFU] Combustibili e combustione nella TG: combustibili tradizionali e innovativi; studio delle diverse geometrie di un combustore (RQL, LPP, DLN). Esempi di calcoli di combustione al variare del combustibile e delle condizioni di funzionamento. Combustibili ossigenati da reforming a vapore ed ossidazione parziale. Sequestro e cattura della CO2.*

*[1 CFU] Regolazione di potenza di una TG; curve caratteristiche di compressore e turbina; matching dei componenti e dominio di funzionamento. Applicazioni numeriche con Gasturb. Cicli misti gas/vapore (STIG, RWI, HAT) e ciclo combinato.*

[0,5 CFU] Esercitazioni: Realizzazione di un codice in matlab per lo studio del ciclo Joule e della caldaia a recupero; Utilizzo del programma Gasturb.

[1 CFU] Materiali per le palette di una turbina. Sistemi di raffreddamento. La microturbina a gas e sue applicazioni in microgrid. Transitorio di una MTG e descrizione di un algoritmo di ottimizzazione con controllore automatico.

[1 CFU] Sistemi solare-termodinamico. Integrazioni di TG con campo solare (collettori o torre solare). Analisi termo-economica di un impianto di MTG e torre solare. Sistema ORC: scelta del fluido organico e dell'espansore. Sistema integrato MTG e impianto ORC.

[1,5 CFU] Propulsione aeronautica: turbogetto, turbofan, motori ad elica, endoreattori. Esercitazione con GASTURB.

[0.5 CFU] Sistemi di propulsione ibrida (serie/parallelo/schemi avanzati) per velivoli ad elica: definizione delle tipologie principali del sistema di propulsione e della ripartizione dei flussi energetici tra motore termico ed elettrico. Caso applicativo.

[1 CFU] Cenni di calcolo numerico. Modelli di turbolenza, iniezione, combustione. Calcolo numerico di CFD per la descrizione dei fenomeni di spray e combustione nel combustore di una turbina a gas. Applicazioni con codice 3D Fluent.

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense e slides del corso

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali e seminari integrativi

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

#### SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ADOLFO PALOMBO, GIOVANNI BARONE

TELEFONO: 0817682299

EMAIL: ADOLFO.PALOMBO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

"Nessuno"

## EVENTUALI PREREQUISITI

"Nessuno"

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso, di fondamentale importanza per ingegneri che si occupano di aspetti energetici, mira a sviluppare conoscenze sulla progettazione energeticamente efficiente del sistema involucro-impianto (edificio, nave, treno, autoveicolo, aeromobile) anche in un'ottica di sostenibilità economica ed ambientale. Si forniscono le conoscenze fondamentali sulla termofisica dell'involucro e sugli impianti di climatizzazione evidenziandone gli aspetti tecnico-applicativi con particolare attenzione all'efficienza energetica.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

L'allievo, dovrà dimostrare di aver assimilato le conoscenze riguardanti: 1) la scelta dell'impianto in funzione della destinazione d'uso degli ambienti, del benessere degli occupanti e degli aspetti energetici ed economici riguardanti il sistema involucro-impianto; 2) il calcolo dei carichi termici invernali ed estivi del sistema; 3) il fabbisogno energetico e la classe energetica del sistema secondo le norme vigenti e in relazione al riscaldamento invernale, al raffrescamento estivo e alla produzione di acqua calda sanitaria; 4) la progettazione e la regolazione dei vari componenti dell'impianto di climatizzazione (centrale termo-frigorifera, rete di distribuzione dei fluidi termovettori, terminali di scambio termico, sistema di controllo, etc.) in base ai regolamenti vigenti.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

L'allievo, dopo aver assimilato le conoscenze di questa disciplina, dovrà essere in grado di: 1) effettuare la scelta dell'impianto in funzione della destinazione d'uso degli ambienti, del benessere degli occupanti e degli aspetti energetici ed economici riguardanti il sistema involucro-impianto; 2) eseguire, anche mediante l'uso di specifici software, il calcolo dei carichi termici invernali ed estivi del sistema; 3) valutare, anche mediante l'uso di specifici software, il fabbisogno energetico e la classe energetica del sistema secondo le norme vigenti e in relazione al riscaldamento invernale, al raffrescamento estivo e alla produzione di acqua calda sanitaria nello scenario di riferimento ed in quello relativo ad una possibile riqualificazione del sistema; 4) eseguire la progettazione e la regolazione dei vari componenti dell'impianto di climatizzazione (centrale termo-frigorifera, rete di distribuzione dei fluidi termovettori, terminali di scambio termico, sistema di controllo, etc.) in base ai regolamenti vigenti e mediante l'uso di specifici software anche con approccio BIM (Building Information Modelling).

## PROGRAMMA-SYLLABUS

[0,5 CFU] 1. ARIA UMIDA - Proprietà termodinamiche dell'aria umida. Diagrammi psicrometrici. Trasformazioni elementari dell'aria umida. Applicazioni.

[0.5 CFU] 2. VINCOLI PROGETTUALI PER IL BENESSERE TERMOIGROMETRICO E LA QUALITÀ DELL'ARIA - Metabolismo. Sistema di termoregolazione. Valutazione del benessere termoigrometrico. Indici per la valutazione del benessere. Ventilazione naturale e forzata. Efficienza di ventilazione. Condizioni interne di progetto. Applicazioni.

[1 CFU] 3. CARICO TERMICO INVERNALE - Stima del carico termico. Carichi termici per trasmissione attraverso l'involucro. Ponti termici. Correzioni. Carichi termici per ventilazione. Potenza di ripresa. Carico termico totale. Applicazioni.

[1 CFU] 4. CARICO TERMICO ESTIVO - Dinamicità dei fenomeni. Carichi sensibili e latenti. Stima dei carichi frigoriferi attraverso il metodo Carrier. Carico termico per radiazione solare attraverso il vetro. Carico termico per trasmissione attraverso i vetri. Carico termico per trasmissione attraverso le strutture opache - temperatura solearia. Carichi interni. Carico per ventilazione e infiltrazioni d'aria. Applicazioni.

[0.5 CFU] 5. IMPIANTI DI RISCALDAMENTO - Generatore di calore. Pompe. Rete di distribuzione: monotubo, a due tubi, a quattro tubi. Vaso di espansione. Dispositivi di sicurezza. Valvole a due e tre vie. Caratteristiche di funzionamento del circuito idraulico. Applicazioni.

[1 CFU] 6. **PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA** - Materiali impiegati per i condotti. Cadute di pressione nelle reti di distribuzione percorse da liquidi. Calcolo delle cadute di pressione distribuite e concentrate. Dimensionamento delle reti di distribuzione dell'acqua. Applicazioni.

[0.5 CFU] 7. **I TERMINALI PER LO SCAMBIO TERMICO** - Analisi, dimensionamento e regolazione dei radiatori, ventilconvettori, aerotermi, termoconvettori e pannelli radianti. Applicazioni.

[1 CFU] 8. **EFFICIENZA ENERGETICA** - Definizioni e parametri di riferimento: grado giorno, destinazione d'uso degli edifici, periodo di funzionamento dell'impianto di riscaldamento, valori della temperatura ambiente, rendimento globale medio stagionale, regolazione, fabbisogno d'energia per il riscaldamento ed il raffrescamento dell'edificio e per la produzione di acqua calda sanitaria. Obblighi e verifiche da effettuare. Procedure per la diagnosi e certificazione energetica. Soluzioni progettuali e costruttive per il miglioramento dell'efficienza dell'involucro. Analisi economica. Applicazioni.

[1.5 CFU] 9. **IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE** - Classificazione degli impianti. Impianti centralizzati semplici: calcolo della portata d'aria trattata, regolazione a carico parziale. Impianti centralizzati multizona. Impianti misti aria – acqua: l'aria primaria, calcolo della potenza frigorifera e termica del terminale di scambio locale, impianti ad aria primaria e ventilconvettori. Impianti a doppio condotto. Impianti a portata variabile. Sistemi autonomi ad espansione diretta. Recuperatori di calore: classificazione, efficienza del recuperatore. Ventilatori. Free cooling. Criteri per la scelta dell'impianto. Applicazioni.

[1 CFU] 10. **PROGETTAZIONE DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA** - Distribuzione dell'aria: immissione dell'aria in ambiente, diffusori. Ripresa dell'aria. Calcolo delle cadute di pressione distribuite e concentrate nei canali. Pressione in corrispondenza dei diffusori. Dimensionamento dei canali dell'aria. Applicazioni.

[0.5 CFU] 11. **GRUPPI FRIGORIFERI E POMPE DI CALORE** - Gruppi a compressione di vapore: generalità sul ciclo termodinamico, sorgenti e pozzi d'energia termica, macchine a compressione di vapore azionate da motore elettrico. Indici di prestazione. Componenti dei gruppi frigoriferi/pompe di calore. Gruppi frigoriferi/pompe di calore di ultima generazione. Analisi di mercato. Applicazioni.

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti del docente.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni, esercitazioni (anche guidate al pc per lo sviluppo del progetto attraverso l'utilizzo di software professionali) e seminari integrativi.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	X
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	X

### b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato in base all'esito della prova scritta, alla qualità dell'elaborato progettuale e delle risposte fornite dallo studente durante la prova orale. La votazione finale è accuratamente motivata allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### IMPIANTI DI GENERAZIONE TERMICA

SSD ING-IND/09

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: AMEDEO AMORESANO, GIUSEPPE LANGELLA

TELEFONO:

EMAIL: [AMORESAN@UNINA.IT](mailto:AMORESAN@UNINA.IT); [GIULANGE@UNINA.IT](mailto:GIULANGE@UNINA.IT)

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 9



## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

*Non previsti*

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

*Nessuno*

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il Corso fa acquisire all'allievo la capacità di svolgere lavoro professionale nel campo specifico, evidenziando sia gli aspetti tecnici che quelli economici della progettazione, della installazione ed esercizio degli impianti di generazione termica, utilizzando quanto maturato in corsi precedenti e collaterali. Il Corso trasmette inoltre conoscenze scientifiche e professionali circa gli impianti di generazione termica, sottolineando la molteplicità di collegamenti con fenomenologie di base e di aree culturali affini.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei moderni impianti di generazione termica, con riferimento alle diverse modalità di produzione e trasferimento e distribuzione del calore, alle prestazioni di tali impianti e ai relativi sistemi di controllo e ai sistemi di riduzione e abbattimento degli inquinanti.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di eseguire una progettazione di massima di un moderno impianto di generazione termica con relativo sistema di controllo e gestione, nonché dei principali sistemi di riduzione e abbattimento delle sostanze inquinanti da essi prodotte.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*[0,5 CFU] Classificazione dei generatori di vapore e degli impianti di generazione termica. Caratteristiche costruttive e funzionali dei generatori di vapore a tubi di fumo e a tubi d'acqua*

*[1 CFU] Analisi delle prestazioni energetiche di un impianto di generazione termica e delle relative perdite. Rendimento del generatore di vapore secondo le formulazioni diretta e inversa. Perdita per calore sensibile dei fumi, per incombusti, attraverso l'involucro e per spurgo di caldaia*

*[1 CFU] Produzione di calore per combustione. Stechiometria della combustione e principali parametri (rapporto aria/combustibile, indice d'aria, eccesso d'aria, concentrazione di ossigeno nei fumi in funzione dell'eccesso d'aria). Atomizzazione dei combustibili liquidi. Caratteristiche costruttive e funzionali dei bruciatori stazionari per impianti di generazione termica. Irraggiamento in camera di combustione*

*[1 CFU] Analisi dello scambio termico nei generatori di vapore. Analisi dei modelli per lo scambio termico in regime bifase con particolare riferimento alle tubazioni degli evaporatori. Valutazione dei coefficienti di scambio termico nelle diverse sezioni degli impianti di generazione termica (evaporatori, economizzatori, surriscaldatori, preriscaldatori d'aria). Analisi delle condizioni di funzionamento degli evaporatori a circolazione naturale (cifra di circolazione, perdite di carico, determinazione della portata circolante).*

*[1 CFU] Analisi delle tecniche primarie e secondarie per la riduzione e l'abbattimento degli inquinanti prodotti dagli impianti di generazione termica*

*[1 CFU] Principi di regolazione degli impianti di generazione termica. Regolatori PID (proporzionali, integrativi derivativi): logiche di intervento e metodi di taratura*

[1 CFU] Valvole di regolazione e valvole di sicurezza: principi di funzionamento e criteri di scelta

[1 CFU] Criteri di dimensionamento degli impianti di distribuzione dell'energia termica e scelta dei principali componenti (pompe, scambiatori di calore, tubazioni, collettori, vasi di espansione, serbatoi di accumulo termico, valvole a tre vie)

[1 CFU] Generatori di vapore a recupero. Generatori di vapore integrati nei termovalorizzatori. Caldaie ad olio diatermico

[0,5 CFU] Utilizzo delle biomasse per la produzione di energia termica. Produzione di vapore da impianti geotermici

### MATERIALE DIDATTICO

Dispense e slides del corso.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni e seminari integrativi

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### IMPIANTI PER L'ENERGIA SOLARE

SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ANNAMARIA BUONOMANO

TELEFONO: 0817682287

EMAIL:ANNAMARIA.BUONOMANO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessuno.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso si propone di fornire conoscenze teoriche ed applicate dei sistemi per la conversione dell'energia solare in energia termica ed elettrica. Partendo dai fondamenti dell'energia solare e dei principi di conversione, il corso fornirà le basi per la progettazione di sistemi alimentati da energia solare (termici, fotovoltaici ed ibridi) per differenti tipologie di applicazione (civili e industriali) ed in funzione delle possibili condizioni climatiche (radiazione solare, etc.). Saranno forniti principi di progettazione per impianti solari (sia con collettori planari che a concentrazione) anche attraverso: i) la modellazione del sistema; ii) la simulazione dinamica delle prestazioni energetiche, economiche e d'impatto ambientale; e iii) l'ottimizzazione di alcuni parametri progettuali e d'esercizio secondo diverse funzioni obiettivo. Saranno anche valutate le condizioni ottimali di gestione e manutenzione del sistema.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente sarà in grado di comprendere i concetti di base ed i fenomeni fisici relativi alla conversione dell'energia solare e alle relative applicazioni, compresi gli aspetti energetici, ambientali ed economici. Inoltre, sarà in grado di valutare e selezionare le tecnologie d'impianto più appropriate in base all'utenza ed alle condizioni al contorno, nonché di condurre la progettazione preliminare di un impianto solare e dei suoi principali componenti. Lo studente dovrà inoltre dimostrare le competenze sviluppate sulle tecniche di modellazione per la simulazione dinamica delle prestazioni energetiche, economiche e ambientali di sistemi ad energia solare, con l'obiettivo di valutarne il funzionamento a carico parziale e i principali indici di prestazione relativi al suo funzionamento.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del corso, lo studente sarà in grado di condurre la progettazione preliminare di un sistema solare, sviluppando ed analizzando un caso studio anche attraverso la modellazione e simulazione dinamica del sistema valutandone il funzionamento ottimale. Obiettivo del progetto è individuare il miglior layout del sistema dimensionando i vari componenti del sistema attraverso un'ottimizzazione termoeconomica. Sfruttando le conoscenze acquisite, lo studente sarà in grado di: i) sviluppare il modello energetico di diverse tipologie di impianti solari; ii) definire le specifiche dei diversi componenti dell'impianto; iii) eseguire il calcolo e l'ottimizzazione della produzione energetica del sistema considerato; iv) effettuare la progettazione ottimale degli impianti valutandone il funzionamento attraverso la simulazione dinamica delle relative prestazioni energetiche, economiche e d'impatto ambientale.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

### **[0.5 CFU] ENERGIA SOLARE: FONDAMENTI (4 ORE)**

Introduzione: radiazione solare; spettro solare; radiazione solare extraterrestre; radiazione solare a livello del suolo. Geometria solare. Parametri solari e angoli caratteristici. Modelli di cielo. Strumenti e metodi per la misura della radiazione solare. Disponibilità e utilizzabilità della radiazione solare.

### **[1 CFU] SISTEMI PER LA CONVERSIONE SOLARE TERMICA (8 ore)**

Tipologie di collettori piani (FTC ed ETC) e a concentrazione (PTC, PDR, LFR, HFC, CTC). Trasmissione dell'energia termica: principali aspetti. Proprietà ottiche di coperture, specchi e rivestimenti. Trasmissione-assorbimento: dipendenza direzionale e spettrale. Radiazione solare assorbita. Definizione della curva di efficienza. Metodi di

prova per collettori solari: standard americani ed europei. Applicazioni, vantaggi e svantaggi. Strumenti per la modellazione e simulazione dinamica di collettori solari termici.

**[2.5 CFU] PROGETTAZIONE PRELIMINARE DI SISTEMI SOLARI TERMICI (20 ore)**

Parametri ed indicatori per il calcolo dell'efficienza energetica di collettori solari termici. Criteri per la modellazione di collettori solari termici piani e metodi di progettazione semplificati e preliminari. Fluidi termovettori e accumuli termici. Applicazioni a bassa, media ed alta temperatura e criteri di selezione per l'integrazione ed il dimensionamento preliminare di impianti solari. Tecnologie e impianti: solar heating and cooling; sistemi per il solare termodinamico; solar desalination; applicazioni civili e industriali. Integrazione architettonica. Definizione di casi studio per il dimensionamento preliminare e per l'implementazione di strategie di controllo per l'ottimizzazione energetica, economica, e di impatto ambientale di sistemi solari termici. Tecniche di modellazione e simulazione dinamica delle prestazioni energetiche di impianti solari termici.

**[2 CFU] SISTEMI PER LA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA (12 ore)**

Principi di funzionamento delle celle fotovoltaiche, tecnologie fotovoltaiche e sviluppi recenti. Componenti principali di un impianto fotovoltaico, accumulo, configurazioni di impianto. Criteri di progettazione di impianti off-grid e grid-connected. Criteri per il dimensionamento preliminare di un impianto fotovoltaico: componenti e criteri di accoppiamento. Sistemi fotovoltaici avanzati e sistemi ibridi PVT. Integrazione architettonica. Definizione e sviluppo di casi studio per il dimensionamento preliminare di impianti fotovoltaici. Strumenti per la modellazione, simulazione e progettazione preliminare di impianti fotovoltaici. Ottimizzazione energetica ed economica.

**MATERIALE DIDATTICO**

Appunti del docente (disponibili sul sito docenti).

Testo: Soteris A. Kalogirou. Solar Energy Engineering 2nd Edition. Academic Press (2013)

**MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

Lezioni frontali, esercitazioni al computer per lo sviluppo di progetti attraverso software per la progettazione e la valutazione della performance energetica ed economica di impianti solari, seminari integrativi.

**VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**a) Modalità di esame.**

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

**b) Modalità di valutazione**

Il voto è formulato in base all'esito delle prove scritte, alla qualità dell'elaborato progettuale presentato e all'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente durante la prova orale.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### LABORATORIO DI OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI TERMODINAMICI

SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MARCELLO IASIELLO

TELEFONO:

EMAIL: MARCELLO.IASIELLO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

L'obiettivo del corso è fornire agli allievi conoscenze e competenze specifiche per l'ottimizzazione di sistemi termodinamici. Da un lato, lo studente acquisirà la conoscenza di strumenti: di fitting di dati (tecniche statistiche, reti neurali), di ottimizzazione (ricerca esaustiva, algoritmi genetici) e conoscenze per l'analisi critica dei risultati in processi di ottimizzazione multi-obiettivo (ad esempio: costi totali, coefficienti di prestazione di sistemi complessi su orizzonti temporali lunghi). A valle di una panoramica di modelli disponibili per la descrizione di singoli componenti e sistemi termodinamici (impianti per la "produzione" di energia termica, frigorifera o elettrica, sia da fonti tradizionali che rinnovabili), lo studente svolgerà un esercizio su un caso studio complesso, che soddisfa le richieste termiche, frigorifere ed elettriche di utenze multiple in scenari di utilizzo e di costi dell'energia specifica, al fine di applicare le tecniche di ottimizzazione al caso in esame.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di: aver raggiunto un'adeguata conoscenza delle tecniche implementabili per l'ottimizzazione di sistemi termodinamici e aver compreso le relative problematiche operative.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di applicare tecniche di ottimizzazione a casi studio di sistemi energetici.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### Panoramica di curve prestazionali, funzioni di costo. Applicazione di strumenti di fitting e ottimizzazione (4 CFU)

*Esempi di curve di prestazione, interpretazione e fitting di dati prestazionali e funzioni di costo per: Sistemi di produzione di energia termica; Caldaie e boiler elettrici; Collettori solari per la produzione di acqua calda ad uso residenziale; Serbatoi di accumulo termico; Pannelli fotovoltaici; Sistemi di produzione combinata di energia termica ed elettrica; Impianti con turbina a gas ad uso cogenerativo; Motori a combustione interna ad uso cogenerativo; Impianti a vapore; cicli Rankine base e cicli reali, anche ad uso cogenerativo, ad acqua e con fluidi organici; Sistemi di produzione di energia frigorifera; Chiller elettrici; Chiller ad assorbimento.*

*Utilizzo di tecniche di fitting. Analisi di regressione dati: utilizzo funzioni MATLAB come cftool, polyfit. Tecniche di intelligenza artificiale: reti neurali artificiali. Indici statistici per la valutazione della bontà del fitting: R<sup>2</sup>, RMSE, MAPE, MRPE.*

*Utilizzo di tecniche di ottimizzazione numerica: strumenti per la definizione delle variabili decisionali (Pearson, Kendall, Spearman, SRRC, metodo Montecarlo, metodo Latin Hypercube Sampling (lhs), algoritmi di ottimizzazione (Algoritmi genetici), definizione dell'ottimo (Fronte di Pareto).*

Laboratorio - Applicazione ad un caso studio: ottimizzazione di un sistema termodinamico complesso (2.0 CFU)  
Definizione del caso studio. Pre-dimensionamento dei sistemi e componenti termodinamici. Applicazione delle tecniche di ottimizzazione al caso studio per la determinazione della migliore configurazione in termini prestazionali, economici ed ambientali.

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense del corso

I. Dincer, M. A. Rosen, P. Ahmadi, Optimization of energy systems, John Wiley & Sons editore

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali (24 ore); esercitazioni in aula e lavoro di gruppo (24 ore).

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.





## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### MISURE TERMOFLUIDODINAMICHE

#### SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MARILENA MUSTO  
TELEFONO: 0817682290  
EMAIL: MARILENA.MUSTO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II  
PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessuno.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

L'obiettivo principale è realizzare un percorso che ha come punto di partenza la definizione dei termini fondamentali del linguaggio metrologico, stabilire i requisiti di una misura e del relativo processo di misurazione, comprendere il criterio di scelta di uno strumento di misurazione in base alle adeguate specifiche metrologiche assegnate, valutare l'incertezza di misurazione in qualsiasi contesto ingegneristico. Altro obiettivo è di fornire all'allievo un elevato livello di conoscenza delle tecniche di misura e controllo delle grandezze meccaniche e termiche per applicazioni energetiche.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper affrontare le problematiche relative alle tecniche di misurazione e analisi dei dati di base, di aver acquisito familiarità con vari tipi di sistemi di misurazione, di saper impostare ed eseguire vari esperimenti secondo una determinata procedura, di apprendere le tecniche coinvolte nell'analisi dei dati di misurazione e gli errori associati al sistema di misurazione utilizzato, imparare come misurare le grandezze termofluidodinamiche.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di saper risolvere problemi concernenti l'intero processo di misurazione, partendo dalla definizione della grandezza oggetto della misurazione, stabilire il metodo di misurazione, scegliere opportunamente lo strumento o il sistema di misura, comprendere le problematiche relative alle tecniche e procedure di misurazione. Infine deve saper effettuare ed interpretare i dati, analizzarli ed essere in grado, anche in fase di progettazione, di prevedere i requisiti di una misura e dunque stimare la relativa incertezza.

In sintesi, lo studente deve saper:

- acquisire familiarità con il vocabolario della scienza di misurazione di base.
- comprendere le tecniche di misurazione e analisi dei dati di base.
- comprendere il ruolo dei sensori nelle misurazioni.
- comprendere in che modo gli errori influiscono sui risultati delle misurazioni e come determinare la causa di determinati tipi di errori al fine di ridurli e tenere conto dell'errore che non può essere eliminato.
- acquisire familiarità con vari tipi di sistemi di misura e impostare e eseguire esperimenti secondo una determinata procedura.
- capire in che modo i test fanno parte del processo di progettazione e come i processi di test e i criteri sono sviluppati.
- comprendere la relazione tra previsioni analitiche e risultati sperimentali.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

### *[4.5 CFU] PRIMA PARTE DEL CORSO*

*Introduzione:* Approccio alla misurazione, al metodo, alla definizione del misurando, alla definizione e individuazione delle grandezze che partecipano all'ottenimento della misura e alle grandezze di influenza sul risultato del processo di misurazione.

*Guida alla progettazione della misura e all'analisi dell'incertezza di misura:*

Metrologia di base: metrologia legale, metrologia scientifica, metrologia industriale. Definizione del concetto di misura, misurando, metodo di misurazione (misure dirette ed indirette). Errori ed Incertezze di misura e loro classificazione.

Distribuzione di densità di probabilità: gaussiana, gaussiana standard, t-Student, rettangolare, triangolare.

Distribuzioni dei risultati di misura. Test statistici (test del “chi quadro” e carte di probabilità). Analisi e calcolo delle Incertezze mediante la legge di propagazione delle incertezze per variabili aleatorie correlate e non correlate. Valutazione della covarianza e del coefficiente di correlazione. Incertezza relativa. Incertezza estesa. Gradi di libertà effettivi (equazione di Welch-Satterthwaite).

Architettura di uno strumento di misura: Configurazione generalizzata di uno strumento (sistema) di misura, curva caratteristica di un generico sensore di misura. Prestazioni statiche e dinamiche degli strumenti di misura: strumenti del primo e del secondo ordine. Prontezza di uno strumento di misura: costante di tempo e tempo di risposta. Taratura e verifica di uno strumento e catena di riferibilità. Progettazione di una misura: analisi a-priori e a-posteriori. Compatibilità tra le misure. Classe di precisione di uno strumento di misura. Applicazioni ed esercitazioni.

*[4,5 CFU] SECONDA PARTE DEL CORSO: Sistema di misura come strumento per la gestione dell'energia  
Principi fisici di funzionamento, caratteristiche costruttive e prestazioni metrologiche dei sensori termofluidodinamici di misura*

- 1) Temperatura: - termometri a contatto- termocoppie, termoresistenze, termistori; termometri a distanza- pirometria single color, pirometria dual color;
- 2) Metodi di misura di emissività per applicazioni in campo energetico;
- 3) Misure di velocità;
- 4) Pressione statica, dinamica, cenni di misura di pressione nel vuoto;
- 5) Portata volumetrica e massica per il monitoraggio della qualità dell'aria e dell'acqua;
- 6) Termoflussimetria e termografia per la diagnosi energetica di un edificio.

## **MATERIALE DIDATTICO**

Appunti e dispense del docente (disponibili sul sito docenti).

Per approfondimenti (facoltativi): Metrologia Strumenti e metodi di misura (Ernest O. Doebelin); UNI CEI ENV 13005: Guida all'espressione dell'incertezza di misura (GUM)- un estratto; ESTRATTO: Vocabolario Internazionale di Metrologia (VIM-JCGM\_200\_2012); Strumenti di misura: Fondamenti di termometria (Cascetta, Musto, Rotondo) A.Di.SU. Caserta; Strumenti e metodi di misura (Ernest O. Doebelin).

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

Lezioni frontali per circa il 65% delle ore totali, b) esercitazioni, con approfondimento pratico degli aspetti teorici, per il rimanente 35% circa delle ore totali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	X
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione

La prova scritta è necessaria a garantire che lo studente abbia acquisito le competenze previste a valle della prima parte del corso ed è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale. L'esito della prova scritta ha un peso corrispondente a circa il 40%, ai fini della definizione del voto.



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### MODELLISTICA ED OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI DI PROPULSIONE

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: FABIO BOZZA, MARIA CRISTINA CAMERETTI

TELEFONO: 081-7683274

EMAIL: FABIO.BOZZA@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il Corso ha l'obiettivo di presentare le principali metodologie di indagine numerica per il progetto ottimale e l'analisi di motori a combustione interna (MCI) alternativi. Si forniranno agli studenti gli elementi necessari alla corretta interpretazione dei risultati ottenibili con i diversi approcci modellistici (0D-1D-3D), evidenziandone limiti e potenzialità. Ci si focalizzerà sulla modellistica dei fenomeni interni ed esterni ai cilindri e si amplierà l'analisi all'intero sistema motore-veicolo, (tradizionale o ibrido), per la previsione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. E' previsto l'impiego di codici di simulazione motore e di codici di ottimizzazione di largo uso industriale.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza delle moderne tecniche di indagine modellistica 0D/1D e 3D per la previsione delle prestazioni dei consumi e delle emissioni dei motori a combustione interna.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà essere in grado utilizzare ed interpretare i risultati ottenuti da software di analisi numerica commerciali o sviluppati ad hoc, per il progetto e la regolazione di motori a combustione interna.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*[1 CFU] Approcci modellistici 0D, 1D e 3D. Limiti e potenzialità. Modello termodinamico 0D. Equazioni di bilancio della massa e dell'energia. Approccio semplificato per l'analisi della combustione e calcolo inverso della legge di rilascio del calore. Modelli quasi-dimensionali di combustione in MCI ad accensione comandata. I principi della geometria frattale e loro utilizzo nella descrizione geometrica di un fronte di fiamma turbolento. Modelli quasi-dimensionali di turbolenza.*

*[1 CFU] Modelli di formazione degli inquinanti in un MCI ad accensione comandata. Modelli per la previsione della detonazione. Schemi di cinetica chimica. Calcolo dell'anticipo al limite di detonazione.*

*[1 CFU] Richiami sulle equazioni del moto 1D, linee caratteristiche e invarianti di Riemann. Dimensionamento di un sistema di aspirazione per la massimizzazione del coefficiente di riempimento. Sistemi di distribuzione flessibili.*

*[1 CFU] Modelli per l'analisi di motori Sovralimentati. Metodologie di accoppiamento motore-turbocompressore. Analisi del funzionamento in transitorio. Integrazione motore/veicolo (tradizionale e ibrido) per la stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> su cicli di omologazione.*

*[1 CFU] Procedure di ottimizzazione e calibrazione numerica motore. Confronti con risultati sperimentali.*

[1 CFU] Modelli 3D e problematiche di costruzione e movimentazione del dominio di calcolo. Approcci integrati 1D/3D e applicazioni. Esercitazioni con impiego di codici di simulazione e ottimizzazione di ampia diffusione in ambito industriale.

### MATERIALE DIDATTICO

Dispense e slides del corso.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni e seminari integrativi

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: FABIO BOZZA, ALFREDO GIMELLI

TELEFONO:

EMAIL: FABIO.BOZZA@UNINA.IT, ALFREDO.GIMELLI@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 9



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno.

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio di motori a combustione interna (MCI) alternativi di ultima generazione, per una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale. Con riferimento a sistemi propulsivi per la trazione veicolare urbana ed extraurbana, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi e delle emissioni. Con riferimento invece a motori ad alte prestazioni o da competizione, ci si prefigge di analizzare in dettaglio le tecniche per la massimizzazione della potenza. Si affronterà lo studio di sistemi di combustione innovativi (HCII, combustione magra, motori a precamera, etc.) e si quantificherà il loro impatto sulla produzione di CO<sub>2</sub> su cicli di omologazione attualmente vigenti in ambito Europeo (WLTP), ed in condizioni di reale funzionamento (Real Driving Emission, RDE). Il Corso metterà in luce le complesse interazioni tra i diversi sottosistemi che compongono un moderno sistema di propulsione, al fine di conseguire specifici obiettivi in termini di prestazioni e consumi. Si farà un breve cenno ai sistemi di propulsione ibrida e all'impiego di combustibili non convenzionali (idrogeno, metanolo, metano, etc.).

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche connesse alla generazione di potenza attraverso un ciclo termodinamico applicato ad un motore a combustione interna. Deve conoscere e temperare le esigenze derivanti dalla richiesta di potenza con quelle connesse ai consumi e alle emissioni di sostanze inquinanti, in accordo con le normative vigenti per l'omologazione dei veicoli.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà essere in grado di analizzare le complesse interazioni tra i sottosistemi che compongono i moderni motori a combustione interna e guidarne le scelte progettuali in un'ottica di sostenibilità ambientale.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*[0.5 CFU] Situazione attuale e prospettive future di impiego del motore a combustione interna (MCI) per l'autotrazione: obiettivi progettuali dei MCI di ultima generazione compatibili con una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale. Principi di funzionamento dei Motori a Combustione Interna ad accensione comandata e per compressione. Introduzione e definizione di efficienza. Il Ciclo ideale, Ciclo Otto, Ciclo Diesel, Ciclo Sabathè, Ciclo Atkinson, Ciclo Miller.*

*[0.5 CFU] Il Ciclo reale. La Fasatura: Leggi di alzata valvole. Il Ciclo indicato. Definizione di IMEP, BMEP, Efficienza Meccanica, Efficienza volumetrica, Lambda, Potenza, Coppia, Consumo Specifico. Regolazione della potenza.*

*[0.5 CFU] Cenni sulla chimica del processo di Combustione. Equilibrio chimico e cinetica chimica. Analisi della velocità laminare di fiamma. Fiamma Premiscelata e Fiamma Diffusiva.*

### **Motori ad accensione Comandata:**

*[0.5 CFU] La preparazione della Miscela. Sistemi di iniezione PFI single point e multi-point. I Combustibili. Analisi dell'interazione combustione/turbolenza, definizione dei "regimi" di combustione. Disegno dei condotti di aspirazione e scarico, impatto sui campi di moto interno cilindro. Piani quotati e tecniche per la massimizzazione della potenza o per la riduzione delle emissioni. Motori ad alte prestazioni.*

[1 CFU] Fenomeni di combustione anomala. Mappe di autoaccensione. Numero di Ottano e sua determinazione. Tecniche per aumentare la resistenza alla detonazione: EGR, iniezione d'acqua. Cenni su sperimentazione e calibrazione al banco, gestione dei segnali on-board. Controllo di anticipo.

[0.5 CFU] Meccanismi di formazione e sistemi di controllo delle Emissioni inquinanti (CO, HC, NOx).

[0.5 CFU] Tecniche per la riduzione dei consumi e della CO2 su cicli di omologazione recenti (WLTP, RDE): sistemi a fasatura variabile (VVT, VVA), downsizing, ricircolo dei gas di scarico (EGR), motori a rapporto di compressione variabile, impiego integrato delle metodologie suddette.

[1 CFU] Motori ad Accensione Comandata ad iniezione diretta, Wall Guided, Spray Guided. A carica stratificata. Sistemi di combustione non convenzionali: Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI), Spark Assisted Compression Ignition (SACI), motori a precamera.

[0.5 CFU] La Sovralimentazione. Sovralimentazione meccanica e a Gas di Scarico. Downsizing. Schemi di sovralimentazione avanzati: two-stage boosting, e-boosting. Funzionamento a regime ed in transitorio. Problematiche di Turbo-Lag. Scelta del turbocompressore. Turbine a geometria variabile. Misura delle mappe caratteristiche su banchi di flussaggio e analisi critica dei rendimenti interni delle macchine.

[0.5 CFU] Classificazione dei Sistemi di propulsione ibrida (serie/parallelo/schemi avanzati)

**Motori ad accensione per Compressione:**

[1 CFU] Il processo di combustione diffusiva, il moto di swirl, i Combustibili, il Numero di Cetano. La formazione della Miscela. Sistemi di iniezione, La Pompa di iniezione: Tradizionale, Rotativa, il Common Rail.

[1 CFU] Emissioni: Sistemi di Abbattimento delle emissioni di NOx e Particolato (Trappole, EGR, SCR, Urea).

[1 CFU] Calibrazione e Controllo dei Motori Diesel. Motori Diesel di alte prestazioni e nelle applicazioni Navali. Motori 2T: Il Lavaggio, Prestazioni ed emissioni. Sistemi di raffreddamento e lubrificazione

**MATERIALE DIDATTICO**

Internal Combustion Fundamentals – J.B. Heywood – Mac Graw Hill, Motori a Combustione Interna – Della Volpe, Migliaccio – Liguori Editore. Appunti elaborati dai docenti.

**MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

- a) lezioni ed esercitazioni frontali;
- b) Visite a laboratori per approfondire le conoscenze applicative
- c) seminari;

**VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### OLEODINAMICA E PNEUMATICA

SSD ING-IND/09

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ADOLFO SENATORE

TELEFONO: +39 081 7683276

EMAIL: SENATORE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

## OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo dell'insegnamento è di approfondire e specializzare le tematiche fondamentali per un ingegnere meccanico energetico e connesse con la progettazione di azionamenti idraulici.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche connesse alla necessità di svolgere azionamenti secondo una certa sequenza logica e con il solo ausilio di sistemi idraulici. Deve, quindi, saper elaborare argomentazioni che mettano in relazione le esigenze derivanti, ad esempio, dalla richiesta di Forza o coppia secondo determinati cicli di azionamento (es un escavatore, una gru, ecc.) tenendo conto delle varie perdite. Deve saper comprendere tutte le problematiche derivanti da situazioni complesse ed elaborare le conseguenze che ne conseguono nell'ottica del miglioramento.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di comprendere tutte le complesse iterazioni tra i vari parametri che influenzano il funzionamento di un impianto di azionamento e trarre le conseguenze sul come sfruttare al meglio quelli che determinano conseguenze positive rispetto a quelli che ne possono peggiorare le condizioni operative. Il corso, pertanto, è orientato a trasmettere la capacità di saper ripensare operativamente a condizioni operative e di scenario sempre diverse.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### Fundamental Principles

#### Introduction to Hydraulic Control Technology

Historical Perspective, Fluid Power Symbolology and Its Evolution, Common ISO Symbols

#### Hydraulic Fluids

Ideal vs. Actual Hydraulic Fluids

Classification of Hydraulic Fluids: Mineral Oils (H), Fire-Resistant Fluids (HF), Synthetic Fluids (HS), Environmentally Friendly Fluids. Water Hydraulics, Comparisons between Hydraulic Fluids

Physical Properties of Hydraulic Fluids

Fluid Compressibility: Bulk Modulus

Fluid Density

Fluid Viscosity, Viscosity as a Function of Temperature, Viscosity as a Function of Pressure

Entrained Air, Gas Solubility, and Cavitation, Equivalent Properties of Liquid-Air Mixtures

Contamination in Hydraulic Fluids: Considerations on Hydraulic Filters, Filter Placement

Considerations on Hydraulic Reservoirs: Tank Volume, Basic Design of a Tank

#### Fundamental Equations

Pascal's Law, Basic Law of Fluid Statics, Volumetric Flowrate

Conservation of Mass, Application to a Hydraulic Cylinder

Bernoulli's Equation, Generalized Bernoulli's Equation, Major Losses, Minor Losses

Hydraulic Resistance

Stationary Modeling of Flow Networks

Momentum Equation, Flow Forces.

#### Orifice Basics

Orifice Equation, Fixed and Variable Orifices

Power Loss in Orifices, Parallel and Series Connections of Orifices

Functions of Orifices in Hydraulic Systems, Orifices in Pressure and Return Lines, Orifices in Pilot Lines

#### Dynamic Analysis of Hydraulic Systems

Pressure Build-up Equation: Hydraulic Capacitance

Fluid Inertia Equation: Hydraulic Inductance

Modeling Flow Network: Dynamic Considerations: Validity of the Lumped Parameter Approach, Further Considerations on the Line Impedance Model

Damping Effect of Hydraulic Accumulators

## Hydraulic Components

### Hydrostatic Pumps and Motors

Introduction, The Ideal Case, General Operating Principle

ISO Symbols

Ideal Equations, The Real Case, Losses in Pumps and Motors: Fluid Compressibility, Internal and External Leakage, Friction, Other Types of Losses

Volumetric and Hydromechanical Efficiency: Trends for Volumetric and Hydromechanical Efficiencies

Design Types: Swashplate-type Axial Piston Machines, Bent Axis-type Axial Piston Machines, Radial Piston Machines, Gear Machines, Vane-type Machines

### Hydraulic Cylinders

Classification, Cylinder Analysis, Ideal vs. Real Cylinder, Telescopic Cylinders: Single Acting Telescopic Cylinder, Double Acting Telescopic Cylinder

### Hydraulic Control Valves

Spring Basics

Check and Shuttle Valves: Check Valve, Pilot Operated Check Valve, Shuttle Valve

Pressure Control Valves: Pressure Relief Valve, Pressure-reducing Valve

Flow Control Valves: Two-way Flow Control Valve, Fixed Displacement Pump Circuit with a Two-way Flow Control Valve, Three-way Flow Control Valve, Fixed Displacement Pump Circuit with a Three-way Flow Control Valve

Directional Control Valves: Meter-in and Meter-out Configurations, Neutral Position

Servo Valves: Characteristic of Servo Valves, Servo Valves vs. Proportional Valves

### Hydraulic Accumulators

Accumulator Types: Weight-loaded Accumulators, Spring-loaded Accumulators, Gas-charged Accumulators, Piston-type Accumulators, Diaphragm-type Accumulators, Bladder-type Accumulators

Operation of Gas-charged Accumulators

Typical Applications: Energy Accumulation, Emergency Supply, Energy Recuperation, Hydraulic Suspensions, Pulsation Dampening: Shock Attenuation

Equation and Sizing: Accumulator as Energy Storage Device, Accumulator as a Dampening Device

## MATERIALE DIDATTICO

*Hydraulic Fluid Power – Fundamentals, Applications and Circuit Design*

*A Vacca – G Franzoni, Wiley*

*Manuali Vari, Cataloghi di Componenti, Appunti del Professore*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*Lezioni ed esercitazioni 100% in presenza – Esercitazioni con progetto di impianto e simulazione del funzionamento con codici*

*– Esercitazioni in Laboratorio*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	----
solo orale	----
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	--
	A risposta libera	--
	Esercizi numerici	X

b) Modalità di valutazione:

*L'ammissione all'orale avviene a valle del superamento della parte scritta*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### PROGETTO DI MACCHINE

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MARCELLO MANNA

TELEFONO: 081-7683287

EMAIL: MARCELLO.MANNA@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessuno

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze specialistiche relative alla progettazione dei sistemi di conversione dell'energia, con particolare riferimento alle macchine motrici ed operatrici. Si affrontano con approccio termo-fluidodinamico le problematiche connesse con il dimensionamento di massima di turbine, compressori e pompe.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le principali problematiche di tipo fluidodinamico e termodinamico riguardanti il funzionamento e la progettazione delle diverse tipologie di macchine motrici ed operatrici trattate nel corso. Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per procedere al dimensionamento di massima di turbine, compressore e pompe. Tali strumenti consentiranno agli studenti di comprendere le principali relazioni che sussistono tra i vincoli e le singole variabili progettuali e di cogliere le conseguenze relative alla fase di dimensionamento."

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare gli strumenti metodologici e teorici appresi durante il corso alla progettazione di massima di macchine motrici e operatrici.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Fondamenti di progettazione aero-termica; logiche di dimensionamento ed assemblaggio di componenti commerciali. Operatrici Dinamiche a flusso assiale e radiale, mono e multi-stadio. Operatrici Volumetriche di tipo alternativo e rotativo. Motrici Dinamiche a flusso assiale e radiale, mono e multi-stadio.

Esercitazioni:

- Dimensionamento di massima mediante diagrammi di Cordier;
- Dimensionamento di: ventilatore assiale monostadio, compressore assiale multistadio, compressore centrifugo monostadio, compressore volumetrico alternativo monostadio, pompa centrifuga monostadio, turbina centripeta monostadio, turbina eolica.

## **MATERIALE DIDATTICO**

Dispense e slides del corso

- S. Dixon and C. Hall, "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery", Butterworth-Heinemann, 2013.
- S. Sandrolini e G. Naldi, "Fluidodinamica e Termodinamica delle Turbomacchine", Pitagora, 1997. .
- Karassik, J. Messina, C. Heald "Pump Handbook", McGraw Hill, 2001.
- Glauert, H., Airplane propellers, in Aerodynamic theory Vol IV, Division L, 1935, Springer.
- Hansen, M.O.L., Aerodynamics of wind turbines, 2015.
- Manwell, J.F. and McGowan, J.G. and Rogers, A.L., Wind energy explained: theory, design and application, Wiley, 2010.

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

Lezioni frontali ed esercitazioni.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:





## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### SISTEMI DI CONVERSIONE PER L'ENERGIA EOLICA

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: RODOLFO BONTEMPO

TELEFONO:

EMAIL: RODOLFO.BONTEMPO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

"Nessuno"

## EVENTUALI PREREQUISITI

"Nessuno"

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso ha l'obiettivo di fornire le conoscenze specialistiche relative al funzionamento, all'analisi delle prestazioni e alla progettazione dei sistemi di conversione dell'energia eolica, con particolare riferimento alle turbine eoliche ad asse orizzontale e verticale. Si affrontano con approccio fluidodinamico le problematiche connesse con l'esercizio, la regolazione, l'installazione e il dimensionamento di massima delle turbine eoliche.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le principali problematiche fluidodinamiche riguardanti il funzionamento e la progettazione delle diverse tipologie di turbine eoliche trattate nel corso.*

*Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per procedere all'analisi delle prestazioni e alla progettazione aerodinamica di massima di turbine eoliche ad asse orizzontale e verticale.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare gli strumenti metodologici e teorici appresi durante il corso alla progettazione di massima e all'analisi delle prestazioni, anche in ambito computazionale, di turbine eoliche ad asse orizzontale e verticale.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

- *Classificazione e architettura dei sistemi di conversione per l'energia eolica e dei loro componenti.*
- *Principi di trasferimento del lavoro.*
- *Analisi dimensionale.*
- *Curve caratteristiche.*
- *Teoria del momento assiale: il modello del disco attuatore, equazioni del moto per rotori aperti, disco uniformemente caricato, limite di Betz-Joukowski, range di validità delle teorie proposte, regimi di moto per le scie.*
- *Teoria del momento generalizzata: equazioni del moto per rotori aperti con rotazione della scia, fattori di correzione per le perdite all'apice e al mozzo delle pale.*
- *Teoria dell'elemento di pala: forze aerodinamiche, angoli di flusso e metallici, espressioni locali per la spinta assiale e la coppia.*
- *Profili per turbine eoliche, metodi per la valutazione e l'estrapolazione delle curve caratteristiche dei profili.*
- *"Blade-Element/Momentum Theory": algoritmo di soluzione, correzioni empiriche per dischi fortemente caricati, correzioni per fenomeni tridimensionali, validazione dei risultati.*
- *Progetto di una turbina eolica ad asse orizzontale: disco ottimale di Betz, Glauert e Joukowski, valutazione della distribuzione radiale della corda e dell'angolo di svergolamento della pala, procedura di progetto per una potenza fissata.*
- *Esercitazione: progettazione e analisi delle prestazioni di una turbina eolica ad asse orizzontale tramite codice open-source.*
- *Metodi computazionali avanzati per l'analisi delle prestazioni di turbine eoliche ad asse orizzontale e per la valutazione delle loro scie.*
- *Turbine eoliche intubate.*
- *Meccanismi di regolazione delle turbine eoliche.*
- *Descrizione e modellazione della risorsa eolica: misura del vento, metodi per la raccolta e l'elaborazione dei dati, distribuzioni statistiche per la caratterizzazione del sito, mappe eoliche, scelta del sito e della macchina, calcolo dell'energia resa.*
- *Turbine ad asse verticale: classificazione, analisi del moto e delle forze aerodinamiche, modelli semplificati per la valutazione delle prestazioni.*

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense e slides del corso.

Testi consigliati:

- Glauert, H., *Airplane propellers, in Aerodynamic theory Vol IV, Division L, 1935, Springer.*
- Hansen, M.O.L., *Aerodynamics of wind turbines, 2015.*
- Manwell, J.F. and McGowan, J.G. and Rogers, A.L., *Wind energy explained: theory, design and application, Wiley, 2010.*
- Sorensen J.N., *General Momentum Theory for Horizontal Axis Wind Turbines, Springer, 2016*
- Pallabazzer R., *Sistemi di Conversione Eolica, Hoepli, 2011*
- Battisti L., *Gli impianti Motori Eolici, Edizioni CittàStudi, 2022*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali ed esercitazioni con software specialistico open-source.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### SISTEMI DI PROPULSIONE IBRIDI

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: VINCENZO DE BELLIS, ENRICA MALFI

TELEFONO:

EMAIL: VINCENZO.DEBELLIS@UNINA.IT, ENRICA.MALFI@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessuno

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio di sistemi di propulsione per autotrazione di ultima generazione, per una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale. Con riferimento a sistemi propulsivi per la trazione veicolare urbana ed extraurbana, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi e delle emissioni. Il Corso fornirà un approfondimento circa le architetture dei sistemi di propulsione, anche in relazione al relativo grado di ibridizzazione. Verrà descritto il principio di funzionamento di ciascun sottocomponente del sistema propulsivo (batteria, macchine elettriche, motore a combustione interna, fuel cell, cambio, etc.). Il corso metterà in luce le complesse interazioni tra i diversi sottosistemi che compongono un moderno sistema di propulsione, al fine di conseguire specifici obiettivi in termini di prestazioni e consumi di combustibile e/o energia elettrica. Si definiranno le linee guida per l'identificazione delle strategie di controllo dei flussi energetici in sistemi di propulsione ibrida (serie, parallelo e loro svariate combinazioni). Le nozioni teoriche circa il controllo e la gestione energetica del sistema propulsivo verrà sperimentato mediante l'utilizzo di codici di calcolo. Sono previsti seminari integrativi tenuti da personale di aziende leader nel settore, o di centri di ricerca.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei moderni sistemi di propulsione ibridi con riferimento alle prestazioni e consumi.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di analizzare i sottosistemi che compongono i moderni sistemi di propulsione ibridi e guidarne le scelte progettuali.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*[0.5 CFU] Situazione attuale e prospettive future dei sistemi propulsivi di ultima generazione compatibili con una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale.*

*[0.5 CFU] Classificazione dei sistemi di propulsione ibrida (serie/parallelo/schemi avanzati).*

*[1.0 CFU] Descrizione e principio di funzionamento dei componenti di un sistema di propulsione ibrido, quali batteria, macchina elettrica, trasmissione, cambio, etc.*

*[1.0 CFU] Fondamenti di fuel cell: descrizione, principio di funzionamento, gestione dei flussi elettrici e di gas.*

*[0.5 CFU] Modalità operative per le diverse architetture propulsive ibride (trazione termica, trazione elettrica, trazione ibrida, ricarica batteria, frenata rigenerativa).*

*[1.5 CFU] Strategie di controllo dei flussi energetici. Strategie euristiche e basate sull'ottimizzazione. Dynamic programming, Principio del minimo di Pontryagin, ECMS. Varianti adattative delle strategie.*

[1.0 CFU] Esempi applicativi mediante codice di calcolo delle strategie di controllo euristiche e bastate sull'ottimizzazione.

### MATERIALE DIDATTICO

Dispense e slides del corso.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni e seminari integrativi

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### SPERIMENTAZIONE E IMPATTO AMBIENTALE DELLE MACCHINE

SSD ING-IND/09

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MASSIMO CARDONE, PAOLO IODICE

TELEFONO:

EMAIL: MASSIMO.CARDONE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso fornisce le conoscenze fondamentali sulle principali applicazioni delle misure applicate alle macchine a fluido con particolare attenzione a quelle connesse con la valutazione per via sperimentale delle caratteristiche di funzionamento e di emissione in atmosfera; vengono fornite le basi per la realizzazione di un sistema di acquisizione dati. Inoltre, fornisce le conoscenze sulle problematiche del controllo dell'ambiente con riferimento alla qualità dell'aria. Vengono forniti gli strumenti per una corretta pianificazione dell'ambiente aria con riferimento alle emissioni delle macchine e dei sistemi per la produzione di energia.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza delle metodologie di sperimentazione sulle macchine e sui sistemi energetici ed alla valutazione del loro impatto ambientale.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di progettare e realizzare un sistema di acquisizione dati per la misura delle prestazioni e delle emissioni di una macchina o di un impianto e di saper valutare l'impatto ambientale delle stesse.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Il corso affronta tutte le problematiche di tipo sperimentale connesse alla progettazione ed alla gestione delle macchine a fluido. Vengono affrontate le problematiche di base dei sistemi di misura applicati alle macchine a fluido definendo tutti gli elementi della catena di misura. Vengono descritti i sistemi di acquisizione dati (HW e SW) sia per misure lente che veloci. Vengono fornite, attraverso esercitazioni di laboratorio, le basi per la realizzazione di un completo sistema di acquisizione dati mediante l'utilizzo del Software LabVIEW. Vengono brevemente trattati gli errori di misura e le problematiche di analisi del segnale. Vengono approfonditi i diversi principi di misura ed il funzionamento dei più importanti sensori/trasduttori per la misura della pressione, della temperatura, della portata e della velocità nelle macchine a fluido. Il corso, inoltre, approfondisce le problematiche legate all'impatto ambientale delle fonti puntuali e diffuse nell'ambito di attività antropogeniche: produzione dell'energia, industria e trasporti. Vengono presentati le metodologie per realizzazione di un inventario delle emissioni, che consenta di individuare le fonti di inquinamento (industriali, civili, trasporti), la loro localizzazione con la disaggregazione spaziale e la quantità e tipologia della sostanza inquinante. Infine, viene presentata la valutazione dello stato della qualità dell'aria su scala locale integrando i dati dell'inventario delle emissioni con elaborazioni di modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti dalle lezioni. Dispense disponibili sul sito web docenti

Libro di testo: – Ernest O. Doebelin- Strumenti e metodi di misura 2/ed - Editore McGraw-Hill

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO



Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio, utilizzo del software LabVIEW®

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### TECNICHE E MODELLI PER LA REFRIGERAZIONE

SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ALFONSO WILLIAM MAURO

TELEFONO:

EMAIL: WMAURO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

Per le macchine a compressione di vapore, fornire conoscenze termodinamiche e tecniche per la scelta della tipologia di componenti, dello schema di impianto e il loro dimensionamento nelle applicazioni della refrigerazione e della climatizzazione, in base alla richiesta specifica dell'utenza, quali ad esempio applicazioni di refrigerazione industriale, commerciale e climatizzazione. In particolare, approfondire gli aspetti termodinamici connessi ai fluidi refrigeranti, l'effetto della carica di refrigerante, i gradi di libertà del sistema utili al controllo, l'influenza delle condizioni operative sulla mappa di funzionamento del sistema, la determinazione del punto di bilanciamento del sistema utenza-impianto. Descrivere il principio di funzionamento al fine di comprendere i limiti tecnici di utilizzo e la scelta ottimale del componente in relazione all'applicazione.

Modellare i singoli componenti e calibrare tali modelli, tramite software creati ad hoc e utilizzando dati da letteratura tecnica o da casi studio reali. Cimentarsi nell'uso consapevole di tali modelli per la progettazione efficace e ottimizzata e la simulazione energetica dell'intera macchina al fine del calcolo dei coefficienti di prestazione stagionale in accordo con le normative.

Approfondire la termodinamica dei cicli inversi a gas, dei cicli ad assorbimento e di quelli per la "liquefazione" di gas. Introdurre le problematiche più attuali e le relative innovazioni nella refrigerazione.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di sapere descrivere le soluzioni impiantistiche proposte, individuandone vantaggi e svantaggi in relazione a ciascuna tipologia di utenza, al fluido refrigerante e al contesto di utilizzo.

Lo studente deve aver compreso i modelli fisici e il principio di funzionamento dei singoli componenti di impianto.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Applicare i modelli per calibrare le equazioni descrittive di uno specifico componente. Determinare graficamente il punto di bilanciamento dei componenti e la mappa di funzionamento dell'impianto. Simulare il funzionamento di un impianto con un codice di calcolo fornito nel corso. Calcolare i coefficienti di prestazione stagionale secondo normativa, calcolare i limiti di carica di refrigerante secondo normativa, determinare categoria PED di un impianto proposto.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Parte 1: Impianti operatori con cicli a compressione di vapore mono-stadio (3,5 CFU)*

*Modellistica in regime dinamico delle utenze per la refrigerazione.*

*Tipologie di architetture di impianto: vantaggi e svantaggi tecnici*

*Fluidi refrigeranti: proprietà termodinamiche, regolamentazioni ambientali, normative sulla sicurezza*

*Lubrificanti: requisiti, caratteristiche tecniche e modalità di gestione*

*Gradi di libertà di un impianto e parametri termodinamici utili al controllo*

*Modellistica di base e accoppiamento dei componenti. Accoppiamento con l'utenza*

*Cicli multi-stadio e multi-temperatura: vantaggi e svantaggi di tipo tecnico e relativi al controllo*

*Parte 2: Tecnica e modellistica dei componenti degli impianti a compressione di vapore (3 CFU)*

*Principio di funzionamento, vantaggi e svantaggi tecnici e tecnologici e modelli per: compressori alternativi, a vite, scroll, a vano oscillante; valvole di laminazione termostatiche ed elettroniche; scambiatori di calore a piastre, a tubi e mantello, a micro-canali, batterie alettate, condensatori spray, torri evaporative, condensatori*

evaporativi. Fenomenologia e metodi predittivi per lo scambio termico bifase all'interno e all'esterno dei condotti.

Parte 3: Applicazioni numeriche con codici di calcolo (1,5 CFU)

Simulazioni dell'utenza e dell'architettura di impianto al variare di parametri operativi e di progetto. Calibrazione e simulazione del funzionamento dei componenti di impianto. Prestazioni stagionali secondo normativa

Parte 4: Approfondimenti - (1 CFU) (solo una tematica tra b) e d) è oggetto di esame a scelta dello studente)

- a) Seminari di specialisti del settore
- b) Visite in laboratorio
- c) Cicli inversi a gas e produzione di "gas liquefatti" tramite cicli Linde e Claude: analisi termodinamica dei cicli base e modificati.
- d) Macchine frigorifere ad assorbimento: schemi, analisi e progettazione termodinamica
- e) Ricerca bibliografica di brevetti per componenti, soluzioni di impianto o sistemi di controllo relativi alle parti 1) e 2)

### MATERIALE DIDATTICO

Materiale fornito dal docente durante il corso sia per la teoria che per i software di simulazione da utilizzare

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

- Lezioni frontali (50 ore)
- Flipped classroom (didattica innovativa, 10 ore)
- esercitazioni ed esempi di utilizzo di software specifici (6 ore)
- lavoro di gruppo per l'applicazione delle conoscenze ad un caso studio presentato da un esperto del settore con successiva discussione e presentazione dei risultati (didattica innovativa, 6 ore)

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	x
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



**SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)**  
**TECNOLOGIE AVANZATE PER L'ENERGIA**  
**SSD ING-IND/10**

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

**INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE**

DOCENTE: ANNAMARIA BUONOMANO, CESARE FORZANO

TELEFONO: 081-7682287

EMAIL:ANNAMARIA.BUONOMANO@UNINA.IT

**INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ**

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

*Nessuno.*

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

*Nessuno.*

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze, le competenze e le capacità necessarie per comprendere il principio di funzionamento di sistemi avanzati per la conversione, l'accumulo e gli usi finali dell'energia, per analizzarli criticamente, nonché per simularli, ottimizzarli ed effettuarne la progettazione almeno a livello preliminare. Il corso, di basilare importanza per ingegneri che si occupano di efficienza energetica e di progettazione di impianti energetici innovativi, mira a sviluppare conoscenze sulle tecnologie avanzate per l'energia in un'ottica di sostenibilità economica ed ambientale. Gli allievi saranno in grado di pianificare la realizzazione di distretti energetici, industriali o civili, basati sull'integrazione ottimale di tali tecnologie. Si approfondiscono le conoscenze riguardanti le tecniche per il risparmio energetico e la progettazione con fonti energetiche rinnovabili. Particolare attenzione sarà dedicata alla modellazione e simulazione dinamica nonché all'ottimizzazione di sistemi poligenerativi complessi. A tal fine, sarà prevista l'acquisizione di competenze nell'utilizzo di codici di calcolo e lo sviluppo di progetti, nell'ambito di lavori di gruppo. L'allievo, al termine del percorso di apprendimento, sarà in grado di: i) effettuare la scelta delle possibili tecnologie energetiche innovative in funzione della destinazione d'uso dei sistemi e dell'obiettivo da raggiungere in termini di efficienza energetica e convenienza economica degli impianti; ii) eseguire, anche mediante l'uso di specifici software di simulazione, l'analisi dinamica delle prestazioni energetiche, economiche e d'impatto ambientale di sistemi poligenerativi complessi ed innovativi; iii) effettuare la progettazione preliminare dei sistemi indagati anche attraverso l'ottimizzazione dei principali parametri progettuali e d'esercizio con differenti funzioni obiettivo (massimo risparmio, minime emissioni climalteranti, minimo periodo di ritorno dell'investimento, etc.).

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di aver assimilato i concetti di base ed i fenomeni fisici riguardanti le tecnologie innovative per la produzione, l'accumulo e la distribuzione di energia, necessarie a promuovere l'efficienza energetica, l'impiego di fonti rinnovabili di energia, e la riduzione dell'impatto ambientale delle attività connesse all'uso dell'energia. L'allievo, inoltre, dovrà dimostrare di saper valutare e selezionare le tecnologie più opportune in base alla tipologia di utenza (singola o multipla, civile industriale, etc.), nonché di combinarle opportunamente per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità energetica e di flessibilità della domanda e della produzione di energia. Lo studente dovrà, inoltre, dimostrare di aver appreso le tecniche di modellazione per la simulazione dinamica delle prestazioni energetiche, economiche, e di impatto ambientale, di sistemi energetici poligenerativi complessi ed innovativi.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Alla fine del corso, lo studente, a cui sarà assegnato un caso studio da sviluppare, dovrà essere in grado di modellare in ambiente di simulazione dinamica diversi layout di impianto, effettuare la simulazione dinamica e l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche, economiche e di impatto ambientale delle soluzioni proposte finalizzate alla scelta del layout d'impianto ottimale e al dimensionamento dei singoli componenti. Lo studente, quindi, dovrà applicare le conoscenze apprese durante il corso per eseguire, mediante l'uso di specifici software per la simulazione dinamica, il calcolo e l'ottimizzazione della domanda e produzione di energia del caso studio assegnato.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

[2 CFU] **TECNOLOGIE PER LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA** - Tecnologie e sistemi energetici a basso impatto ambientale basati su fonti energetiche fossili e rinnovabili, per la generazione decentrata e la sostenibilità energetica. Tecnologie per la trasformazione e l'accumulo di energia termica da rinnovabili: tecnologie per il riscaldamento e raffrescamento alimentate da fonti rinnovabili a bassa temperatura, tecnologie per la valorizzazione degli scarti termici a bassa temperatura, impianti di dissalazione. Tecnologie e sistemi avanzati per

l'utilizzo di risorse geotermiche a bassa, media e alta entalpia: Organic Rankine Cycle (ORC) machines, sistemi ibridi per l'integrazione dell'energia geotermica con altre fonti. Tecnologie per la produzione e l'accumulo di idrogeno e di vettori energetici ecocompatibili. Tecnologie per il trattamento di biomasse e la relativa trasformazione in vettori energetici ecocompatibili. Tecnologie sostenibili per la produzione e l'accumulo di energia elettrica: celle a combustibile, turbine eoliche e idrauliche anche per la conversione energetica dal mare e dal moto ondoso, sistemi ibridi; applicazioni power to heat and power to gas. Cenni sulle tecnologie per l'"energy harvesting": sistemi piezoelettrici, elettromagnetici, termoelettrici, termoacustici, microeolici. Principi di funzionamento delle singole tecnologie, indicatori e parametri per il calcolo della relativa efficienza energetica, economica e di impatto ambientale.

[2 CFU] **TECNOLOGIE E SISTEMI INTEGRATI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA** - Sistemi di poligenerazione alimentati da fonti energetiche rinnovabili e convenzionali. Principi di integrazione di tecnologie in sistemi ibridi per la transizione energetica: *smart building, vehicle to X (building, grid, etc.)* e sistemi avanzati, *smart- e micro-grid, smart cities e mobility, smart districts, district heating and cooling*. Gestione dei sistemi di generazione da rinnovabili, sia lato operatore di distribuzione che *prosumer*, e degli accumuli finalizzata all'ottimizzazione delle risorse energetiche disponibili; *energy management system, demand response, etc.*. Sviluppo di micro-reti, anche off-grid, a basso impatto ambientale, analisi energetiche di sistemi complessi quali edifici, piccoli territori (comuni) o grandi territori (regioni): principali schemi funzionali.

[2 CFU] **LABORATORIO NUMERICO PER LA PROGETTAZIONE PRELIMINARE INTEGRATA** - *Sviluppo di casi studio (progetto di fine corso): simulazione dinamica, analisi ed ottimizzazione delle prestazioni energetiche, economiche e d'impatto ambientale per la progettazione preliminare di sistemi energetici poligenerativi e relative tecnologie avanzate a servizio di sistemi complessi (edifici, piccoli o grandi territori, etc.). Introduzione agli ambienti di calcolo (es. TRNSYS, HOMER, MatLab) per la modellazione dei casi studio e la relativa progettazione preliminare dei sistemi energetici identificati attraverso simulazione dinamica e ottimizzazione termoeconomica.*

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti del docente (disponibili sul sito docenti).

Testi: Nikolai V. Khartchenko, Vadym M. Kharchenko. *Advanced Energy Systems*, Second Edition. CRC Press (2013). Andreas Athienitis e William O'Brien. *Modeling, Design, and Optimization of Net-Zero Energy Buildings (Solar Heating and Cooling)* Wiley VCH (2015)

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali, esercitazioni numeriche al calcolatore per lo sviluppo di progetti (lavori di gruppo) attraverso software per la simulazione dinamica di sistemi energetici avanzati, progettazione preliminare di un sistema basato sull'impiego di una o più tecnologie approfondite nel corso.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

### b) Modalità di valutazione

Il voto è formulato in base all'esito delle prove scritte, alla qualità dell'elaborato progettuale presentato e all'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente durante la prova orale.



**SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)**  
**TERMOFLUIDODINAMICA COMPUTAZIONALE**  
**SSD ING-IND/10**

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

**INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE**

DOCENTE: ANDREOZZI ASSUNTA

TELEFONO: 081 7682533

EMAIL: ASSUNTA.ANDREOZZI@UNINA.IT

**INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ**

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno.

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si prefigge di fornire agli allievi gli elementi specialistici, teorici e pratici, per consentire un utilizzo consapevole delle tecniche di Termofluidodinamica Computazionale in ambito applicativo e industriale. Lo studente acquisirà la conoscenza di vari metodi per la risoluzione numerica delle equazioni di conservazione della massa, momento della quantità di moto ed energia e di vari software per la progettazione termofluidodinamica nell'ambito dell'ingegneria meccanica. Saranno esposti alcuni aspetti teorici, quali l'analisi dimensionale, e sperimentali, come la similitudine e i relativi modelli, di fondamentale importanza per la messa a punto e la validazione dei modelli stessi. Alla fine del corso, gli allievi saranno in grado di riconciliare i due aspetti della Termofluidodinamica Computazionale – fondamenti teorici e modalità applicative – che spesso vengono trattati in modo disgiunto.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative alla risoluzione numerica di problemi connessi all'ingegneria meccanica in generale e alla termofluidodinamica in particolare. Deve dimostrare di aver fatto propri i vari metodi illustrati per la risoluzione numerica delle equazioni di conservazione della massa, momento della quantità di moto ed energia e di saper utilizzare i vari software per la progettazione termofluidodinamica nell'ambito dell'ingegneria meccanica presentati durante il corso.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di risolvere un problema termofluidodinamico mediante l'utilizzo di codici commerciali presentati durante il corso, effettuare un'analisi dell'indipendenza della soluzione dalla griglia, verificare e validare i risultati ottenuti, classificare e stimare gli errori commessi nell'applicazione delle tecniche numeriche.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### Prima Parte del Corso [6 CFU]

Introduzione ai metodi numerici per le equazioni differenziali della trasmissione del calore e della termofluidodinamica: Differenze Finite (FD), Volumi Finiti (FV), Elementi Finiti (FEM), Cenni su altri metodi. Descrizione e stima dell'errore in TFDC. Problemi di convergenza. [1 CFU]

Background matematico, Classificazione delle equazioni, Equazioni differenziali rappresentative, Condizioni al contorno e iniziali, Forme integrali, Equazioni base [0.5 CFU]

Fondamenti del metodo alle Differenze Finite. Il metodo dei Volumi Finiti per fluidi incomprimibili: Griglie Cartesiane/strutturate e Griglie non strutturate. Il metodo agli Elementi finiti [1 CFU]

La turbolenza e i suoi modelli: DNS - Direct Numerical Simulation, LES - Large Eddy Simulation, RANS - Reynolds-Averaged Navier-Stokes equations. [0.5 CFU]

Discretizzazione per i regimi stazionario e transitorio nella diffusione e applicazioni. [1 CFU]

Discretizzazione per la convezione nei fluidi comprimibili e incomprimibili: approccio in variabili conservative e primitive e relative applicazioni. [1.5 CFU]

Discretizzazione per l'irraggiamento: applicazioni. [0.5 CFU]

### Seconda Parte del Corso [3 CFU]

Esempio di sviluppo di una procedura numerica "home-made" [0.5 CFU]

Sviluppo di un progetto con un codice commerciale agli elementi finiti: Problemi convettivi mono e multidimensionali in regime stazionario e in regime transitorio, Problemi convettivi mono e multidimensionali in regime stazionario e in regime transitorio, Problemi radiativi [1.5 CFU]

Sviluppo di un progetto con un codice commerciale ai volumi finiti: Problemi convettivi mono e multidimensionali in regime

stazionario e in regime transitorio [1 CFU]

## **MATERIALE DIDATTICO**

1) *Computational Heat Transfer*

Y. Jaluria, K.E. Torrance

Springer-Verlag

2) *An introduction to computational fluid dynamics - The finite volume method*

H.K. Versteeg , W. Malalasekera

Longman

3) *Fondamenti di Termofluidodinamica Computazionale*

a cura di Gianni Comini

SGEditoriali Padova

4) *Appunti dalle lezioni (Disponibili on-line)*

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 65% delle ore totali, b) esercitazioni con codici di calcolo per approfondire praticamente gli aspetti teorici per circa il 35% delle ore totali.

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

a) Modalità di esame:

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	X
<b>altro</b>	



**SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)**  
**TERMOFLUIDODINAMICA DELLE MACCHINE**  
**SSD ING-IND/08**

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

**INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE**

DOCENTE: (MATR. A-I) RODOLFO BONTEMPO, MARCELLO MANNA  
(MATR. J-Z) PAOLO IODIOCE, ROBERTA DE ROBBIO  
TELEFONO:  
EMAIL: RODOLFO.BONTEMPO@UNINA.IT, MARCELLO.MANNA@UNINA.IT  
PAOLO.IODICE@UNINA.IT, ROBERTA.DEROBBIO@UNINA.IT

**INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ**

CANALE: A-I, J-Z  
ANNO DI CORSO: I  
PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

"Nessuno"

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

"Nessuno".

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Fornire gli strumenti per uno studio più approfondito delle discipline caratterizzanti i settori delle Macchine a Fluido e dei Sistemi e delle Tecnologie Energetiche, ritenuti indispensabili per una formazione completa del laureato Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente. Il corso è centrato sullo studio termo-fluidodinamico delle macchine e dei sistemi energetici, dei quali offre esempi applicativi. Verrà anche destinato spazio alle più frequenti problematiche a carattere impiantistico, tecnologico e ambientale.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche di tipo fluidodinamico e termodinamico riguardanti il funzionamento delle diverse tipologie di macchine motrici ed operatrici trattate nel corso. Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per comprendere le principali caratteristiche dei campi di moto che tipicamente si instaurano all'interno delle macchine. Tali strumenti consentiranno agli studenti di comprendere le connessioni causali tra le peculiarità di tali campi e le caratteristiche operative delle macchine stesse.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di applicare gli strumenti metodologici appresi alla selezione e all'analisi delle prestazioni, anche in ambiente computazionale, delle principali macchine a fluido tenendo in debito conto i vincoli di natura tecnologica.*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

- Analisi di I e II principio dei cicli e delle singole trasformazioni; rendimenti delle macchine e dei cicli.
- Fluidodinamica delle macchine: equazioni in forma integrale e differenziale, meccanismi di trasferimento di lavoro ed elementi di propulsione, moto nei condotti delle turbomacchine e delle macchine volumetriche.
- Analisi dimensionale.
- Analisi e massimizzazione dell'efficienza degli stadi di turbina e compressore assiale.
- Curve caratteristiche di macchine motrici e operatrici.
- Studio aerodinamico delle schiere di pale.
- Cenni di fluidodinamica computazionale applicata alle turbomacchine.

## **MATERIALE DIDATTICO**

Appunti disponibili sul sito web docenti

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

Lezioni frontali ed esercitazioni

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

**b) Modalità di valutazione:**



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### TRASMISSIONE DEL CALORE

#### SSD ING-IND/10

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-25

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: (MATR. A-I) ADRIANA GRECO, CLAUDIA MASSELLI  
(MATR. J-Z) NICOLA BIANCO, MARIALaura DI SOMMA  
TELEFONO:  
EMAIL: ADRIANA.GRECO@UNINA.IT, CLAUDIA.MASSELLI@UNINA.IT  
NICOLA.BIANCO@UNINA.IT, MARIALaura.DISOMMA@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

CANALE: A-I, J-Z  
ANNO DI CORSO: I  
PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE  
CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso fornisce i principi fondamentali e i metodi della trasmissione del calore. Gli obiettivi del corso sono quelli di: insegnare i principi fondamentali e le leggi della trasmissione del calore e di applicare tali principi alla risoluzione di problemi pratici; di formulare i modelli necessari a studiare, analizzare e progettare le apparecchiature di scambio termico; di sviluppare la capacità di risolvere i problemi della trasmissione del calore avvalendosi dell'utilizzo di strumenti e di metodi propri di una formazione tecnica a largo spettro.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei principi fondamentali che regolano la trasmissione del calore.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di saper formulare, analizzare e risolvere problemi ingegneristici in cui la trasmissione del calore svolge un ruolo.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Introduzione alla trasmissione del calore. Conduzione: Generalità, Regime stazionario monodimensionale, Sistemi alettati, Regime non stazionario, Esercitazioni.*

*Metodi numerici per la conduzione termica: Regime stazionario mono e bi-dimensionale, Regime non stazionario, Esercitazioni numeriche.*

*Irraggiamento: Generalità, Definizioni di base, Modelli di corpo nero e corpo grigio, Caratteristiche radiative delle superfici, Scambio termico radiativo.*

*Convezione: Generalità, Equazioni di continuità, quantità di moto ed energia, Convezione naturale e forzata, Concetto di strato limite con equazioni fondamentali, Adimensionalizzazione delle equazioni e gruppi adimensionali, Flussi esterni ed interni, Regimi di moto, Correlazioni per la valutazione del coefficiente di scambio termico, Esercitazioni.*

*Scambiatori di calore: Equazioni per la progettazione, Esercitazioni.*

## MATERIALE DIDATTICO

R. Mastrullo, P. Mazzei; V. Naso, R. Vanoli, Fondamenti di trasmissione del calore – Volume primo, Liguori editore  
O. Manca, V. Naso, Complementi di trasmissione del calore, E.DI.SU. "NA 1" editore  
O. Manca, V. Naso, Applicazioni di trasmissione del calore, E.DI.SU. "NA 1" editore  
Dispense del corso.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni, esercitazioni e sviluppo di un progetto di gruppo

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



**Insegnamenti a Scelta Autonoma**  
**(Tabelle D1, D2 e D3)**



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### MODELLAZIONE GEOMETRICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

SSD ING-IND/15

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO: 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: FABRIZIO RENNO

TELEFONO: 081-7682459

EMAIL: FABRIZIO.RENNO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Studio ed uso delle metodologie più avanzate per la progettazione, la modellazione e la gestione di sistemi complessi di interesse meccanico nell'ambito di sistemi ed impianti per la produzione, trasmissione ed impiego di energia mediante software CAD 3D. Capacità di importare informazioni e gestire matematiche in ambiente CAD ed esportare modelli utili alle analisi FEM multi-fisiche (fluidodinamiche, strutturali e termiche). Capacità di interpretare e gestire disegni complessi ed analizzare problemi di progettazione mediante approccio interdisciplinare.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Lo studente dovrà presentare un'adeguata conoscenza delle tecniche avanzate di modellazione CAD per la prototipazione virtuale e per le successive analisi FEM.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di interpretare disegni complessi e analizzare problemi di progettazione mediante un approccio interdisciplinare.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*[3 CFU] Tecniche avanzate di modellazione geometrica per la progettazione di sistemi meccanici complessi: Feature Based Modeling, KBE, Direct Modeling. Modellazione di curve e superfici parametriche. Norme UNI, EN, ISO, ANSI per la progettazione e per il dimensionamento di tubazioni e serbatoi (Piping Design). Modellazione 3D di tubazioni, giunti, flange, raccordi, valvole, compensatori e relativa rappresentazione. Disegno di profili aerodinamici. Analisi e realizzazione al CAD di pale. Modellazione di assiemi con approcci Bottom-Up e Top-Down.*

*[3 CFU] Studio, progettazione e modellazione di assiemi meccanici e riconoscimento di caratteristiche tecnologiche. Modellazione di turbine (eoliche), pompe, compressori e scambiatori di calore. Cenni sulle principali architetture di impianti eolici, fotovoltaici, nucleari (Plant Design). Analisi e simulazione di cinematismi mediante CAD 3D. Digital Human Modeling. Impiego di manichini virtuali per analisi ergonomiche di progetto e di assemblaggio. Principi di Design for Assembly. Simulazione di operazioni di assemblaggio.*

*[3 CFU] Digital Modeling e tecniche di acquisizione di immagini. Reverse Engineering, ricostruzione di modelli 3D a partire da nuvole di punti (Curve and Surface Fitting). Introduzione alle analisi multi-fisiche mediante applicazioni in campo strutturale, fluidodinamico e termico. PLM (Product Lifecycle Management) e PDM (Product Data Management). Architettura delle soluzioni software PLM. Metodi e strumenti per la progettazione assistita del prodotto.*

## MATERIALE DIDATTICO

*Norme UNI, ISO, EN, ANSI.*

*Temi di esercitazione e tutorial disponibili sul sito docente.*

*Radhakrishnan P., Subramanyan S. and Raju V., "CAD/CAM/CIM", New Age International (P) Limited, 2008.*

*Parisher R. A. and Rhea R. A., "Piping Drafting and Design", Gulf Publishing Company, 2012, ISBN: 978-0-12-384700-3.*

*Nag P. K., "Power Plant Engineering", Tata McGraw Hill, 2008, ISBN: 978-0-07-064815-9.*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*Il corso si fonda sull'equilibrio tra didattica frontale in aula ed esercitazioni di laboratorio al computer. In particolare, grazie all'uso di software CAD 3D, gli allievi sono messi in grado di realizzare complessi e dettagliati modelli CAD parametrici gestiti poi mediante strumenti PDM. I modelli CAD 3D sviluppati permettono poi di svolgere attività*

multidisciplinari sulla base delle competenze acquisite nel corso mediante analisi ergonomiche, strutturali, fluidodinamiche e multi-fisiche.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza dello svolgimento di una prova grafica e delle risposte fornite dallo studente ai quesiti posti durante l'esame orale. Lo studente presenterà gli elaborati svolti al CAD durante il corso.

Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### PLASMI E FUSIONE TERMONUCLEARE SSD ING-IND/31

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA ELETTRICA)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: RAFFAELE ALBANESE, MASSIMILIANO MATTEI

TELEFONO:

EMAIL: RAFFAELE.ALBANESE@UNINA.IT, MASSIMILIANO.MATTEI@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU:9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

"Nessuno"

### EVENTUALI PREREQUISITI

*E' opportuna una buona preparazione fisico-matematica e la conoscenza degli argomenti di base di elettrotecnica, teoria dei sistemi, controlli automatici ed analisi numerica.*

### OBIETTIVI FORMATIVI

*I recenti sviluppi della ricerca sulla fusione a confinamento magnetico, che vede diversi dispositivi sperimentali pronti per entrare in funzione, in avanzato stato di costruzione o in fase di progettazione, porta ad un aumento significativo della richiesta del numero di esperti in ingegneria della fusione nei prossimi anni.*

*La prima parte di questo corso specialistico è focalizzata sugli elementi di base della fisica dei plasmi e sugli aspetti progettuali delle macchine per la fusione controllata, con particolare riferimento agli aspetti elettromagnetici, magnetoidrodinamici e di controllo.*

*La seconda parte del corso si prefigge l'obiettivo di fornire agli studenti i concetti base per l'applicazione di metodologie di ottimizzazione e controllo magnetico al progetto dello scenario in un tokamak e al controllo in retroazione della forma, della corrente e della posizione di un plasma. Le lezioni teoriche sono accompagnate da esempi numerici applicativi sui principali tokamak di riferimento a livello internazionale.*

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

#### Conoscenza e capacità di comprensione

*I dispositivi per la fusione nucleare sono tra le macchine più complesse mai concepite dal genere umano, dato il coinvolgimento di tutti i campi della scienza e dell'ingegneria.*

*La prima parte del corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze di base della fusione nucleare, della fisica del plasma e della magnetoidrodinamica, concentrandosi sulla modellazione del plasma ai fini del controllo magnetico e sui principali aspetti da considerare nella progettazione di un dispositivo di tipo tokamak.*

*La seconda parte del corso si prefigge l'obiettivo di fornire agli studenti i concetti base per l'applicazione di metodologie di ottimizzazione e controllo magnetico al progetto dello scenario in un tokamak e al controllo in retroazione della forma, della corrente e della posizione di un plasma*

#### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di utilizzare concretamente le conoscenze acquisite, dando prova di saperle applicare nella impostazione della soluzione di un problema di analisi, di ottimizzazione, di controllo o di progetto*

### PROGRAMMA-SYLLABUS

#### PRIMA PARTE

##### 1.1 Introduzione

*Obiettivi della fusione termonucleare controllata.*

##### 1.2 Fusione termonucleare controllata

*Principali reazioni di fusione nucleare. Bilancio energetico di un plasma termonucleare: il criterio di Lawson. Principio di funzionamento delle principali macchine a confinamento magnetico. Macchine a struttura lineare e toroidale. Classificazione delle macchine toroidali: il Tokamak, l'RFP. Prospettive della fusione nel quadro del problema energetico*

##### 1.3 Il Tokamak

*I componenti fondamentali: prima parete; limiter; sistema elettromagnetico toroidale e poloidale; sistemi di riscaldamento addizionale; sistemi di diagnostica, acquisizione dati, identificazione, stabilizzazione e controllo. Esperimenti in corso e in via di progetto. Il progetto del sistema elettromagnetico. Il progetto del sistema di controllo.*

##### 1.4 Il modello MHD

*Richiami di Elettromagnetismo, Termodinamica e Fluidodinamica. Moto di una particella carica. Il modello MHD ideale: condizioni al contorno, leggi di conservazione locali e globali, conservazione del flusso. Equilibrio: il teorema del viriale. Configurazioni monodimensionali e bidimensionali; il caso toroidale: l'equazione di Grad-Shafranov. Il problema dell'equilibrio MHD: caso diretto e caso inverso. Stabilità: le condizioni di stabilità: il principio dell'energia; classificazione delle instabilità.*

*Modello linearizzato della risposta di plasma ai fini del controllo.*

#### SECONDA PARTE

##### 2.1 Problemi inversi e ottimizzazione

Richiami sui problemi di ottimizzazione. Condizioni analitiche del 1° e 2° ordine per problemi non vincolati. Cenni agli algoritmi di ricerca numerica dell'ottimo. Esempi di applicazione dell'ottimizzazione di un pattern di correnti nei circuiti di controllo di un tokamak per ottenere un campo di trasformatore. Esempi di applicazione alla stima della funzione di trasferimento di un particolare canale ingresso-uscita per il controllo magnetico di un tokamak. Problemi di ottimizzazione vincolata con vincoli di uguaglianza. Condizioni analitiche. Problemi quadratici con vincoli lineari. Metodi numerici per problemi vincolati. Esempio del controllo ottimo a ciclo aperto della tensione di alimentazione di un circuito attivo per l'inseguimento di un profilo di campo o di flusso. Impostazione del problema generale di ottimizzazione delle correnti di scenario in un Tokamak. Il problema dell'ottimizzazione della fase di Breakdown. Controllo predittivo basato sul modello nel tempo discreto. Esempio applicativo.

### 2.2 Controllo in feedback

Il problema del controllo magnetico in feedback. Applicazioni di tecniche di controllo classico. Esempio del controllo della corrente di plasma e della stabilizzazione verticale. Cenni al controllo ottimo in catena chiusa. Principio del massimo e teoria di Hamilton-Jacobi-Bellmann.

Controllo ottimo lineare quadratico. Filtro di Kalman e controllo LQG. Controllo robusto H-infinito.

Applicazioni del controllo ottimo al controllo delle correnti e della forma del plasma in un tokamak.

### 2.3 Identificazione

Problemi di stima dell'equilibrio e di ricostruzione delle grandezze magnetiche di interesse per il controllo. Il filtro di Kalman nel tempo discreto. Esempio di applicazione alla stima delle correnti indotte nei conduttori passivi a partire dalle misure magnetiche

## MATERIALE DIDATTICO

Materiale didattico reso disponibile sul sito [www.elettrotecnica.it](http://www.elettrotecnica.it) o su MS Teams.

Testi di consultazione

F.F.Chen, *Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion*, Plenum Press, New York, 2nd ed., 1984, vol.1.

J. Wesson, *Tokamaks*, Clarendon Press - Oxford, 3rd ed., 2004.

J.P. Freidberg, *Plasma Physics and Fusion Energy*, Cambridge University Press, 2007

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali (85% circa), esercitazioni e laboratorio informatico con uso di software scritto in MATLAB® (15% circa)

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di **insegnamenti integrati** l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
Altro: Tre domande orali sulla prima parte. Discussione di un elaborato sviluppato sugli argomenti della seconda parte	X

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### PROGETTAZIONE ASSISTITA DI STRUTTURE MECCANICHE

SSD ING-IND/14

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA MECCANICA PER LA PROGETTAZIONE E LA PRODUZIONE)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ENRICO ARMENTANI

TELEFONO: +39 081 7682450

EMAIL: ENRICO.ARMENTANI@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 9



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

"Nessuno"

## EVENTUALI PREREQUISITI

"Nessuno"

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso si propone di fornire le conoscenze della metodologia numerica di calcolo strutturale FEM (Finite Element Method), nonché conoscenze di base di calcolo numerico alternativo multibody e BEM (Boundary Element Method) con l'acquisizione di capacità applicative in casistiche fondamentali.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative alle metodologie numeriche di calcolo applicate alla progettazione strutturale. Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare semplici componenti meccanici. Tali strumenti consentiranno agli studenti di comprendere le connessioni causali tra il problema fisico, il modello numerico che lo schematizza e la sua soluzione, le principali relazioni che sussistono nella meccanica strutturale e di coglierne le relative implicazioni nei diversi campi applicativi.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di impostare un calcolo agli elementi finiti di semplici strutture meccaniche, di utilizzare un codice commerciale agli elementi finiti (ANSYS) e di eseguire analisi avanzate in ambito statico, lineare e non lineare, e dinamico.*

*Deve saper definire il modello ad elementi finiti adatto per l'analisi di strutture (tipi di elemento, vincoli, schematizzazione dei carichi), per componenti in materiali avanzati. Deve saper individuare correttamente i limiti del modello in rapporto al problema reale*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Analisi matriciale delle strutture. Caratterizzazione dei metodi numerici applicati all'analisi del continuo solido deformabile. Il metodo degli elementi finiti. Il processo di discretizzazione e il solid modeling. Modello degli spostamenti e degli elementi finiti. Matrice di rigidezza degli elementi tipici. Matrice di rigidezza della struttura assemblata. Analisi statica lineare delle strutture. Introduzione delle condizioni di carico e delle condizioni vincolari (vincoli SPC e MPC). Sistema risolvibile e metodi numerici risolutivi. Elementi finiti per i laminati in materiale composito. Matrici di rigidezza per i materiali anisotropi nelle loro svariate articolazioni. Trasformazioni per cambio di riferimento cartesiano. Caratterizzazione del laminato esteso-inflesso e particolarizzazioni. Il calcolo per sottostrutture. Condensazione statica dei gradi di libertà. Matrice di rigidezza geometrica. Non linearità geometrica. Problemi di instabilità delle strutture. Non linearità del materiale. Matrice delle masse. Matrice degli smorzamenti. Caratterizzazione dinamica di un complesso strutturale. Discretizzazione dell'equazione di equilibrio dinamico. Soluzione per vibrazioni libere e vibrazioni forzate. Problemi di integrazione nel tempo. Analisi termomeccaniche. Cenni alle tecniche BEM e ai campi di loro preferibile impiego. Cenni alle tecniche multibody. Applicazioni a problemi strutturali semplici ed emblematici in dimensionalità 2D e 3D con l'uso di codici GP FEM, BEM e multibody.*

## MATERIALE DIDATTICO

- Materiale fornito al corso
- R. Esposito, *Appunti del corso di Progettazione Assistita di Strutture Meccaniche*
- G. Belingardi, *Il metodo degli elementi finiti nella progettazione meccanica*

- F. Cesari, *Introduzione al metodo degli elementi finiti*
- S. Moaveni, *Finite Element Analysis*
- T.J.R. Hughes, *The Finite Element Method*
- M.A. Crisfield, *Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures*

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 50% delle ore totali, b) esercitazioni, mediante software FEM (Ansys for student), per approfondire praticamente aspetti teorici per circa il 40% delle ore totali, c) seminari e, eventualmente, visite guidate per circa il 10% delle ore totali.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

**a) Modalità di esame:**

Nel caso di *insegnamenti integrati* l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

**b) Modalità di valutazione:**

N.A.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### TECNOLOGIE SPECIALI

### SSD ING-IND/16

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA MECCANICA PER LA PROGETTAZIONE E LA PRODUZIONE)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ANTONINO SQUILLACE  
TELEFONO: 081 76 82555  
EMAIL: SQUILLAC@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I  
PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

"Nessuno"

### **EVENTUALI PREREQUISITI**

Conoscenze di base sulla scienza dei metalli.

### **OBIETTIVI FORMATIVI**

Obiettivo dell'insegnamento è fornire agli studenti le conoscenze approfondite sulle leghe metalliche leggere e medio leggere di interesse industriale e dei principali processi manifatturieri non convenzionali per materiali metallici, al fine di consentire agli studenti di acquisire conoscenze sui complessi meccanismi termici, chimici e meccanici che intervengono nei processi di trasformazione e di legare questi alle prestazioni dei manufatti realizzati sino a rendere disponibili gli strumenti per una scelta critica e consapevole del più opportuno processo tecnologico per la realizzazione di parti, temperando gli aspetti economici, prestazionali e tecnologici coinvolti.

### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

#### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di conoscere i complessi meccanismi che governano il comportamento meccanico dei materiali, principalmente i metalli, la loro risposta al variare delle condizioni operative, quali ad esempio la temperatura, e i meccanismi di formazione delle principali tipologie di leghe, e di poter governare tali meccanismi attraverso opportuni trattamenti termici.

Deve altresì dimostrare di conoscere le tecnologie di fabbricazione e lavorazione che fanno ricorso a principi ed utensili non convenzionali (laser, ultrasuoni, attrito, chimici, etc.) e comprendere come i materiali rispondono alle complesse sollecitazioni cui sono sottoposti durante i detti processi.

Deve infine dimostrare di conoscere i principali difetti e cause di difformità che possono insorgere nella realizzazione dei prodotti ottenuti in accordo ai vari processi e le principali tecniche di indagine per la loro valutazione.

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di scegliere, fra le varie leghe metalliche, quella con le caratteristiche più appropriate ad un prefissato scopo e di applicare, se del caso, gli opportuni trattamenti per definire al meglio le desiderate caratteristiche

Il percorso formativo è altresì disegnato per trasmettere agli studenti gli strumenti metodologici per selezionare i più opportuni processi produttivi, sia quelli convenzionali sia quelli non convenzionali, per la realizzazione di un determinato manufatto e valutare le conseguenti implicazioni di carattere economico e tecnico. Lo studente sarà inoltre in grado di comprendere i meccanismi che intervengono a modificare la microstruttura del materiale durante i processi produttivi e che ne governano le proprietà.

Lo studente dovrà infine dimostrare di essere in grado di valutare la qualità dei prodotti realizzati in accordo ai differenti processi produttivi e scegliere di conseguenza gli strumenti e le tecniche di indagine non distruttiva per individuare le cause di difformità dei prodotti.

### **PROGRAMMA-SYLLABUS**

Leghe non ferrose: Leghe di alluminio, Leghe di Titanio.

Lavorazione delle lamiere: Taglio, tranciatura, piegatura, stampaggio e imbutitura.

Lavorazioni non convenzionali. Classificazione, condizioni generali, confronti e tendenze.

Principi fisici di funzionamento, descrizione del processo caratteristiche delle macchine speciali ed applicazioni delle seguenti lavorazioni non convenzionali: elettroerosione, lavorazioni con Laser (LBM), lavorazioni elettrochimiche, lavorazioni con ultrasuoni, saldature per attrito (FSW e LFW), metallurgia delle polveri.

Considerazioni generali sui seguenti processi: lavorazioni chimiche ed elettrochimiche.

Tecnologie additive: ALM, SLM, EBM.

Controlli non distruttivi. Definizione e finalità dei CND; definizione della difettologia di un prodotto; Classificazione dei CND in base al principio fisico utilizzato e/o al materiale indagato; CND mediante: ultrasuoni, raggi X e Gamma.

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense del docente

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni e seminari.

Le lezioni sono tenute in presenza e trasmesse, in modalità sincrona, in streaming.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di *insegnamenti integrati* l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:

N.A.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### SICUREZZA E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI

#### SSD ING/IND-17

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA MECCANICA PER LA PROGETTAZIONE E LA PRODUZIONE)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: da definire

TELEFONO:

EMAIL:

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

"Nessuno"

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

"Nessuno"

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Obiettivo dell'insegnamento è lo studio di tecniche di modellazione qualitativa e numerica della realtà produttiva in funzione delle buone pratiche di Sicurezza e Manutenzione; utilizzo di metodiche di simulazione, per sostenere le relative scelte decisionali e valutarne l'impatto economico e produttivo, nonché la coerenza con le prescrizioni di legge.*

*Inoltre, l'insegnamento mira all'acquisizione del lessico specifico inerente gli argomenti propri del corso, padroneggiandone la trasmissione, in forma sia scritta sia orale; strutturare un piano di sicurezza e manutenzione secondo i principi del WCM; implementazione e valutazione dei costi produttivi alla luce dei criteri di cost deployment, implementazione di un piano di manutenzione autonoma e professionale.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative alla sicurezza ed alla manutenzione degli impianti industriali con particolare riferimento alle normative legislative vigenti. Egli, inoltre, deve dimostrare di sapere elaborare argomentazioni concernenti le relazioni esistenti tra i diversi rischi specifici connessi alla produzione, con particolare enfasi sulle tecniche di prevenzione. Il percorso formativo intende, infine, fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare le diverse tecniche di manutenzione possibili in una realtà produttiva.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di estrarre informazioni dai dati di monitoraggio delle macchine produttive con fini di monitoraggio legati alla sicurezza ed alla manutenzione; applicare gli strumenti matematico/statistici appresi negli studi precedenti per l'analisi di produttiva e saper discernere tra guasto evitabile tramite manutenzione preventiva e guasto casuale. Il percorso formativo è orientato a trasmettere la capacità e gli strumenti metodologici e operativi necessari per la programmazione delle attività di sicurezza e manutenzione negli impianti industriali.*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*Analisi degli standard di sicurezza nei sistemi di produzione. Decreto legislativo 81/08. I principali rischi industriali: definizione del rischio. Tipo e classificazione dei rischi industriali. Interventi di prevenzione e protezione. Valutazione del rischio e criteri di accettabilità. Metodologie di analisi del rischio.*

*Pillar tecnici del WCM - Metodiche operative di analisi dei costi: il Cost Deployment. I sette step del C.D; le matrici caratteristiche. Il dimensionamento degli interventi correttivi. Il Pilastro Safety: sette step caratteristici, le matrici di riferimento; la gestione degli interventi per il "miglioramento continuo" della sicurezza impiantistica. Pillar Autonomus Maintenance e Professional Maintenance*

*Ciclo vita di un sistema soggetto a manutenzione. Costi della manutenzione. La Professional Maintenance. Curva PF.*

*Politiche manutentive. I sette Step della Professional Maintenance.e Autonomus Maintenance FMECA – Failure Mode, Effects and Criticality Analysis. L'evoluzione del servizio manutentivo; Definizioni manutentive. Elementi di Teoria dell'Affidabilità; Grandezze affidabilistiche; Descrizione della vita dei componenti; Disponibilità e Manutenibilità; Analisi di affidabilità combinatoria; Calcolo di probabilità nello spazio degli stati del sistema; RBD – Reliability Block Diagram; Modello di connessione in serie; Modello di connessione in parallelo.*

## **MATERIALE DIDATTICO**

*Dispense del corso fornite dal docente.*

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

*Il docente utilizzerà principalmente lezioni frontali per circa il 70% delle ore totali, unitamente ad esercitazioni e laboratorio per approfondire aspetti teorici, con utilizzo di software specialistico.*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

*Nel caso di insegnamenti integrati l'esame deve essere unico.*

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

Per la prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	

### b) Modalità di valutazione:

*Per il superamento della prova è necessario essere sufficienti in ognuna delle domande a risposta libera. Il voto finale è pari alla media aritmetica dei quesiti scritti e orali.*





## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### CONTROLLI AUTOMATICI

SSD ING-INF/04

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: STEFANIA SANTINI

TELEFONO: 081-7683914

EMAIL: STEFANIA.SANTINI@UNINA.IT

### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)**

### **Teoria dei sistemi**

#### **EVENTUALI PREREQUISITI**

Conoscenze di base di analisi dei sistemi dinamici lineari a tempo continuo e a tempo discreto. Utilizzo delle trasformate di Laplace, Zeta e di Fourier e di strumenti software per l'analisi e la simulazione di sistemi dinamici.

#### **OBIETTIVI FORMATIVI**

L'insegnamento si propone di introdurre gli studenti alla progettazione di leggi di controllo in retroazione per sistemi dinamici e illustrarne le possibili applicazioni. In particolare, vengono approfondite le principali metodologie per la sintesi di sistemi di controllo lineari, sia analogici che digitali. Al termine del corso lo studente sarà in grado di progettare controllori di tipo lineare, anche con l'ausilio di strumenti software per l'analisi, la progettazione e la simulazione di sistemi di controllo.

#### **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

##### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Il percorso formativo intende fornire gli strumenti metodologici per comprendere i principi fondamentali del controllo automatico e gli effetti della retroazione sulle caratteristiche dinamiche dei sistemi lineari o resi tali dopo linearizzazione. Verranno introdotte le principali metodologie di progettazione di controllo in retroazione, sia analogico che digitale, nel dominio del tempo e nei domini trasformati. Tali conoscenze consentiranno agli studenti di comprendere le principali problematiche connesse all'utilizzo dei diversi metodi di sintesi, in dipendenza dei requisiti richiesti e delle caratteristiche dei processi da controllare.

##### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti di formalizzare le specifiche richieste ad un sistema di controllo nel dominio del tempo e nei domini trasformati. Sulla base di tali specifiche e delle caratteristiche del processo da controllare, gli studenti saranno in grado di compiere scelte progettuali, ovvero di progettare la legge di controllo utilizzando diversi metodi di sintesi. A supporto della sintesi del controllore e per la verifica delle prestazioni, sarà utilizzato il software Matlab/Simulink.

#### **PROGRAMMA-SYLLABUS**

- Proprietà fondamentali dei sistemi di controllo in retroazione: specifiche di un sistema di controllo nel dominio del tempo.
- Raggiungibilità e controllabilità nel tempo continuo e nel tempo discreto. Controllo a uno stato di equilibrio con retroazione dello stato. Regolazione dell'uscita con assegnamento degli autovalori e del guadagno.
- Cenni sulla realizzazione analogica e sulla realizzazione digitale di un sistema di controllo. Sistema a dati campionati. Regolatore dell'uscita con azione integrale e retroazione di stato nel tempo continuo e nel tempo discreto.
- Osservabilità nel tempo continuo e nel tempo discreto. Osservatore dello stato. Separazione degli autovalori e controllo con retroazione dell'uscita.
- Analisi di sistemi con retroazione dell'uscita: precisione a regime e tipo di un sistema, risposta in transitorio.
- Analisi del ciclo chiuso con il metodo del luogo delle radici. Progetto di sistemi di controllo con luogo delle radici nel tempo continuo e nel tempo discreto. Strutture tipiche di regolatore. Controllo di processi instabili.
- Analisi nel dominio della frequenza di sistemi a tempo continuo: stabilità e robustezza con il criterio di Nyquist. Margini di stabilità.
- Funzioni di sensitività. Legami tra la risposta nel dominio del tempo, la funzione risposta armonica a ciclo

aperto e le funzioni di sensitività.

- Progetto di sistemi di controllo nel dominio della frequenza con il metodo della funzione di anello. Reti correttrici.
- Progetto di controllori digitali per discretizzazione e direttamente nel dominio a tempo-discreto con il metodo dell'assegnamento del modello.
- Problemi di realizzazione del controllo digitale: strutturazione dell'algoritmo di controllo, filtraggio anti-aliasing, considerazioni sulla scelta del periodo di campionamento.
- Regolatori PID: analisi delle prestazioni nel dominio della frequenza e cenni sui metodi sperimentali di taratura.
- Sistemi di controllo avanzati: predittore di Smith, controllo in cascata, schemi di controllo misti con feedback e feedforward.

#### MATERIALE DIDATTICO

- G. Celentano, L. Celentano, Elementi di Controlli Automatici, vol. III, Edises, 2015
- P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, Fondamenti di Controlli Automatici, McGraw-Hill, 4/ed, 2015
- Note e registrazioni video delle lezioni.

#### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

a) Lezioni frontali per l'70% delle ore totali, b) Esercitazioni in aula, anche mediante utilizzo del software MATLAB/SIMULINK (<https://www.mathworks.com/>) per circa il 30% delle ore totali.

#### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	x
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
Altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	x

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## COURSE DETAILS

# ENERGY SUSTAINABILITY IN SMART TRANSPORTATION AND INFRASTRUCTURES

SSD ING-IND/10

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: ADOLFO PALOMBO, GIUZIO GIOVANNI FRANCESCO

PHONE: 0817682299

EMAIL: ADOLFO.PALOMBO@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

None.

## LEARNING GOALS

The course aims at training a new generation of engineers interested in operating in the fields of energy, economic and environmental sustainability of modern transportation systems such as large ships, trains, airplanes, electric vehicles (with particular attention to the concepts of Vehicle to Building - V2B and Vehicle to Grid - V2G), and the related infrastructures (ports, railway / metro stations, airports, highways, etc.) to be conceived and designed as modern energy hubs. Students will develop skills on: 1) energy-saving and low pollutant emission solutions based on innovative plant technologies, new construction materials, and renewable energy sources; 2) developing innovative methodologies and control strategies to minimize energy consumption by also taking into consideration current boundary conditions (operating and weather conditions, etc.), availability of renewable energy sources and economic issues; 3) innovative approaches to design and manage the aforementioned systems for also guaranteeing the hygro-thermal comfort of occupants and the air quality of indoor spaces. The target will be achieved through the theoretical learning of both the best practices and the most advanced strategies for energy saving of transportation vehicles / facilities, through the development of a critical thinking to determine feasible solutions, as well as through advanced modelling and simulation techniques to assess and optimize the energy, economic and environmental performance of the considered systems. Specifically, the design of the envelope-plant system and the related considered operating parameters will be carried out with a BIM (Building Information Modelling) to BEM (Building Energy Modelling) approach and the implementation of multi-objective optimization procedures. This aim will be also obtained by using specific professional computer tools, such as Autodesk Revit, OpenStudio, EnergyPlus, TRNSYS, etc.. Finally, specific design case studies will be developed for new and existing systems (to be energy refurbished and revamped).

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

The student must prove knowledge concerning: 1) choice of design solutions to be taken into consideration for achieving energy efficiency and sustainability targets and for ensuring comfort of passengers and occupants and air quality of indoor spaces. This goal will be also achieved through the assessment of the energy, economic and environmental performance of the selected systems through diverse modelling and dynamic simulation approaches; 2) economic analysis of the proposed system design by assessing and taking into account several economic indexes; 3) multi-objective optimization of design and operating parameters for each selected energy saving solution. The student will also have to show skills about modelling and simulation techniques for the preliminary design of the considered energy system.

### Applying knowledge and understanding

The student must be able to: 1) make the suitable selection, according to current standards and rules, of design solutions to be taken into consideration for obtaining energy efficiency and sustainability as well as indoor air quality and hygrothermal comfort; 2) perform, also through the BIM and BEM approach, the modelling and the dynamic simulation of the energy, economic and environmental system performance; 3) carry out economic analyses of the considered systems as well as multi-objective optimizations of the related design and operating parameters.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

[2 CFU] *FUNDAMENTALS OF ENERGETICS AND ENERGY TECHNOLOGIES – Theory and applications of: thermodynamics and heat transfer; energy conversion components (engines, turbines, chillers, etc.); renewable energy technologies; energy and environmental indexes; thermo-economic principles; hygro-thermal comfort and indoor air quality.*

[2 CFU] **ENERGY CONVERSION SYSTEMS** – Preliminary design of energy systems for new and existing transportation systems / infrastructures. Systems for: power; heating and cooling; lighting; energy distribution networks; control and management. Energy applications for transportation systems (large ships, modern trains, airplanes, electric vehicles) and related infrastructures (railway/metro stations, ports, airports, highways). Methods for assessing/designing heating, cooling and electricity loads and energy demands: theory and applications for modelling and simulation. Feasibility studies and design of energy recovery / saving systems. Flexibility techniques for plant equipment, systems envelope, renewable energy technologies, and effective energy hubs: theory and applications to transportation systems / infrastructures.

[2 CFU] **DESIGN and OPTIMIZATION for ENERGY EFFICIENCY** – Calculation of energy efficiency indexes and optimization for the design of sustainable energy systems. Applications to new and existing transportation systems / infrastructures. Study of energy management and control strategies for multi-objective optimization and energy flexibility aims. Methodologies and tools for system modelling, dynamic simulation, and optimization.

[3 CFU] **LABORATORY for DESIGN and CASE STUDY** – Development of a suitable design case study: selection and implementation of energy efficiency components and systems; control logics and energy management strategies; system modelling and simulation; optimization algorithms for the identification of the final energy system layout / scenario; analysis of the obtained results for detection of design criteria.

**READINGS/BIBLIOGRAPHY**

Teacher’s notes.

**TEACHING METHODS**

Lectures, training on the design project development through the use of professional software, and supplementary seminars.

**EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA**

**a) Exam type**

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	X
other	

In case of a written exam, questions refer to:	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

**b) Evaluation pattern**

The grade is achieved on the base of the quality of the design project and the answers provided during the oral exam. The final grade is carefully motivated to the student.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### ELETTROTECNICA PER L'AUTOMOTIVE E LA MECCATRONICA

SSD ING-IND/31

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MARCO BALATO

TELEFONO: 0817683246

EMAIL: MARCO.BALATO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

"Nessuno".

## EVENTUALI PREREQUISITI

"Nessuno".

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso illustra le principali applicazioni dell'elettrotecnica in ambito mecatronico e automotive. Specificamente, si farà particolare riferimento ai meccanismi di produzione e immagazzinamento dell'energia elettrica rilevanti per applicazioni automotive e alla trattazione dei circuiti non lineari impiegati in ambito mecatronico, anche tramite simulazioni numeriche ed esperienze di laboratorio.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Lo studente deve dimostrare di conoscere e saper comprendere le problematiche relative ai principali tipi di batterie elettriche presenti sul mercato. Deve dimostrare di sapere elaborare argomentazioni concernenti le relazioni tra le principali fonti energetiche, mostrando in particolare di saper ponderare la differenza con le batterie all'idrogeno ed altri tipi di batterie che si stanno sperimentando, come quelle nucleari. L'intero percorso formativo tende a creare intelligenze e conoscenze che sanno in maniera rapida orientarsi in un mercato in rapida ed imprevedibile espansione.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Lo studente, applicando le conoscenze acquisite, deve mostrare di saper leggere e progettare un BMS, cioè un sistema che, operando sulle batterie, massimizzi istante dopo istante le prestazioni del pacco di batterie.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### Circuiti non lineari.

*Proprietà, modelli matematici e tecniche di risoluzione. Topologie circuitali tipiche in ambito automotive. Tecniche numeriche e simulatori circuitali per la soluzione di circuiti non lineari per il controllo di motori elettrici. Dispositivi circuitali per applicazioni mecatroniche. L'amplificatore operazionale: modello circuitale, tecniche di soluzione, possibili realizzazioni, applicazioni tipiche di interesse mecatronico. Componenti elettronici di potenza: modelli circuitali, proprietà e applicazioni tipiche in ambito mecatronico.*

### Produzione, immagazzinamento e utilizzo dell'energia elettrica.

*Fonti tradizionali e rinnovabili. Elettrochimica. Applicazioni in ambito automotive.*

### Dispositivi di storage.

*Batterie e accumulatori. Batterie agli ioni di litio: composizione, principio di funzionamento, fasi di operazione, esempi di applicazioni in ambito automotive. Modelli matematici e circuitali delle batterie; stima dello stato di carica. Configurazioni innovative di batterie.*

## MATERIALE DIDATTICO

*Materiale disponibile sul sito [www.docenti.unina.it](http://www.docenti.unina.it) e su [www.elettrotecnica.unina.it](http://www.elettrotecnica.unina.it)*

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

*Il corso si svolge per lo più secondo lezioni frontali. Tuttavia, sono presenti alcune ore di laboratorio sui circuiti di controllo delle batterie ed interventi, almeno due, di aziende operanti nel settore.*

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE



a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

b) Modalità di valutazione:

*N.A.*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### MECCANICA DEL VEICOLO

### SSD ING-IND/13

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA MECCANICA PER LA PROGETTAZIONE E LA PRODUZIONE)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: PROF. FRANCESCO TIMPONE  
TELEFONO: +39 081 76 83263  
EMAIL: FRANCESCO.TIMPONE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I  
PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE  
CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

*Non previsti*

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

*Non vi sono prerequisiti*

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*L'obiettivo dell'insegnamento è quello di introdurre i fondamenti della dinamica dei veicoli stradali. L'insegnamento si propone di fornire metodologie approfondite per l'approccio allo studio della dinamica dei veicoli stradali basate sull'impiego di modelli fisico-analitici sviluppati deduttivamente. Vengono affrontate le principali problematiche relative alla interazione pneumatico-strada, alla dinamica longitudinale, laterale e verticale del veicolo.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di conoscere, saper comprendere e descrivere le problematiche relative al comportamento dinamico di veicoli stradali. Deve dimostrare di sapere elaborare ed illustrare le argomentazioni concernenti le relazioni ed i nessi tra le forze scambiate fra il veicolo e l'ambiente circostante ed il comportamento dinamico dello stesso a partire dalle nozioni apprese riguardanti le diverse tipologie di forze in gioco.*

*Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare il comportamento dinamico di veicoli stradali. Tali strumenti consentiranno agli studenti di comprendere le connessioni causali tra forze scambiate e comportamento dinamico del veicolo, le principali relazioni che sussistono tra i principali sottosistemi del veicolo il veicolo la nascita delle forze che scambia con l'ambiente circostante ed il suo comportamento, e di cogliere le implicazioni e le conseguenze di variazioni nelle scelte progettuali.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di essere in grado di trarre le conseguenze di un insieme di informazioni per comprendere lo stato dinamico di un veicolo, di risolvere problemi concernenti le differenti condizioni di equilibrio dinamico di un veicolo durante il suo funzionamento, di realizzare il dimensionamento di sottosistemi del veicolo; di applicare gli strumenti metodologici appresi ai seguenti ambiti: dinamica longitudinale, dinamica laterale, dinamica verticale di un veicolo*

*Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità e gli strumenti metodologici e operativi necessari ad applicare concretamente le conoscenze e a favorire la capacità di utilizzare gli strumenti metodologici acquisiti per essere in grado di analizzare con consapevolezza scientifica, senso critico e rigore metodologico dati provenienti da acquisizioni su veicoli stradali reali o da simulazioni mediante software commerciali o customizzati di simulazione della dinamica di veicoli.*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*Descrive il programma per singoli argomenti, ove possibile, ripartendo tra i diversi argomenti il numero di CFU della prova finale. Nel caso di **insegnamenti integrati**, il campo specifica l'articolazione del programma del singolo modulo.*

Pneumatico: Interazione con la strada. Modelli fisico-analitici. Modello di interazione normale dello pneumatico approssimato ad un involucro inestensibile in pressione. Modello di interazione tangenziale semplificato: il brush model anisotropo. Introduzione alla meccanica del contatto tra corpi elasticamente deformabili. Cinematica della ruota con pneumatico: puro rotolamento; il concetto di angolo di deriva. Il fenomeno dello pseudo slittamento: parametri di scorrimento longitudinale e laterale; parametro di spin. Determinazione analitica delle forze di interazione e del momento di autoallineamento in presenza di camber. Azioni combinate. L'ellisse di aderenza. Il concetto di rigidità longitudinale (braking stiffness) e rigidità di deriva (cornering stiffness). Modelli empirici: Pacejka Magic Formula.

Veicolo: Aerodinamica. Dinamica longitudinale. Trasferimento di carico longitudinale. Frenatura: ripartizione ideale e reale della frenata. Dinamica laterale. Sterzata cinematica e dinamica. Modello monotraccia. Trasferimento di carico laterale. Determinazione delle caratteristiche effettive degli assali. Equazioni di equilibrio dinamico. Equazioni di congruenza. Equazioni costitutive. Handling diagram. Comportamento direzionale e stabilità del veicolo inserito in curva in condizioni stazionarie. Gradiente di sottosterzo generalizzato. Manovre tipiche. Definizione di sovra-sottosterzo. Principali schemi di sospensioni.

Comportamento del veicolo dotato di sospensioni. Angoli di imbardata, di beccheggio e di rollio. Equilibrio in curva. Dinamica verticale. Comfort vibrazionale dei passeggeri. Profili stradali. Modello per la dinamica verticale. Oscillazioni libere e oscillazioni forzate. Criteri di progetto per le rigidità e per gli ammortizzatori.

### MATERIALE DIDATTICO

Il campo indica i libri di testo consigliati o altro materiale didattico utile (nel caso di **insegnamenti integrati** o **canali**, il materiale indicato è relativo al singolo modulo o canale).

Appunti dal corso

M. Guiggiani – *Dinamica del veicolo*, Città Studi Edizioni, 2007

T.D. Gillespie - *Fundamentals of Vehicle Dynamics*, SAE, 1992

W.F. Milliken e D.L. Milliken - *Race Car Vehicle Dynamics*, SAE, 1995

J.C. Dixon - *Tyres, Suspension and Handling*, Cambridge University Press, 1991

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa l'85% delle ore totali, b) esercitazioni per approfondire praticamente aspetti teorici per 6 ore o CFU c) laboratorio per approfondire le conoscenze applicate per 6 ore o CFU d) seminari.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### TRIBOLOGIA E DIAGNOSTICA DEI SISTEMI MECCANICI

SSD ING-IND/13

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA MECCANICA PER LA PROGETTAZIONE E LA PRODUZIONE)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: VINCENZO NIOLA  
TELEFONO: 0817683482  
EMAIL: VINCENZO.NIOLA@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I  
PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE  
CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

"Nessuno"

### EVENTUALI PREREQUISITI

Conoscenze di base della Meccanica; conoscenze di base dell'ambiente di lavoro Matlab/Simulink.

### OBIETTIVI FORMATIVI

*Obiettivo dell'insegnamento è quello di affrontare argomenti specialistici inerenti il comportamento degli organi meccanici con particolare riferimento al dimensionamento di organi meccanici e alla loro lubrificazione. Il corso fornisce, inoltre, nozioni sul monitoraggio e sulla diagnostica dei componenti meccanici mediante tecniche innovative, basate sull'applicazione della Trasformata Wavelet e della Teoria del Chaos, e lo studio di sistemi complessi.*

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

*Per affrontare al meglio quanto trattato nel corso, lo studente deve possedere tutti i concetti di base della Meccanica Applicata alle Macchine, con particolare riferimento agli aspetti vibrazionali (sistemi da uno ad n gradi di libertà), alle trasmissioni meccaniche ed ai concetti di base del comportamento di elementi cinematici in moto relativo. Lo studente deve, inoltre, conoscere gli elementi di base del programma MATLAB che sarà utilizzato durante il corso per l'elaborazione dei segnali provenienti dalla sensoristica utilizzata per il monitoraggio dei sistemi meccanici complessi e non.*

#### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente deve dimostrare di comprendere le tematiche che sono alla base dell'elaborazione dei dati acquisiti con varie tipologie di sensori e di interpretare fisicamente i fenomeni che si possono presentare. Il percorso formativo mira a fornire agli studenti le conoscenze e gli strumenti che servono per il monitoraggio dei sistemi meccanici. Partendo, infatti, dal loro funzionamento, attraverso un costante monitoraggio dei parametri caratteristici lo studente deve saper applicare le metodologie non tradizionali illustrate durante il corso e saper effettuare una diagnostica dei fenomeni osservati.*

#### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Il percorso formativo è orientato a trasmettere le capacità e gli strumenti metodologici e operativi necessari ad applicare concretamente le conoscenze relative all'analisi meccanica nel monitoraggio e nella diagnostica dei sistemi meccanici stessi. Lo studente dovrà dimostrare di possedere le capacità di elaborazione dei dati e ottenere la diagnosi delle anomalie riscontrate durante il monitoraggio del sistema meccanico.*

### PROGRAMMA-SYLLABUS

*Cap.1. La meccanica dei contatti*

*Cap. 2. Meccanismi di usura*

*Cap. 3. Attrito*

*Cap. 4. La Metrologia degli stati superficiali*

*Cap. 5. Lubrificanti*

*Cap. 6. Meccanismi della lubrificazione*

*Cap. 7. Elementi di diagnostica dei sistemi meccanici complessi*

- Spazi Topologici
- Spazi Vettoriali
- Spazio di Hilbert
- La Trasformata Wavelet Il sistema base di Haar
- Obiettivi dell'analisi multirisoluzionale
- Basi Wavelet Continue
- Teoria del Chaos
- Punto fisso
- Esponenti di Lyapunov

- Metodo pratico per il calcolo di  $\lambda_1$
- Proprietà dei coefficienti wavelet
- Analisi della multirisoluzione
- Individuare uno spike

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense disponibili sul sito del docente

Libro di testo: Vincenzo Niola, Giuseppe Quaremba - "Elementi di dinamica non lineare di sistemi meccanici per l'Ingegneria. Dalla Trasformata Wavelet alla Teoria del Chaos".

Libro di testo: Vincenzo Niola, Giuseppe Quaremba - "Sistemi Vibrazionali Complessi. Teoria, Applicazioni e metodologie Innovative di analisi".

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa l'80% delle ore totali, b) esercitazioni in aula mediante l'utilizzo del software Matlab (<https://www.mathworks.com/>) per circa il 20% delle ore totali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	X
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

Per la prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

Il colloquio orale segue due/tre prove intercorso distribuite temporalmente ad inizio, centro e fine del corso volte all'accertamento dell'acquisizione dei concetti e dei contenuti introdotti durante le lezioni fino al momento della prova stessa. Tipicamente lo studente ha a disposizione 2 ore per la prova intercorso che consiste nel rispondere a 3 quesiti o esercizi numerici. Le tre prove hanno uguale peso sul giudizio finale.

### b) Modalità di valutazione:

L'esito delle prove intercorso insieme all'esito della prova orale consente di formulare il giudizio. Il superamento delle prove intercorso da solo non è sufficiente per il superamento dell'esame. Se le prove intercorso non sono sostenute il giudizio è formulato solo sulla base della prova orale.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### COSTRUZIONE DI AUTOVEICOLI

#### SSD ING-IND/14

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA MECCANICA PER LA PROGETTAZIONE E LA PRODUZIONE)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ENRICO ARMENTANI

TELEFONO: +39 081 7682450

EMAIL: ENRICO.ARMENTANI@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI

"Nessuno"

## EVENTUALI PREREQUISITI

"Nessuno"

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso si propone di fornire strumenti e metodi per la progettazione dei principali gruppi e sistemi di un autoveicolo. Le esercitazioni guidate sono svolte su temi di dimensionamento di gruppi, anche con l'ausilio dell'elaboratore. Rientra pertanto negli indirizzi a carattere progettuale.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

### Conoscenza e capacità di comprensione

*L'insegnamento permette agli studenti di acquisire conoscenze sulle principali soluzioni costruttive adottate nelle moderne costruzioni di autoveicoli. Tali conoscenze costituiranno degli approfondimenti che dovranno arricchire la conoscenza nel settore delle costruzioni automobilistiche, in modo che lo studente acquisisca una chiara consapevolezza del più ampio contesto multidisciplinare dell'ingegneria, con un chiaro richiamo agli aspetti propriamente connessi con la progettazione dei sistemi meccanici.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Al fine di affrontare tematiche progettuali avanzate, anche di notevole complessità, e curare l'innovazione e lo sviluppo di nuovi prodotti e di nuovi processi tecnologici attraverso l'applicazione delle conoscenze, lo studente deve dimostrare di essere in grado di eseguire la progettazione di massima dei principali sistemi costituenti l'autoveicolo. Tali capacità si estrinsecheranno attraverso una serie di abilità professionalizzanti, quali la capacità di scegliere appropriatamente le soluzioni costruttive più adatte ad ottenere la performance desiderata da un veicolo e la capacità di implementare un modello di calcolo, numerico o analitico, per lo studio del comportamento del veicolo.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Elementi di meccanica della locomozione. Riepilogo delle resistenze all'avanzamento. Caratteristiche meccaniche dei gruppi propulsori. Carichi sulle ruote. Tiri massimi esplicabili. Pendenze massime superabili. Impostazione del progetto del veicolo sulla base delle prestazioni richieste. Gruppi di traslazione. Analisi termo meccanica degli innesti. Transitori d'innesto. Innesti semiautomatici. Sincronizzatori. Gruppi di trasmissione per ingranaggi, semiautomatici e automatici. Trasmissioni di potenza idrodinamiche. Gruppi di variazione continua del rapporto di trasmissione. Giunti cardanici e omocineticici. Differenziali. Ripartizione dello sforzo frenante tra gli assi e sua regolazione. Freni a tamburo e a disco: dimensionamento termomeccanico. Cinematismi di sterzata. Fenomeni di sotto e sovrasterzata. Dimensionamento dei cinematismi di sterzata. Stabilità direzionale. Sospensioni e loro influenza sul comportamento statico e dinamico del veicolo. Analisi cinematica e dimensionamento di sospensioni ad assale rigido e/o a ruote indipendenti. Telai e scocche: progettazione della scocca e dell'abitacolo; progettazione di un telaio. Problemi di sicurezza ed abitabilità. La problematica del crash automobilistico. La problematica NVH. Normativa vigente.*

## MATERIALE DIDATTICO

- Materiale fornito al corso
- A. Soprano, Note dal Corso di Costruzione di Autoveicoli
- A. Morelli, Progetto dell'autoveicolo
- G. Genta, L. Morello, L'autotelaio
- G. Genta, Meccanica dell'autoveicolo

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 50% delle ore totali, b) esercitazioni per lo sviluppo di un elaborato progettuale per approfondire praticamente aspetti teorici per circa il 30% delle ore totali, c) seminari e visite guidate per circa il 20% delle ore totali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di *insegnamenti integrati* l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

### b) Modalità di valutazione:

N.A.

## COURSE DETAILS

### SPACE PROPULSION

SSD ING-IND/07

DEGREE PROGRAMME: AEROSPACE ENGINEERING (BORROWED FROM INGEGNERIA AEROSPAZIALE)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: TO BE DEFINED

PHONE:

EMAIL:

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I

SEMESTER: II

CFU: 9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

-

### PREREQUISITES

**Basic knowledge of thermo-fluid-dynamics, gas-dynamics and chemistry. Basic knowledge of electromagnetism.**

### LEARNING GOALS

The course presents the fundamentals of rocket propulsion and discusses advanced concepts in space propulsion, involving chemical and electrical rocket engines. Topics, starting from mission and system requirements for space transportation systems, orbital and interplanetary flight, include the description of the physics and technology of different kinds of thrusters. These include chemical-type rocket engines (solid propellant, liquid or hybrid bi-propellant, monopropellant) and electric thrusters. The latter include electrothermal, electrostatic and electromagnetic devices.

### EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

#### **Knowledge and understanding**

The students should demonstrate that they have achieved adequate knowledge of the scientific and technological aspects underlying the functioning of space propulsion systems.

#### **Applying knowledge and understanding**

The students will have to demonstrate knowledge of the essential elements for the preliminary sizing of thermal and electric propulsion systems, and for the analysis of their performance, also through numerical simulation tools.

### COURSE CONTENT/SYLLABUS

*[1 CFU] Definitions and fundamentals of Space Propulsion. Thrust and specific impulse, characteristic velocity and thrust coefficient, efficiencies. Classification of space thrusters. Space missions. Tsiolkowskij equation. Structural coefficient and payload ratio for conventional and non-conventional rockets. Multi-stage rockets in series and in parallel. Estimation of the  $\Delta V$  required for different types of missions.*

*[2 CFU] Scientific and technological fundamentals of conventional rockets. Combustion process and chemical equilibrium. Calculation of the adiabatic combustion temperature. Rocket nozzles and thrust coefficient. Sizing of a converging-diverging nozzle. Non-conventional nozzles. Heat exchange in rockets, effect on performance and cooling techniques (regenerative cooling, heat sink cooling, film cooling, ablative cooling, radiation).*

*[4 CFU] Architectures of conventional rockets. Liquid propellant rockets: characteristics of the propellants; propellant feed systems and turbopump cycles. Thrust chambers: injectors, combustion chambers, cooling systems, ignition. Sizing examples. Combustion instability in liquid rockets. Solid propellant rockets: types of propellants; basic definitions; regression rate and combustion stability; propellant grain shape; ignition systems and ignition delay; sizing of a solid propellant rocket. Design trade-off between solid and liquid propellant rockets. Hybrid propellant rockets: architectures and characteristics; typical propellants; regression rate; sizing; experimental characterization activities. Monopropellant rockets: hydrazine engines; hydrogen peroxide and nitrous oxide engines; catalysts. Space launchers.*

[2 CFU] Review of electromagnetism and basics of plasma physics. Electrothermal rockets: resistojets, arc-jet thrusters. Electrostatic thrusters: ion thrusters and other configurations. Electromagnetic thrusters. Hall-effect thrusters: architectures, sizing and performance analysis.

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

Course slides, available on the degree programme website.

Sutton G.P., Biblarz O., Rocket Propulsion Elements, John Wiley & Sons Inc

Hill P., Peterson C., Mechanics and Thermodynamics of Propulsion, Ed. Pearson

Ward T.A., Aerospace Propulsion Systems, John Wiley & Sons Inc

Goebel D.M., Katz I., Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters, John Wiley & Sons Inc

## TEACHING METHODS

Lectures and exercises.

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

### a) Exam type:

Exam Type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Evaluation pattern:

The final grade is formulated by the Examination Committee according to the student's knowledge of analytical and methodological topics.

The final evaluation is discussed and highlighted to each student.

**Insegnamenti Affini e Integrativi  
(Tabella A)**



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA

#### SSD ING-IND/33

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DOMENICO VILLACCI, PASQUALE DI PALMA

TELEFONO: 3277856638

EMAIL: DOMENICO.VILLACCI@UNINA.IT, PASQUALE.DIPALMA@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE:

CFU: 9

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

nessuno

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

nessuno

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso mira a fornire agli studenti le conoscenze di base e gli approfondimenti necessari alla comprensione della struttura e del funzionamento dei Sistemi Elettrici di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Nella prima parte del corso, dopo aver fornito contenuti d'inquadramento generale, sono trattati i modelli equivalenti dei componenti base per lo studio dei sistemi elettrici nel funzionamento in regime permanente: linee, trasformatori, generatori e carichi, per arrivare poi a trattare alcuni aspetti circa il funzionamento dei sistemi elettrici in regime transitorio.

La seconda parte del corso è interamente dedicata all'analisi dei sistemi di distribuzione dell'energia elettrica di media e bassa tensione. In tale ambito sono trattati: il quadro normativo e legislativo di riferimento per i sistemi di distribuzione MT/BT, le condizioni di funzionamento del sistema elettrico e i vincoli ammissibili di natura termica ed elettrica, i principali componenti costituenti le reti elettriche (condutture elettriche, apparecchi di manovra, sistemi di protezione da sovracorrenti e sovratensioni).

Seguono poi argomenti specifici finalizzati alla progettazione di un impianto elettrico, quali: la determinazione del carico convenzionale (potenza convenzionale e correnti d'impiego, fattore di utilizzazione, fattore di contemporaneità); i criteri e le metodologie di riferimento per il calcolo elettrico delle linee e delle reti di distribuzione (criterio della massima caduta di tensione ammissibile, il criterio termico e criterio del massimo tornaconto economico); il calcolo delle correnti di corto circuito ( con cenni sullo stato del neutro); la scelta dei sistemi di protezione da sovracorrenti; il coordinamento cavo/sistema di protezione in presenza di sovracorrenti di lunga e breve durata.

Sono inoltre forniti allo studente le conoscenze di base per il collegamento alla rete di impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Nella parte finale del corso è trattato il tema del rischio elettrico e le protezioni contro contatti diretti ed indiretti delle persone nei sistemi di distribuzione TN e TT, accennando ad alcune problematiche relative allo stato del neutro e agli impianti di terra.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza degli aspetti fondamentali che caratterizzano i sistemi elettrici di produzione, distribuzione e trasmissione.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di realizzare il progetto di un impianto elettrico a regola d'arte.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*[2 CFU] Il Sistema Elettrico: inquadramento e generalità sui sistemi elettrici di produzione, trasmissione, distribuzione dell'energia elettrica. Modelli equivalenti per lo studio dei sistemi elettrici nel funzionamento in regime permanente.*

*[1 CFU] Il quadro normativo e legislativo di riferimento per i sistemi di distribuzione MT/BT, le condizioni di funzionamento del sistema elettrico e i vincoli ammissibili, i principali componenti costituenti le reti di distribuzione.*



[2 CFU] Strutture delle reti di distribuzione, carico convenzionale; i criteri e le metodologie di riferimento per il calcolo elettrico delle linee e delle reti di distribuzione (criterio della massima caduta di tensione ammissibile, il criterio termico e criterio del massimo tornaconto economico).

[3 CFU] Calcolo delle correnti di corto circuito (con cenni allo stato del neutro), la scelta dei sistemi di protezione da sovracorrenti, il coordinamento cavo/sistema di protezione in presenza di sovracorrenti di lunga e breve durata. Cenni alla regolazione della tensione. Conoscenze di base per il collegamento alla rete di impianti di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

[1 CFU] Rischio elettrico per le persone e le protezioni dai contatti diretti ed indiretti nei sistemi di distribuzione TN e TT, problematiche relative allo stato del neutro e agli impianti di terra.

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti delle lezioni. F. Iliceto "Impianti Elettrici" Patron Editore. F. Conte "Manuale di Impianti Elettrici" Hoepli editore. V. Cataliotti "Impianti Elettrici" Flaccovio editore.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni. Esercitazioni. Codici di calcolo utilizzati: Matlab SymPowerSystems per l'analisi dei sistemi elettrici; TiSystem o equivalenti per il progetto di impianti elettrici destinati ad applicazioni civili ed al terziario.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di *insegnamenti integrati* l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



**SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)**  
**REGOLAZIONE DELLE CENTRALI ELETTRICHE**  
**SSD ING-IND/33**

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

**INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE**

DOCENTE: LAURIA DAVIDE

TELEFONO: 0817683227

EMAIL: DAVIDE.LAURIA@UNINA.IT

**INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ**

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

nessuno

## OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso mira all'acquisizione di competenze inerenti alla regolazione delle centrali elettriche. Dopo aver analizzato le tipologie di centrali elettriche e le configurazioni tipiche dello schema elettrico di centrale, si approfondiranno le tecniche di regolazione delle centrali idroelettriche e termoelettriche, con particolare riferimento alla regolazione di velocità, intrinsecamente correlata alla frequenza del sistema elettrico di potenza. Obiettivo primario è la identificazione dei modelli indispensabili all'analisi dinamica della centrale a fronte delle variazioni del carico elettrico, dei guasti, della variabilità della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e della configurazione del sistema elettrico di potenza cui la centrale è allacciata. Ulteriore obiettivo è l'acquisizione di competenze per la definizione delle caratteristiche dei regolatori adibiti al servizio di regolazione sia primaria che secondaria della frequenza.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza degli aspetti fondamentali che caratterizzano la regolazione delle centrali idroelettriche e termoelettriche.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di analizzare criticamente gli schemi di regolazione e definire le specifiche di controllo ai fini della regolazione primaria e secondaria della frequenza.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*[1,5 CFU] Tipologia delle centrali elettriche. Configurazioni tipiche dello schema elettrico di centrale. Impianti idroelettrici. Impianti termoelettrici.*

*[1,5 CFU] Richiami di modellistica dinamica dei sistemi. Trasformata di Laplace. Sistemi del primo e secondo ordine. Funzione di risposta armonica. Diagrammi di Bode e diagrammi polari. Stabilità. Controllo in retroazione.*

*[1,5 CFU] Regolazione della frequenza e delle potenze attive. Regolazione di velocità di un gruppo turbina-alternatore. Regolazione primaria e secondaria della frequenza. Schema a blocchi e scelta dei parametri di regolazione.*

*[1,5 CFU] Impianti idroelettrici: funzione di trasferimento della turbina e del sistema di adduzione. Impianti termoelettrici: funzione di trasferimento della turbina e del sistema di adduzione. Modellistica in ambiente Simulink.*

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti delle lezioni

Roberto Caldon e Fabio Bignucolo: Impianti di Produzione dell'energia elettrica. Società Editrice Esculapio.

Roberto Marconato: Electric Power Systems, vol.2, CEI.

Prabha Kundur: Power system stability and control. EPRI Editors.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni. Esercitazioni. Matlab SymPowerSystems per l'analisi dinamica dei sistemi di regolazione

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di *insegnamenti integrati* l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



**SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)**  
**INGEGNERIA ECONOMICO-GESTIONALE I**  
**SSD ING-IND/35**

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO: 2024-2025

**INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE**

DOCENTE: DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

**INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ**

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Non previsti

## EVENTUALI PREREQUISITI

Non previsti

## OBIETTIVI FORMATIVI

*L'insegnamento si propone di fornire i concetti e gli strumenti analitici fondamentali per comprendere il funzionamento di un sistema economico da due prospettive differenti, quella micro e macroeconomica.*

*Dal punto di vista microeconomico, si analizzeranno i modelli che descrivono il comportamento e i meccanismi decisionali di allocazione delle risorse dei singoli attori economici, tipicamente dei consumatori e delle imprese. Inoltre, si analizzerà come tali attori interagiscono in un'economia di mercato e come si determinano gli equilibri, in termini di prezzi e quantità scambiate.*

*Dal punto di vista macroeconomico, si introdurranno i principali indicatori utilizzati per descrivere lo stato di salute di un sistema economico nazionale (es., prodotto interno lordo, inflazione, occupazione) ed i metodi utilizzati per determinare le principali variabili macroeconomiche.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*Lo studente dovrà dimostrare di conoscere i concetti fondamentali della teoria del consumatore e del produttore; di comprendere gli strumenti metodologici di base necessari per analizzare il comportamento dei singoli attori economici e descrivere i rispettivi processi decisionali di allocazione delle risorse (limitate). A partire da tali conoscenze, lo studente dovrà dimostrare di comprendere le connessioni causali tra i risultati di tali scelte e la determinazione delle funzioni di domanda e di offerta. Inoltre, dovrà dimostrare di comprendere come interagiscono gli attori nei mercati e come si determinano gli equilibri.*

*Lo studente dovrà dimostrare di conoscere i principali indicatori utilizzati per descrivere i sistemi economici da un punto di vista aggregato ed aver compreso i metodi utilizzati per la determinazione dei più rilevanti aggregati economici.*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*Sulla base delle conoscenze acquisite lo studente dovrà essere in grado di interpretare il comportamento degli attori economici e prevedere gli effetti determinati dalla loro interazione nei singoli mercati. Lo studente dovrà dimostrare di comprendere le logiche alla base del funzionamento dei mercati e il ruolo che può esercitare lo Stato nelle dinamiche di determinazione dei prezzi e di controllo delle quantità scambiate. Inoltre, dovrà dimostrare di saper utilizzare le conoscenze acquisite per interpretare fenomeni reali, in termini di andamento di mercati in settori di interesse.*

*Inoltre, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di analizzare in maniera critica gli indicatori macroeconomici e saper interpretare le indicazioni connesse da molteplici prospettive.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

### **Microeconomia**

**Introduzione all'economia:** l'economia ed i sistemi economici. Approccio Costi Benefici alle decisioni, Costi Opportunità, Costi non recuperabili, Costi Medi e Costi Marginali.

**La domanda e l'offerta:** le curve della domanda e dell'offerta, equilibrio di mercato e il processo di aggiustamento verso l'equilibrio, determinanti della domanda e dell'offerta, l'influenza dell'imposizione fiscale sull'equilibrio di mercato.

**Teoria del Consumatore:** le preferenze del consumatore, utilità ordinale (proprietà assiomatiche) e utilità cardinale (funzione di utilità), curve di indifferenza (beni complementari, beni perfettamente sostituibili, beni non sostituibili), saggio marginale di sostituzione, il problema di scelta del paniere ottimo: formalizzazione e risoluzione, curva di domanda individuale e curva di mercato, beni normali, beni inferiori e beni di Giffen, elasticità della domanda al prezzo,

**Teoria della Produzione e Costi:** la funzione di produzione di breve periodo, produttività dei fattori produttivi, la funzione di produzione di lungo periodo, saggio marginale di sostituzione tecnica (fattori produttivi complementari, perfettamente sostituibili, non sostituibili), rendimenti di scala, i costi nel breve e nel lungo periodo.

**Mercati:** concorrenza perfetta, monopolio, oligopolio (modello di Cournot, modello di Bertrand, modello di Stackelberg, accordo Collusivo).

### **Macroeconomia**

Introduzione alla macroeconomia, i principali indicatori macroeconomici (prodotto interno lordo, inflazione, disoccupazione). I principali modelli per la previsione di breve periodo dell'attività economica.

### **MATERIALE DIDATTICO**

Il materiale didattico di riferimento è:

- Varian H.R., *Microeconomia Ed: Cafoscarina*
- Blanchard O., Amighini A., Giavazzi F. *Macroeconomia Ed: Il Mulino*
- Dispense e slide a cura del docente

### **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 60% delle ore totali; b) esercitazioni per il 30% delle ore; c) seminari per il restante 10% delle ore.

Il docente utilizzerà a supporto delle lezioni e dei materiali didattici forniti lezioni registrate, supporti multimediali, software specialistico, materiale on line.

### **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	x
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	x

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

b) Modalità di valutazione:

L'esito della prova scritta è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale. In caso di superamento, le valutazioni delle due prove saranno pesate in maniera equivalente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### INGEGNERIA ECONOMICO GESTIONALE II

SSD ING-ING/35

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: SERENA STRAZZULLO

TELEFONO:

EMAIL: SERENA.STRAZZULLO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

-

## EVENTUALI PREREQUISITI

-

## OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo dell'insegnamento è quello di fornire le conoscenze e gli strumenti per lo studio, la valutazione e l'analisi dell'ambiente interno ed esterno all'impresa.

Durante il corso si analizzerà il comportamento degli attori economici all'interno del contesto in cui essi operano e si forniranno le basi e gli strumenti per valutare e suggerire le strategie e le configurazioni organizzative da adottare in riferimento all'ambiente interno ed esterno.

L'insegnamento si pone inoltre l'obiettivo di fornire nozioni di base per l'analisi dei costi e delle prestazioni aziendali.

Sulla base di tali conoscenze lo studente sarà in grado di analizzare e suggerire agli attori economici il comportamento, la strategia e la struttura da adottare in relazione al contesto in cui essi operano attraverso opportune analisi e strumenti. Lo studente sarà inoltre in grado di analizzare e valutare il risultato economico delle attività d'impresa.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Il percorso formativo intende fornire agli studenti le conoscenze di base necessarie per comprendere i principali modelli di valutazione della posizione dell'impresa nel contesto competitivo in cui essa opera. Lo studente dovrà dimostrare di saper individuare una strategia coerente con l'ambiente interno ed esterno all'impresa e di saper comprendere i risvolti economico-finanziari delle dinamiche e delle strategie organizzative messe in atto.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Il percorso formativo intende fornire agli studenti le capacità e gli strumenti metodologici e operativi necessari ad applicare concretamente le conoscenze per affrontare i problemi aziendali. Al termine dell'insegnamento, lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di formulare strategie da mettere in atto a tutti i livelli dell'organizzazione coerentemente con il contesto interno ed esterno e di valutare i risvolti economico-finanziari delle decisioni e dei fenomeni aziendali che danno luogo a costi e ricavi.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

[2 CFU] L'impresa e l'ambiente: definizione, obiettivi, strutture giuridiche. Definizione ed analisi di settore. Segmentazione, targeting e posizionamento. Analisi della concorrenza allargata, modello di Porter. Ciclo di vita del settore. Strategie concorrenziali di base. Analisi SWOT. Analisi di portafoglio.

[2 CFU] Il sistema di offerta. La catena del valore. Il sistema di creazione del valore. Le tipologie di strutture e i meccanismi organizzativi. La gestione per processi. Funzioni e processi aziendali. Le strutture organizzative. Criteri di valutazione e scelta.

[2 CFU] Costi e ricavi. Analisi del punto di pareggio. Contabilità aziendale. Contabilità generale. Il Bilancio di Esercizio. Conto Economico. Stato Patrimoniale. Nota Integrativa. Flussi di cassa. Riclassificazione, analisi e valutazione attraverso i principali indici.

## MATERIALE DIDATTICO

*Dispense ed altro materiale messo a disposizione dal docente.*

*Altre letture consigliate:*

- Byers, Dorf, Nelson, Vona. *Technology Ventures. Management dell'imprenditorialità e dell'innovazione.* McGraw Hill.
- Cinzia Parolini. *Business Planning (3rd edition).* Pearson.

- Robert N. Anthony, David F. Hawkins, Diego M. Macrì, Kenneth A. Merchant. *Il bilancio. Analisi economiche per le decisioni e la comunicazione della performance*. McGraw Hill.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali, esercitazioni e seminari

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di *insegnamenti integrati* l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	X
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	X
	Esercizi numerici	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

### b) Modalità di valutazione:

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza dello svolgimento di una prova scritta e delle risposte fornite dallo studente ai quesiti posti durante l'esame orale. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### COMBUSTIONE

### SSD ING-IND/25

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

## INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

## INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso si propone di fornire gli strumenti metodologici e le conoscenze per inquadrare i processi di combustione nell'ambito delle applicazioni propulsive e di generazione di potenza per valutare il loro potenziale sviluppo sotto i vincoli di nuovi combustibili, di nuovi limiti di emissione di inquinanti e di nuove categorie di prestazioni. Inoltre il corso definisce nelle configurazioni prototipali più rilevanti e le equazioni che descrivono i processi di combustione che evolvono sotto fissate condizioni al contorno/iniziali, analizzandone i parametri più significativi e le variazioni più sensibili. Infine il corso ha lo scopo di fornire allo studente conoscenze relative ai meccanismi di formazione dei maggiori inquinanti in combustione e delle relative tecniche di riduzione di questi ultimi.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei sistemi di combustione e delle principali applicazioni con riferimento alla mobilità e generazione di potenza. Inoltre è richiesta la conoscenza dei principali meccanismi di formazione dei principali inquinanti.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di saper analizzare i processi elementari che compongono i moderni sistemi di combustione e guidarne le scelte progettuali anche in funzione della minimizzazione dell'impatto ambientale.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*[0.5 CFU] Introduzione al Corso di Combustione. Equazioni di bilancio di mezzi gassosi multicomponenti reattivi.*

*[1 CFU] Principi di Termodinamica, Temperatura adiabatica di fiamma e di equilibrio. Combustibili. Tipologie e proprietà. Cenni a comb. alternativi. Biofuels, E-Fuels. Teoria Cinetica dei Gas.*

*[1 CFU]. Leggi del trasporto diffusivo. Cammino libero medio molecolare. Maxwell-Boltzmann. Reazioni unimolecolari, bi e termolecolari. Teoria collisionale e velocità di reazione / Reazioni a catena*

*[1 CFU] Combustione omogenea. Esplosione Radicalica. Cinetica sistema H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>. Meccanismo cinetico del metano (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>). Combustione omogenea in flusso/regimi stazionari ed instazionari.*

*[1 CFU] Schema cinetico generale per sistema paraffina/aria. Modellazione cinetico-chimica dei processi di combustione/ Chemkin. Combustione con propagazione. Detonazione. Rankine-Hugoniot*

*[1 CFU] Combustione con propagazione. Deflagrazione laminare. Turbolenza. Diagramma di Borghi. Combustione con Diffusione. Fiamme diffusive laminari e turbolente.*

*[0.5 CFU] Ignizione diffusiva. Modellazione di processi diffusivi 1D stirati.*

[1 CFU] Aerodinamica della combustione. Atomizzazione e vaporizzazione di combustibili liquidi. CFD per flussi reattivi turbolenti. Esempi pratici ed esercitazione tramite software Fluent.

[2 CFU] Processi di combustione innovativi a basse emissioni (MILD). Combustione in turbine a gas. Sistemi di combustione per caldaie e forni di trattamento. Processi di trattamento delle biomasse, rifiuti e incenerimento.

### MATERIALE DIDATTICO

Appunti e slides del corso.

Video-registrazione delle lezioni riportate in <https://www.docenti.unina.it/downloadPub.do?tipoFile=md&id=593616>

Slides del corso riportate in <http://www.federica.unina.it/corsi/combustione/>

Libri di testo: "Lezioni di Combustione" di Antonio Cavaliere, Ed Enzo Albano, 2001 e riportato in <http://wpage.unina.it/antcaval>

Lezioni di Combustione pubblicate sul sito della sezione Italiana del Combustion Institute: <http://www.combustion-institute.it/>

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa l'80% delle ore totali, b) esercitazioni per approfondire praticamente aspetti teorici per 12 ore c) laboratorio per approfondire le conoscenze applicate per 4 ore.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

b) Modalità di valutazione:

Il risultato della valutazione sarà basato sul livello di apprendimento dell'allievo e sulla sua capacità di applicare le nozioni acquisite a problemi anche diversi da quelli presentati durante il corso.



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### INQUINANTI ATMOSFERICI DA ATTIVITÀ ANTROPICHE

SSD ING-IND/25

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: DA DEFINIRE

TELEFONO:

EMAIL:

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Nessuno

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Il corso intende fornire una conoscenza dettagliata dei meccanismi di formazione di inquinanti da attività antropogeniche per comprendere correttamente i problemi ambientali e la relazione tra attività antropogeniche ed effetti sull'ambiente di vita e sulla salute dell'uomo. L'obiettivo finale è quello di fornire strumenti e metodologie per una corretta attuazione di politiche ambientali.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di comprendere correttamente i problemi ambientali e la relazione tra attività antropogeniche ed effetti sull'ambiente di vita e sulla salute dell'uomo.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente deve dimostrare di essere in grado di adottare soluzioni ingegneristiche e modalità operative di gestione di impianti che limitano l'effetto delle attività umane sull'inquinamento ambientale.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*[0.5 CFU] Introduzione al Corso. Cinetica chimica delle reazioni elementari. Reazioni uni-, bi- e ter-molecolari.*

*[0.5 CFU] Meccanismi di reazione in condizioni di combustione incompleta; I principali inquinanti dai processi di combustione.*

*[1.5 CFU] Gli inquinanti da processi di combustione incompleta: VOC, aromatici; diossine e furani; fuliggine e nanoparticelle; NOx e SOx; Il particolato inorganico.*

*[1 CFU] Emissione di inquinanti da processi di combustione stazionari e da motori a combustione interna; Il ruolo dei combustibili sulla formazione di inquinanti primari; Il particolato atmosferico: carbonio organico e carbonio elementare; particolato primario e secondario*

*[1.5 CFU] Il reattore atmosferico; cenni di fotochimica; Lo smog fotochimico e l'ozono in troposfera; L'ozono in stratosfera; il ciclo di Chapman; Il ruolo degli inquinanti sulla riduzione dell'ozono stratosferico; Il buco dell'ozono; Bilancio radiativo atmosferico: il riscaldamento globale; La forzante radiativa e il ruolo degli inquinanti; Il ruolo degli inquinanti atmosferici sui cambiamenti climatici.*

*[1 CFU] Modellazione cinetico-chimica della formazione di inquinanti/ Chemkin; Diagnostica ottica e spettroscopica degli inquinanti; Tecniche di campionamento ambientale near-surface e remote-sensing.*

## **MATERIALE DIDATTICO**

Appunti dalle lezioni e materiale distribuito durante le lezioni

Libri da consultare:

- Allen, David T., David Shonnard. *Sustainable engineering: concepts, design, and case studies*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2012.
- Finlayson-Pitts, Barbara J., J. N. Pitts Jr. *Chemistry of the upper and lower atmosphere: theory, experiments, and applications*. Elsevier, 1999.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa l'80% delle ore totali, b) esercitazioni per approfondire praticamente aspetti teorici per 6 ore c) laboratorio per approfondire le conoscenze applicate per 4 ore.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

b) Modalità di valutazione:

Il risultato della valutazione sarà basato sul livello di apprendimento dell'allievo e sulla sua capacità di applicare le nozioni acquisite a problemi anche diversi da quelli presentati durante il corso.



**Insegnamenti del Minor IT in Tecnologie Green  
(Tabelle A.TG, B.TG e C.TG)**



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### INDUSTRIAL ECOLOGY AND GREEN ENGINEERING

#### SSD ING-IND/25

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA CHIMICA)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: PIERO SALATINO, ROBERTO CHIRONE

TELEFONO:

EMAIL: PIERO.SALATINO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

### EVENTUALI PREREQUISITI

#### OBIETTIVI FORMATIVI

To give students methods and tools of industrial ecology for the sustainability assessment of industrial processes or products. The course includes: Material Flow Analysis methodologies; Environmental Life Cycle Assessment methodologies for environmental impact assessments, and relationships with Life Cycle Costing and social impact; engineering for the circular economy and the "performance economy". Case studies and applications support students to become familiar with methods and tools presented.

#### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

##### Conoscenza e capacità di comprensione

During the course the student will gain awareness and confidence in the principles and methodologies of industrial ecology for the sustainability analysis and for the "green" design of products and processes.

##### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

The student will develop ability in the application of quantitative tools of industrial ecology (material flow analysis; environmental life cycle assessment of products/processes; development and application of circular economy design criteria) along a learning path that includes conventional teaching and project work.

#### PROGRAMMA-SYLLABUS

- Introduction to MFA (Material Flow Analysis) methodologies for assessing the sustainable use of resources.
- Introduction to E-LCA (Environmental Life Cycle Assessment) methodologies for environmental impact assessments of products/processes, and relationships with Life Cycle Costing and social impact.
- Engineering for the circular economy. Managing End-of-life. Recycling of resources: re-use, re-manufacturing, re-processing, downcycling. The energy penalty and the "thermodynamic" constraints to recycle. Recycle and integration in multiple supply chains: industrial symbiosis. Management of resources and circularity in mature and expanding sectors. Design for recycle.
- Beyond the circular economy: the "performance economy". From ownership to "servitization" of goods. Business models and design for the performance economy.
- Case studies.

#### MATERIALE DIDATTICO

- T.E. Graedel and B.R. Allenby - *Industrial Ecology and Sustainable Engineering*. Pearson Education, USA, 2009
- D.T. Allen and D.R. Shonnard, *Sustainable Engineering – Concepts, Design, and Case Studies*, Prentice Hall, USA, 2012
- Lecture notes provided during the course.

#### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Classroom lessons, 60%. Exercises (alone or in team): 40%.

#### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

**b) Modalità di valutazione:**

The student must be able to characterize the sustainability of a process/product and to propose strategies to improve the sustainability indicators



## COURSE DETAILS

### CIRCULAR BIOECONOMY FOR ECOLOGICAL TRANSITION

SSD ICAR/03

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: SILVIO MATASSA

PHONE:

EMAIL: SILVIO.MATASSA@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

none

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

none

## LEARNING GOALS

*The course aims to give the major insights on circular bioeconomy and ecological transition strategies to mitigate climate change and provide energy and food in a sustainable way. Also, the course aims to describe the main sources of greenhouse gases and the main anthropogenic implications on the natural, fundamental biogeochemical cycles of carbon, nitrogen and phosphorus. The main national and international protocols and directives on greening and environmental assessment procedures will be presented. The main innovative, bio-based technologies for wastewater conversion to bioenergy and high value bio-commodities and valorization of side-stream products (i.e. biochar and digestate) deriving from the treatment of municipal solid waste will be illustrated. Finally, the course aims to present the carbon capture, utilization and storage (CCUS) technologies aimed at the production of sustainable and renewable materials, energy and food.*

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

*During the course, the student will be able to comprehend the principles of circular bioeconomy and the anthropogenic causes of climate change, which pushes the modern society towards an ecological transition. The student will also gain awareness on the climate impacts on the different environmental matrixes and will be informed about the most recent regulations and initiatives towards the promotion of virtuous sustainable strategies and the mitigation of climate change*

### Applying knowledge and understanding

*The student will develop ability in the application of tools for the estimation of the impacts of climate change on different scales and in the proposal of innovative technologies to mitigate the risk and promote circular bioeconomy strategies (e.g. carbon capture and utilization platforms) along a learning path that includes conventional teaching and project work.*

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

- *Fundamental concepts: sustainability, sustainable development, circular bioeconomy, climate change, resilience.*
- *Circular bioeconomy: sustainable use and reuse of resources in balance with the great natural biogeochemical cycles (i.e. carbon, nitrogen and phosphorus).*
- *Energy transition, food security, land use change (LUC) systems.*
- *Technologies for carbon capture utilization and storage (CCUS).*
- *Advanced biological technologies for wastewater conversion to bioenergy.*
- *International protocols and directives, national plans and ongoing decarbonization strategies*
- *Case studies.*

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

*Course educational notes and scientific articles uploaded.*

## TEACHING METHODS

*Classroom lessons and seminars, 75%. Exercises (alone or in team): 25%.*

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

a) Exam type:

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	X
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

b) Evaluation pattern:



## COURSE DETAILS

### ELECTRICAL TECHNOLOGIES FOR THE ECOLOGICAL TRANSITION MODULE A: ELECTRIC ENERGY STORAGE

ING-IND/31

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA ELETTRICA)

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: FABIO VILLONE

PHONE: 081-7683249

EMAIL: FABIO.VILLONE@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

INTEGRATED COURSE: **ELECTRICAL TECHNOLOGIES FOR THE ECOLOGICAL TRANSITION**

MODULE: ELECTRIC ENERGY STORAGE

SSD OF THE MODULE: ING-IND/31

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 2



## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None

## PREREQUISITES

Basics of Electrotechnics

## LEARNING GOALS

I indirizzato a Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica e non Elettrica, l'insegnamento ha l'obiettivo di presentare gli aspetti caratterizzanti della mobilità elettrica e della generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili, e di discutere con gli studenti dei vantaggi di queste tecnologie verdi ai fini della transizione ecologica, insieme ai problemi che possono introdurre. Particolare attenzione è rivolta al ruolo centrale svolto dai differenti sistemi di immagazzinamento dell'energia elettrica negli ambiti trattati

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

Alla fine del corso gli studenti conosceranno i principi di funzionamento e le caratteristiche principali dei diversi sistemi di accumulo dell'energia elettrica; saranno capaci di capire come interfacciare questi dispositivi con il sistema elettrico

### Applying knowledge and understanding

Gli studenti saranno in grado di sviluppare una analisi quantitativa e comparativa delle performance dei vari sistemi di accumulo dell'energia elettrica esaminati

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

Principi di conversione elettromeccanica: motori e generatori  
Passaggio campi-circuiti nel caso dei generatori: il campo elettromotore  
Campi elettromotori di natura elettromeccanica  
Pile e accumulatori  
Aspetti energetici di induttore e condensatore  
Carica e scarica di induttore e condensatore  
Cenni su diodi e convertitori a semionda  
Sistemi di accumulo SMES

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

S. Bobbio, E. Gatti, Elementi di Elettromagnetismo, Bollati Boringhieri  
F. Barozzi, F. Gasparini, Fondamenti di Elettrotecnica, UTET

## TEACHING METHODS

Lezioni frontali, in modalità tradizionale e flipped classroom

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

### a) Exam type:

For *integrated courses*, there should be one exam.

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	

other	
-------	--

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

**b) Evaluation pattern:**

The student must be able to describe the peculiarities of the different generation systems from renewable sources and compare them quantitatively from an energy point of view. He must also critically discuss the impact of electric/hybrid mobility on the ecological transition and the obstacles still to be overcome.

The oral exam consists of 3 questions [2 for this module and 1 for the other module].

The final mark will be weighted on CFU of each module and therefore will be made up of: Module "Electric mobility and generation from renewables" 4 CFU 66.7%; Module "Electric energy storage" 2 CFU 33.3%.



## COURSE DETAILS

**ELECTRICAL TECHNOLOGIES FOR THE ECOLOGICAL TRANSITION  
MODULE B: ELECTRIC MOBILITY AND GENERATION FROM RENEWABLES**

**ING-IND/32**

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA ELETTRICA)

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: TO BE DEFINED

PHONE:

EMAIL:

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

INTEGRATED COURSE: **ELECTRICAL TECHNOLOGIES FOR THE ECOLOGICAL TRANSITION**

MODULE: ELECTRIC MOBILITY AND GENERATION FROM RENEWABLES

SSD OF THE MODULE: ING-IND/32

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 4

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None

## PREREQUISITES

Basics of Electrotechnics

## LEARNING GOALS

The course aims at providing students with advanced notions related to generation of electricity from renewable sources, electric energy storage and electric/hybrid mobility as central elements of the ecological transition.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

At the end of the course the student will know the principles and the main characteristics of the different systems of electricity generation; he will be able to understand the ways of interfacing and integrating those systems into smart grids using innovative hardware and software technologies, in order to contribute significantly to the ecological transition.

### Applying knowledge and understanding

The student will be able to develop tools for quantitative and comparative evaluation of the energy performance of the various systems examined; he will also be able to size the main parts of the equipment in simple case studies in the concept design phase.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

- Generation of electricity from renewable sources  
Photovoltaic systems and electromechanical energy conversion: main elements and subsystems, construction aspects, external operating features, comparative analysis of regulation and control systems, interfacing with the network, usefulness of the use of innovative materials. Main renewable generation plants: overcoming of obstacles to large-scale diffusion, technological challenges and development trends in terms of increased energy efficiency, environmental impact, overall dimensions and weights. Advantageous aspects and management complexity of the distributed generation. The smart-grid revolution.
- Electric mobility.  
Electric and/or hybrid propulsion of road, sea and air vehicles. Power train: technological aspects, operating features and development trends of the main subsystems (motors, power electronics, batteries). Energy management on board vehicles for the optimization of mechanical performance, battery range and emissions. Battery charging systems and methods: impact on electric networks and influence on the spread of electric mobility.
- Case studies

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

Lecture notes, handouts prepared by the teacher, lecture slides.

## TEACHING METHODS

Classroom lectures: 75%; Exercises and Laboratory (alone or in team): 25%.

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

### a) Exam type:

For *integrated courses*, there should be one exam.

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

### b) Evaluation pattern:

The student must be able to describe the peculiarities of the different generation systems from renewable sources and compare them quantitatively from an energy point of view. He must also critically discuss the impact of electric/hybrid mobility on the ecological transition and the obstacles still to be overcome.

The oral exam consists of 3 questions [2 for this module and 1 for the other module].

The final mark will be weighted on CFU of each module and therefore will be made up of: Module "Electric mobility and generation from renewables" 4 CFU 66.7%; Module "Electric energy storage" 2 CFU 33.3%.



## COURSE DETAILS

### THERMO-MECHANICAL TECHNOLOGIES FOR ENERGY TRANSITION

SSD ING-IND/10

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: MASSIMO DENTICE

PHONE:

EMAIL: MASSIMO.DENTICE@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

none

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

none

## LEARNING GOALS

the sustainability of the base processes. Energy efficiency enhancement and reliable renewable sources exploitation will play a key role in the transition towards a zero-carbon society. The course offers an overview of the most advanced thermo-mechanical technologies accompanying the ongoing energy transition, in the following fields: renewable heating and cooling, heat recovery and heat integration in industrial processes, thermal and mechanical energy storage systems, polygeneration and multi-energy systems, production, storage and utilization of hydrogen. Methodologies and criteria are assessed and discussed in detail to qualify those systems from technical, economic and environmental viewpoints. The resulting energy conversion strategy will help promoting a smooth transition towards a new energy model for long-term value and resilience.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

Students are expected to gain awareness and confidence in the principles and methodologies commonly employed in sustainability analysis. Fundamentals of the “green” design of energy production processes are also provided.

### Applying knowledge and understanding

Students will develop abilities tied to the use of dedicated energy production analysis and design tools. Applications will typically deal with new green technologies, environmental life cycle assessment of products/processes, development and application of sustainable design criteria, along a learning path that includes conventional teaching and project work.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

*[0,5 CFU] Basic concepts about technical, economic and environmental analysis of energy systems: Cost benefit analysis, life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions for sustainability assessment.*

*[1 CFU] Energy efficiency technologies: Advanced Heat Pumps: High temperature Heat Pumps, environmental-friendly (low-GWP) technologies, polyvalent systems for combined heating and cooling, high-efficiency chillers. Waste Heat Recovery: Heat integration, Heat Exchanger Networks, integration of heat pumps and prime movers into industrial processes. Variable-speed drives for pumps and compressors. Energy Storage (Thermal Energy Storage, Compressed Air Storage). Power-To-Heat and thermal energy storage as flexibility measures for renewable energy integration.*

*[1 CFU] E-fuelled CHP and power systems; Fisher-Tropsch Diesel (FTD) and Synthetic Natural Gas Plug-in Hybrid Electric Vehicles; Performance and Emissions Analysis of Heavy-Duty and Aero Gas Turbine burning alternative fuels; waste-heat recovery from ICE burning e-fuels.*

*[1 CFU] Renewable heating, cooling and polygeneration: Advanced technologies for solar thermal energy. Solar Heating and Cooling systems. Hybrid PhotoVoltaic-Thermal systems (PVT).*

*[1 CFU] Combined Cooling, Heating and Power (CCHP) and other polygeneration systems, including biomass, solar and geothermal energy, desalination systems, wastewater treatment. Renewable District Heating and*

Cooling (state-of-the-art, potential up to 2030 and 2050, synergies between DHC, renewable power systems and smart grids). Smart energy districts.

[1 CFU] Hydrogen: Production of hydrogen from renewables. Hydrogen as an energy storage solution. Power-To-Gas as a flexibility measure for renewable energy integration. Energy applications.

[0,5 CFU] Case studies.

**READINGS/BIBLIOGRAPHY**

Teacher’s notes (available on line).

**TEACHING METHODS**

a) Lectures for about 65% of total hours; b) practical exercises for the remaining 35% of total hours.

**EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA**

**a) Exam type:**

For *integrated courses*, there should be one exam.

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

**b) Evaluation pattern:**

The grade is formulated by the Examination Commission on the basis of the consistency of the answers provided by the student to the questions that have been formulated.

The final grade is also suitably motivated to the student.





## COURSE DETAILS

### SUSTAINABLE MATERIALS

SSD ING-IND/22

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE– (BORROWED FROM INGEGNERIA DEI MATERIALI)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: PAOLO APREA

PHONE: 081 768 25 50

EMAIL: [PAOLO.APREA@UNINA.IT](mailto:PAOLO.APREA@UNINA.IT)

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

there are no required preliminary courses

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

there are no prerequisites

## LEARNING GOALS

*This course aims to give students advanced information about materials sustainability and environmental impact assessment. The principles of sustainability and sustainable development will be introduced, as well as their application to the materials production and processing strategies. The criticality of the currently available resources, as well as the opportunity to recycle materials, will be explored. Finally, several methods for the sustainability assessment will be presented and studied, along with a series of case studies.*

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

*The student must describe problems related to materials production in the frame of sustainable development. He must be able to understand the causal connections between the typical production activities and the issues related to resource consumption, waste generation and environmental impacts, as well as to understand the possible methods to reach a sustainable development and to promote a circular economy. He must illustrate the current impact of production, use and disposal of the main materials families, together with the potential of sustainable material substitution strategies. Finally, the student must demonstrate to know the specific methodological tools necessary to assess the environmental impact of the materials industry.*

### Applying knowledge and understanding

The student must demonstrate to be able to draw the consequences of a set of information for assessing the impacts of materials production and related energy use. He must be able to employ the eco-audit or LCA analysis of production processes, to identify the related main impacts, and to hypothesize sustainable material substitution strategies.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

- Sustainability and sustainable development: defining the current situation and possible transition paths
- Impact assessment: LCA and related tools
- Materials production and use: resource consumption, waste generation, environmental impact
- Energy use (consumption and impacts of current energy sources) and future perspectives (materials for carbon-free energy)
- Materials and circular economy: opportunities, problems, viable strategies
- Case studies

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

- *“Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice”*; M. F. Ashby
- *“Materials and Sustainable Development”*; M. F. Ashby
- *“Life Cycle Assessment - Theory and Practice”*; Hauschild, Michael, Rosenbaum, Ralph K., Olsen, Stig (Eds.)

## TEACHING METHODS

Teacher will use: a) lectures for about 60% of total hours; b) practical exercises (alone or in team) for about 30% of total hours; c) seminars for about 10% of total hours.

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

**a) Exam type:**

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	x
project discussion	x
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

**b) Evaluation pattern:**

*Project discussion: 50%.*

*Oral: 50%.*



## COURSE DETAILS

### ENVIRONMENTAL CHEMICAL ENGINEERING

SSD ING-IND/25

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA CHIMICA)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: ANDREA D'ANNA

PHONE:

EMAIL: ANDREA.DANNA@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: I

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

There are no prerequisites.

## LEARNING GOALS

### EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

#### Knowledge and understanding

The student has to be able to link industrial and anthropogenic activities with environmental problems and be able to think at the development of new technologies addressing societal needs, constraints imposed by limited natural resources and protection of environmental systems.

#### Applying knowledge and understanding

The student must demonstrate to be able to apply concepts of life cycle thinking in developing industrial and anthropogenic activities.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

The course presents a review of the natural resource and environmental challenges engineers face when designing for sustainability and provides knowledge for evaluating sustainable designs

The course includes:

- Introduction to the concepts involved in designing sustainable systems.
- Energy, Materials Use and Environmental Impacts
- Human activities and Environmental Emissions: Air quality, Water quality, Wastes
- Ozone in the troposphere and the impact on human health
- Regional and Local Air Quality
- Ozone Depletion in the Stratosphere
- Global Warming
- Risk and Life-Cycle Frameworks for Sustainability
- Life-Cycle Assessment and Process-Based Life-Cycle Assessments
- Test cases
- Environmental Law and Regulation.

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

- Slides and integrative material provided by the teacher
- Allen, David T., David Shonnard. Sustainable engineering: concepts, design, and case studies. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 2012.
- Finlayson-Pitts, Barbara J., J. N. Pitts Jr. Chemistry of the upper and lower atmosphere: theory, experiments, and applications. Elsevier, 1999.

## TEACHING METHODS

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

### a) Exam type:

For *integrated courses*, there should be one exam.

Exam type	
written and oral	X
only written	

<b>only oral</b>	
<b>project discussion</b>	
<b>other</b>	

<b>In case of a written exam, questions refer to: (*)</b>	<b>Multiple choice answers</b>	X
	<b>Open answers</b>	X
	<b>Numerical exercises</b>	

(\*) multiple options are possible

**b) Evaluation pattern:**



## COURSE DETAILS

### SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR POLLUTION CONTROL

SSD ING-IND/25

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA CHIMICA)

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: FRANCESCO DI NATALE

PHONE: 081 7682246

EMAIL: FRANCESCO.DINATALE@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: I

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

### PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

*There are no prerequisites.*

### LEARNING GOALS

The aim of the course is to present the chemical-physical principles and the main design and operation features of the state-of-the-art Pollution Control technologies for air and water treatments as well as emerging electrochemical based techniques.

### EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

#### Knowledge and understanding

The student will learn the physical-chemical phenomena and the engineering solutions underpinning to the design and operation of state-of-the-art and innovative technologies for pollution control. The student will be able to assess the degrees of freedom, the basic physical-mathematical design and operation models and the key performance indicators for a number of consolidated and innovative pollution control equipment as well as for complete emission control trains.

#### Applying knowledge and understanding

The student will learn rules of thumbs and physical-mathematical models to design and operate a number of pollution control equipment for air and water treatment.

### COURSE CONTENT/SYLLABUS

#### Introduction

Introduction to air and water pollution problems: Classes of pollutants; Primary and Secondary pollutants; Main sources of atmospheric pollutants; Origin of atmospheric pollutants in industrial processes – the case-study of combustion. Origin of water pollutants – the case-study of municipal wastewater treatment plant. Waste or resource? Pollution control technologies as a tool for circular economy and sustainable development.

#### Brief description of Environmental Regulations:

A brief description of the EU environmental regulations for the installation of new plants and the introduction of a new production activity in an existing plant. The role of BREF and BAT in the design of emission control units. EU key regulations for pollutant emission limits and environmental quality standards.

#### Solid waste management:

- Waste recycling, landfill disposal and waste-to-energy plants.

#### Air cleaning techniques:

- Flue gas desulphurization (FGD) – wet, dry and spray-drying processes. Regenerative and non-regenerative processes.
- De-NO<sub>x</sub> processes: SCR, SNCR
- Removal of Volatile Organic Compounds (VOC): Thermal and catalytic after-burning, Adsorption.
- Removal of micrometric and submicrometric (including ultrafine) particulate matter: Dry and wet electrostatic precipitators, Wet and Venturi scrubbing;
- CO<sub>2</sub> capture and storage/utilization: Ammine scrubbing; Adsorption; Solid-gas reactions; Membrane systems. Introduction to CO<sub>2</sub> storage and options for CO<sub>2</sub> utilization.

#### Water cleaning techniques

- Primary and secondary treatments.
- Tertiary separation processes: Adsorption and Ionic exchange, Membrane processes.
- Disinfection using chemicals and UV radiation.
- Chemical-physical processes: precipitation-coagulation-flocculation processes.

#### Introduction to process intensification in pollution control technologies – electrochemical-based processes:

- Non-thermal Plasma systems for VOC and NO<sub>x</sub> removal
- Electrohydrodynamic atomization processes for FGD and ultrafine particle removal
- Electrochemical desorption of spent adsorbents
- Electrets for particles filtration



- Electrocoagulation in wastewater treatment

### READINGS/BIBLIOGRAPHY

- R.C. Flagan; J.H. Seinfeld: Fundamentals of Air Pollution Engineering; Dover publications (2012)
- American Water works Association: Water quality and treatment 5th Edition, McGraw-Hill (1999);
- Teaching material provided by the Teacher

### TEACHING METHODS

Teacher will use lecturers for approximately 85% of the total time and practical exercise for approximately 15% of the total time. Seminars and visits to local pollution control plants will be organized.

### EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

**a) Exam type:**

*For **integrated courses**, there should be one exam.*

Exam type	
written and oral	
only written	X
only oral	
project discussion	X
other	The evaluation criteria is based on two interim multiple choice tests (at the middle and the end of the course), and one group project discussion. The final evaluation is the average of the three evaluations steps.

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	X
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

**b) Evaluation pattern:**

*This field needs to be filled in only when there are different weights among written and oral exams, or among modules if this refers to an integrated course.*



## COURSE DETAILS

### SUSTAINABLE PROCESS DESIGN

SSD ING-IND/25

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA CHIMICA)

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: FRANCESCO DI NATALE

PHONE: 081 7682246

EMAIL: FRANCESCO.DINATALE@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: I

CFU: 9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

There are no prerequisites.

## LEARNING GOALS

The aim of the course is to provide advanced training of master students on the selection, the design, the rating and the optimization of unit operations (either as a stand-alone equipment or as part of a complex process), providing physical-mathematical models for equipment and plant design and operation, including technical, economical and sustainability constraints.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

The students' training will be devoted to the development of professional know-how related to the selection, the design, the rating and the optimization of unit operations, either as a stand-alone equipment or as part of a complex process. The student will be trained to analyse the single equipment and the entire process in light of technical, economical and sustainability criteria.

### Applying knowledge and understanding

The student will be trained to develop the professional skills required to design and rate single equipment and complex processes. The student will learn: how to develop the process design and rating of several chemical process equipment and present technical reports; how to draw and read a process flow diagram; how to assess optimal design conditions on the bases of economical and sustainability indicators; how to provide optimal integration of units thanks to suitable optimization of their degrees of freedom.

### Further learning outcomes:

**Autonomy of judgment:** The student will become able to select which types of unit operation to use for a specific application and compare different solutions on the basis of solid design know-how. Students will become skilled in selecting and designing chemical processes to obtain the required design specification (productivity, product specifications, physical properties, etc.) taking into account technical, economical and sustainability constraints.

**Communication skills:** The student will be trained to prepare technical reports and deliver talks to present results of design and rating problems. The communication skills will be further stimulated by organizing meeting with industrial stakeholders, in the form of either seminars or visit to local plants.

**Learning skills:** The students will be stimulated to improve and train their professional skills by solving specific case studies as part of the course. The case studies will be presented in the form of open problems, encouraging students to autonomously propose innovative solutions, taking into account technical, economical and sustainability constraints.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

**Introduction:** Classification of unit operations; Overview of separation units based on mass separation agents, energy separation agents, contact with solids or barriers, use of external fields or gradients. **Introduction to engineering sustainability:** Review of process costs estimation; Main goals of sustainable design; Introduction of sustainability indicators.

**Process design and optimization:** Introduction to process design and integration; Introduction to PFD and P&ID; General design equations; Variables of state and design variables; Degrees of freedom; Formulation of the design problem; Use of the structural array and information flow diagram; Introduction to the graphs' theory and linear programming; Process optimization criteria: objective functions, single-variable optimization, multivariable optimization. **Equipment selection and design:** Design equations and guidelines for continuous and stagewise processes: Critical operating conditions and pinch points; Concepts of ideal stage, sequence of ideal stages; The McCabe-Thiele and Ponchon-Savarit methods for stagewise

processes; The concept of NTU; Trays and continuous contactor design: stage efficiency, HETP and HTU; Multicomponent systems: key components, short cut methods; rigorous stagewise methods (both equilibrium and rate-based methods). **Learning by doing:** Presentation of case studies with application of process design software and spreadsheets; Application to: distillation, absorption and stripping, evaporative cooling and humidification, adsorption, solvent extraction, leaching, membrane separation; Examples of process intensification; Minimization of heat duties via heat integration.

### READINGS/BIBLIOGRAPHY

- R. Sinnott, G. Towler, Chemical Engineering Design, 6th edition, Butterworth-Heinemann, 2020
- J.R. Couper, et al., Chemical process Equipment Selection and design, 2<sup>nd</sup> edition Butterworth-Heinemann, 2010
- W.L. McCabe, J.C. Smith, P. Harriott, Unit operations of Chemical Engineering, McGraw Hill 2008
- Slides and integrative material provided by the teacher

### TEACHING METHODS

Teacher will use:

- a) Lectures for approximately 55% of the total hours
- b) Practical exercises for approximately 45% of total hours

Integrative tools for teaching delivery include software and slides of the course.

### EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

a) **Exam type:**

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	
project discussion	
other	The final evaluation of the students is based on the results of intermediate group project(s) on specific case studies presented as written reports, and a final group project discussion, followed by an oral examination of single students.

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

b) **Evaluation pattern:**

*This field needs to be filled in only when there are different weights among written and oral exams, or among modules if this refers to an integrated course.*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### IMPIANTI DI PRODUZIONE DA FONTI TRADIZIONALI E RINNOVABILI

#### SSD ING-IND/33

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA ELETTRICA)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: GIOVANNI GIANNOCCARO

TELEFONO:

EMAIL: GIOVANNI.GIANNOCCARO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Non previsti

## EVENTUALI PREREQUISITI

Non vi sono prerequisiti

## OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire agli studenti le nozioni fondamentali relative: (i) agli impianti elettrici presenti negli impianti di produzione dell'energia elettrica connessi ai sistemi di I, II e III categoria; (ii) alle modalità di partecipazione dei produttori ai mercati dell'energia elettrica; (iii) alla modellistica per lo studio del funzionamento dei mercati dell'energia elettrica.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Conoscenze e capacità di comprensione di tematiche inerenti agli impianti di produzione sia di tipo convenzionale che di tipo rinnovabile, nonché alle modalità di funzionamento dei mercati dell'energia elettrica.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Capacità di applicare le conoscenze acquisite alla complessità impiantistica degli impianti di produzione, della loro connessione alle reti e della modalità di partecipazione ai mercati dell'energia elettrica.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

[1 CFU] Generalità sugli impianti di produzione dell'energia elettrica e definizioni di base. Fonti di energia rinnovabile e tradizionale. Tipologie di centrali di produzione. La Produzione di energia elettrica in Italia e nel mondo. Costi della produzione dell'energia elettrica.

[2 CFU] Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alla rete elettrica di III categoria: produzione concentrata. La centrale. Connessione dell'impianto alla rete. Impianti termoelettrici con turbine a vapore di tipo tradizionale. Impianti termoelettrici con turbine a gas. Impianti termoelettrici a ciclo combinato gas-vapore. Impianti geotermoelettrici. Impianti idroelettrici. Impianti idroelettrici di produzione e pompaggio, sistemi di accumulo elettrochimico.

[1.5 CFU] Impianti di produzione dell'energia elettrica connessi alle reti elettriche di I e II categoria: Produzione distribuita. Produzione distribuita da fonti rinnovabili. Impianti fotovoltaici. Impianti eolici. Impianti idroelettrici di piccola taglia. Impianti a biomasse. Impianti termoelettrici a biogas. Smart Grid e produzione dell'energia elettrica, sistemi di accumulo centralizzati e distribuiti. Conversione Power to Gas: generazione di idrogeno e syngas, Fuel cell.

[1.5 CFU] Impianti di produzione di energia elettrica ed energia termica e frigorifera: la cogenerazione e la trigenerazione. Schemi elettrici di connessione alla rete di I e II categoria: modalità di connessione alle reti elettriche. Il punto di consegna e gli schemi dei sistemi di protezione. Comunità energetiche e positive energy district (PED).

## MATERIALE DIDATTICO

Impianti di produzione dell'energia elettrica. Criteri di scelta e dimensionamento. Roberto Caldon, Fabio Bignucolo. Editore: Esculapio, 2018

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali, esercitazioni e seminari.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di **insegnamenti integrati** l'esame deve essere unico.

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	

<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	x
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro</b>	



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### ENERGIA DAI RIFIUTI ED ECONOMIA CIRCOLARE

SSD ICAR/03

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA PER L'EAMBIENTE E IL TERRITORIO)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: FABBRICINO MASSIMILIANO

TELEFONO: 081-7683438

EMAIL: MASSIMILIANO.FABBRICINO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

## OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire la conoscenza dei principi sui cui si basa l'economia circolare e le tecniche di valorizzazione energetica e/o materica dei rifiuti, unitamente alla conoscenza degli elementi necessari alla scelta, progettazione ed implementazione dei sistemi di trattamento dei rifiuti.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente conoscerà e comprenderà le modalità di valorizzazione economica e materica dei rifiuti ed i principi alla base dei trattamenti degli stessi, e saprà discernere tra economia circolare ed economia lineare-

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente saprà applicare le conoscenze acquisite nella implementazione di progetti di economia circolare, nella scelta dei sistemi più idonei per la valorizzazione energetica e materica dei rifiuti, nella loro progettazione, realizzazione e gestione.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Economia lineare ed Economia Circolare - Riferimenti Legislativi - Classificazione dei Rifiuti - Ciclo Integrato dei Rifiuti - Produzione, conferimento, raccolta, trasporto - Valorizzazione energetica dei rifiuti - Combustione - Pirolisi - Gassificazione - Processi di trasformazione biologica Compostaggio - Digestione Anaerobica - Dark e fotofermentazione - Bioraffinerie di prima, seconda e terza generazione - Produzione di materiali adsorbenti da scarti - Recupero di cellulosa - Recupero di nylon - Impianti di selezione

## MATERIALE DIDATTICO

G. d'Antonio, M. Fabbicino

Impianti di Trattamento dei Rifiuti Solidi Urbani: elementi di progettazione e modalità di esercizio Rogiosi, 2019

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

L'insegnamento prevede lezioni frontali ed esercitazioni numeriche e di laboratorio.

E' prevista altresì almeno una visita tecnica presso uno degli impianti di valorizzazione dei rifiuti localizzati nella provincia di Napoli, oltre che interventi seminariali di esperti nel settore dell'economia circolare.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di **insegnamenti integrati** l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	X
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	X
	<b>A risposta libera</b>	X
	<b>Esercizi numerici</b>	X

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

**b) Modalità di valutazione:**



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE

SSD ICAR/03

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ALESSANDRA CESARO

TELEFONO: 081 7683445

EMAIL: ALESSANDRA.CESARO@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno.

## EVENTUALI PREREQUISITI

Non vi sono prerequisiti.

## OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento si propone di fornire allo studente:

- le conoscenze di base sulle strategie di protezione e risanamento ambientale, con particolare riferimento a quelle di interesse per il comparto idrico;
- informazioni relative alle componenti ambientali, alle sorgenti e agli effetti dei fenomeni di inquinamento e alle strategie di mitigazione;
- i principali parametri chimici, fisici e biologici per la caratterizzazione delle acque destinate al consumo umano, delle acque potabili e delle acque reflue urbane;
- i principi delle soluzioni tecniche e delle configurazioni impiantistiche per il trattamento di acque destinate al consumo umano e di acque reflue;
- i principi della gestione dei rifiuti solidi, con particolare riguardo a quelli di origine urbana.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Ci si aspetta che lo studente acquisisca, a livello di base, le conoscenze e la capacità di comprensione relativamente a:

- i fenomeni naturali che influenzano la qualità dei corpi idrici;
- le caratteristiche delle acque naturali e minerali, nonché di quelle destinate al consumo umano;
- le principali soluzioni tecniche per il trattamento delle acque;
- le caratteristiche delle acque reflue;
- i principali fenomeni di inquinamento indotti da attività antropiche;
- i riferimenti legislativi in materia di classificazione dei corpi idrici e prevenzione dall'inquinamento;
- le principali soluzioni tecniche per il trattamento delle acque reflue urbane e dei fanghi;
- i principi di gestione dei rifiuti solidi.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Ci si aspetta che lo studente sia in grado di identificare le cause che determinano le più ricorrenti situazioni di inquinamento ambientale, individuando, per tali situazioni, le soluzioni tecniche maggiormente adeguate in relazione agli obiettivi che si intendono perseguire.

In particolare, relativamente agli ambienti idrici, lo studente sarà in grado di calibrare gli interventi volti alla produzione di acque idonee all'approvvigionamento idropotabile nonché alla depurazione di reflui di origine urbana.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Principi di Ecologia e di Igiene. Rappresentazione e controllo dell'ambiente: componenti ambientali, strategie per la salvaguardia e la gestione dell'ambiente, cenni sulle procedure per la Valutazione di Impatto Ambientale.

Caratteristiche di qualità dei corpi idrici: obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione, classificazione delle risorse superficiali e sotterranee.

Acque di approvvigionamento: caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, normativa, principi dei processi di trattamento.

Inquinamento dei corpi idrici: fonti, effetti, capacità di autodepurazione.

Acque reflue: caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, carichi inquinanti, disciplina degli scarichi, normativa, principi dei processi depurativi, smaltimento finale.

Rifiuti solidi (cenni): caratteristiche, normativa, fasi della gestione, principi dei sistemi di smaltimento.

## MATERIALE DIDATTICO

- G. d'Antonio - Ingegneria Sanitaria Ambientale: esercizi e commento di esempi numerici. Editore Hoepli
- Dispense fornite dai docenti

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

L'insegnamento è articolato attraverso lezioni teoriche (75% delle ore totali) ed esercitazioni (25% delle ore totali) dedicate all'approfondimento di aspetti specifici.

### VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

Nel caso di **insegnamenti integrati**, il campo deve ricomprendere tutti i moduli del corso con il relativo 'peso', ai fini della valutazione finale e la sua compilazione deve essere coordinata dal docente referente del corso.

#### a) Modalità di esame:

Nel caso di **insegnamenti integrati** l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	
	Esercizi numerici	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

*È opportuno riportare anche il numero e le tipologie di prove che concorrono alla valutazione finale ed eventuali prove intercorso con la loro collocazione temporale (ad es. in quale momento del corso sono previste: inizio, centro o fine), i risultati di apprendimento che ogni singola prova intende verificare nonché il peso di ciascuna prova sul giudizio finale. A tal fine utilizzare eventualmente anche la casella "Altro".*

#### b) Modalità di valutazione:

Questo campo va compilato solo quando ci sono pesi diversi tra scritto e orale, o tra moduli se si tratta di insegnamenti integrati.

*Indicare se l'esito della prova scritta è vincolante ai fini dell'accesso alla prova orale e fornire, ove necessario, i pesi della prova scritta e della prova orale.*

*Nel caso della prova scritta a risposta multipla è consigliato indicare se verrà valutata la numerosità e la correttezza delle risposte.*

*Nel caso di insegnamenti integrati specificare l'articolazione e pesi dei diversi moduli ai fini della valutazione finale (ad es. "La prova orale consiste nella formulazione di XXXX domande (YYY una per ogni modulo)"; "Il voto finale sarà ponderato sui CFU di ciascun insegnamento e quindi così composto: Modulo XXX 3CFU 20%, Modulo YYY 6CFU 40%, Modulo ZZZ 6CFU 40%" ecc.*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### SISTEMI ENERGETICI INNOVATIVI

SSD ING-IND/08

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA: INGEGNERIA ELETTRICA)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MARIA CRISTINA CAMERETTI

TELEFONO:

EMAIL: MC.CAMERETTI@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

nessuno

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio degli impianti motori termici di ultima generazione ed impianti di energia rinnovabile a basso impatto ambientale. Si affronterà lo studio di sistemi per la produzione di energia elettrica e per la propulsione sia di tipo convenzionale sia in assetto ibrido. Con riferimento a sistemi di produzione di energia elettrica, si approfondiranno in particolare le metodologie più recenti disponibili per la riduzione dei consumi e delle emissioni inquinanti, nonché dell'anidrite carbonica. A tale scopo, si studieranno, oltre gli impianti termici tradizionali, impianti rinnovabili quali gli impianti solare termodinamico, impianti idroelettrici, impianti geotermici e sistemi di energy storage. Si studieranno le celle a combustibile con le possibili applicazioni e gli impianti ORC (Organic Rankine Cycle). Si affronterà lo studio di sistemi di combustione innovativi e si quantificherà il loro impatto sulla produzione di emissioni inquinanti. Sarà quindi affrontato lo studio di combustibili innovativi derivati da gassificazione di biomasse o carbone (impianti IGCC) e miscele con idrogeno. L'impianto termico sarà esaminato in assetto cogenerativo e integrato con campo solare e/o sistemi ORC. Sarà affrontato lo studio di cicli misti gas/vapore (STIG, RWI, HAT) e cicli combinati. Saranno fatti richiami al principio di funzionamento di motori a combustione interna, approfondendo lo studio del motore Diesel common rail alimentato con gasolio e in modalità dual fuel (gasolio-metano); il motore ad accensione comandata ad iniezione indiretta (PFI) e diretta (GDI). Particolare attenzione sarà rivolta alle emissioni inquinanti da m.c.i, ai metodi di abbattimento e a sistema di propulsione ibrida (HEV) per applicazioni su veicoli e aeromobili.

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di aver raggiunto un'adeguata conoscenza dei sistemi di produzione di energia elettrica e di propulsione con riferimento alle prestazioni, consumi ed emissioni inquinanti.

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Lo studente dovrà dimostrare di essere in grado di saper analizzare i sottosistemi che compongono un impianto per la produzione dell'energia elettrica e la propulsione a basso impatto ambientale, le possibili applicazioni e indirizzare le scelte progettuali.

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*[0,5 CFU] Situazione attuale e prospettive future di impiego di Impianti motore termici (IMT) per la produzione di energia elettrica: obiettivi progettuali di impianti di ultima generazione compatibili con basso impatto ambientale. Emissioni inquinanti da IMT. Metodi per ridurre la formazione di CO<sub>2</sub>, sequestro e cattura.*

*[0,5 CFU] Impianti con turbine a gas ad alte prestazioni. Applicazioni delle TG. Richiami al ciclo termodinamico di una turbina a gas. Esempi di impianti con rigenerazione, interrefrigerazione, post-combustione. Potenza e rendimento di impianto.*

*[0,5 CFU] Combustibili e combustione nella TG: combustibili tradizionali e innovativi; studio delle diverse geometrie di un combustore (RQL, LPP, DLN). Esempi di calcoli di combustione al variare del combustibile e delle condizioni di funzionamento. Combustibili ossigenati da reforming a vapore ed ossidazione parziale. Utilizzo di idrogeno come combustibile.*

[0,5 CFU] Cicli misti gas/vapore (STIG, RWI, HAT) e ciclo combinato. Gassificazione del carbone e di biomasse. Impianti IGCC (Integrated Gassification Combined Cycle). Celle a combustibile: principio di funzionamento, classificazione e applicazioni.

[0,5 CFU] Esercitazioni: Realizzazione di un codice in matlab per lo studio dei cicli termodinamici e della caldaia a recupero.

[0,5 CFU] Le micro grid. La microturbina a gas (MTG) e sue applicazioni in microgrid. Transitorio di una MTG e descrizione di un algoritmo di ottimizzazione con controllore automatico.

[0,5 CFU] Sistemi solare-termodinamico: principio di funzionamento, classificazione. Integrazioni del campo solare (collettori o torre solare) con impianti motori termici. Analisi termo-economica di un impianto termico e torre solare.

[0,5 CFU] Sistema ORC (Organic Rankine Cycle): scelta del fluido organico e dell'espansore. Sistema integrato IMT e impianto ORC. Impianti geotermici.

[0,5 CFU] Impianti idroelettrici: principio di funzionamento, potenza, rendimento, classificazione e applicazioni. Sistemi di energy storage.

[1 CFU] Motori a combustione interna: richiami sul ciclo indicato e grandezze caratteristiche. Motore Diesel tradizionale e alimentato in modalità dual/fuel (gasolio-metano). Motore ad accensione comandata ad iniezione indiretta (PFI) e diretta (GDI). Combustibili tradizionali e innovativi. Piani quotati e regolazione di potenza. Emissioni inquinanti da m.c.i e metodi di abbattimento. Sovralimentazione.

[0.5 CFU] Sistema di propulsione ibrida (HEV) per applicazioni su veicoli e aeromobili. Sistemi di propulsione ibrida (serie/parallelo/schemi avanzati) per velivoli ad elica: definizione delle tipologie principali del sistema di propulsione e della ripartizione dei flussi energetici tra motore termico ed elettrico. Caso applicativo.

## MATERIALE DIDATTICO

Dispense e slides del corso

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Lezioni frontali, seminari integrativi, visite in laboratori

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	
altro	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	
	A risposta libera	



	<b>Esercizi numerici</b>	
--	--------------------------	--

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

**b) Modalità di valutazione:**

Il voto è formulato dalla Commissione d'Esame sulla base dell'adeguatezza delle risposte fornite dallo studente ai quesiti che gli sono stati formulati. Il voto finale è, inoltre, opportunamente motivato allo studente.



## COURSE DETAILS

### INDUSTRIAL CHEMISTRY FROM RENEWABLE FEEDSTOCKS

SSD ING-IND/27

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA CHIMICA)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION—TEACHER REFERENCES

TEACHER: MAROTTA RAFFAELE

PHONE: 081 7682968

EMAIL: rmarotta@unina.it

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I o II

SEMESTER: I

CFU:9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

There are no prerequisites.

## LEARNING GOALS

The course aims at providing students with advanced notions and methodological tools necessary to provide an integrated view of the main industrial organic processes in particular between chemical fundamentals and engineering principles for the exploitation of renewable and not renewable feedstocks.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

*Autonomy of judgment:* The student will have to independently analyze chemical processes and plant aspects with the chemical engineering knowledges used in the industrial chemistry course on the fossil/renewable feedstocks as well as of the experimental investigations most suitable for the collection of these knowledges.

*Communication skills:* The student will know how to expose and disseminate, in an effective and concise manner, the basic notions on industrial chemistry processes using the correct technical language in order to transmit to others, the contents and the application possibilities of eco-sustainable chemical processes with correctness and simplicity.

*Learning skills:* The student will have to be able to update or expand his knowledge on new sustainable industrial chemical processes by drawing autonomously on textbook, scientific publications and patents. The course provides to the student the necessary indications and suggestions to enable him to critically compare chemical industrial routes from not-renewable and renewable materials.

### Knowledge and understanding

The student has to know and discuss about the different processes to chemically transform substances using renewable feedstocks from the qualitative and quantitative point of view. The assimilated notions will allow students to understand the main problems related to the use and transformation of materials both of fossil origin and renewable sources in chemical processes, and to understand the implications of the use of renewable raw materials with updated technologies.

### Applying knowledge and understanding

The course aims to provide students with the knowledge and methodological tools necessary to critically analyze industrial chemical processes using renewable sources. The student should arrive to apply the acquired knowledges to new processes using renewable feedstocks.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

Fossil raw materials: oil, natural gas and coal (exploitation and problems). Biomasses. Chemical composition of fossil fuels and biomasses. Role of catalysis in chemical processes from renewable feedstocks. Principles of homogeneous and heterogeneous catalysis. Transport phenomena in industrial heterogeneous catalysis. Main kinetic models in heterogeneous catalysis. Phase transfer catalysis. Schemes of industrial applications of sustainable processes (biorefinery). Production of syngas from fossil sources. Biomass for the production of syngas. Production of hydrogen by electrochemical route. Production of methanol and ethanol from renewable and non-renewable feedstocks. Thermal and catalytic cracking processes. Production of bioethylene. Production of aromatics. Biodiesel production process for transesterification of vegetable oils. Production of bio-oil. Processes using ligno-cellulose, sugary and oleaginous feedstocks. Platform molecules for renewable processes (hydroxymethyl furfural, levulinic acid, glycerol). Hydroformylation processes. Production of surfactants from renewable feedstocks. Production of main polymers from fossil sources. Polymerization kinetics. Production and use of bioplastics and biopolymers. Copolymerization.

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

The bibliography of the course is dispensed at each lesson. It comprehends scientific papers, books chapters, and technical sheets.

## TEACHING METHODS

Teacher will use lectures for the educational activities

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

Exam type:

Exam type	
Written and oral	
Only written	
Only oral	X
project discussion	X
other	



## COURSE DETAILS

### SMART RESILIENT AND SUSTAINABLE CITY

SSD ICAR/20

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (MTUATO DA INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: FLORIANA ZUCARO

PHONE:

EMAIL: FLORIANA.ZUCARO@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: I

CFU:9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

“none”.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

“none”.

## LEARNING GOALS

*The aim of teaching is the integration of approaches to the study of city safety, understood as a dynamic and complex spatial system, which allows identifying a panel of sustainable actions capable of reducing the risk levels at which urban systems are currently exposed. Urban resilience is connected to the possibility that the city, in the face of one or more external agents, is able to counteract an opposite reaction (resilient), safeguarding the safety of the inhabitants, maintaining its own levels of organization, protecting the stock existing building, allowing the continuation of existing activities.*

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

*According to the teaching goals, aimed at increasing the liveability and sustainability of urban systems, students will have to demonstrate that they have developed both an adequate knowledge of the phenomena that occur in urban contexts, and the ability to understand the induced effects of such phenomena on urban systems, and, finally, the ability to identify the relationships among different phenomena.*

### Applying knowledge and understanding

*The teaching aims at orienting the action of the planner-technician towards mitigation and adaptation strategies in line with the principles of sustainability and resilience. In the context of the current challenges to which the city must respond, the figure of the technician becomes central, assuming a pivotal role to support decisions and amplify the consensus of the local communities affected by the transformation processes. To this end, the theoretical and practical contents, through the support of the illustration of best and bad practices, aim at developing cognitive and planning skills, to combine theoretical-methodological references and technical skills, even going beyond the specific issues addressed during the course.*

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

*Knowledge of the urban and territorial phenomenon: Approach models; City and territory as chaotic and dynamically complex systems; The city as a performance system.*

- *The new challenges that urban systems are called to face in the near future: Mitigation and adaptation of the effects of climate change; Optimization of land use; Reduction of energy consumption; Reduction of polluting emissions; Globalization and economic recession; Migration flows from developing countries; Population aging.*
- *Smartness and urban sustainability: new technologies and organizational efficiency of invariants- communications, mobility, social participation, energy efficiency, quality of life; sustainable development as an intergenerational pact.*
- *Urban resilience and vulnerability: Concept of urban resilience; Types of risk; Risk components (hazard, exposure, vulnerability); Urban organization and vulnerability.*
- *From planning to governance of complex systems: Planning of urban and territorial systems; Government of urban transformations; Governance cycle of urban transformations.*
- *Methods, techniques and procedures for the governance of urban transformations: Methods, techniques and procedures for the knowledge of the urban and territorial system; Interpretation and modelling techniques of the urban and territorial system; Techniques and procedures for forecasting the evolution of the system.*
- *Tools for the governance of sustainable urban development: Tools for the governance of urban transformations; Decision support tools; Development of decision support tools for the governance of sustainable urban transformations.*
- *Examples of best practices for smart, sustainable and resilient cities.*

*Alongside the theoretical lessons, the teaching includes a cycle of exercises aimed at implementing, in a study area, methods, interventions and actions aimed at making a city smart and increasing its resilience levels, with a view to environmental sustainability.*

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

*Slides available on the teacher's website and scientific articles uploaded.*

## TEACHING METHODS

Classroom lessons: 75%. Exercises (alone or in team): 25%.

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

### a) Exam type:

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	X
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

### b) Evaluation pattern:

Oral interview on the main topics and discussion of the exercises. There are no written tests, there are no elapsed tests. The final evaluation is single and is expressed out of thirty based on the following criteria:

- Knowledge and understanding
- Applying knowledge and understanding
- Making judgments
- Communication skills
- Learning skills



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### IDRAULICA PER L'EFFICIENZA DEI SISTEMI IDRICI

SSD ICAR/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ARMANDO CARRAVETTA

TELEFONO: 0817683462

EMAIL: ARMANDO.CARRAVETTA@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 9



## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Non sono presenti prerequisiti ad eccezione dei contenuti degli insegnamenti propedeutici.

## OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisizione di conoscenze sui problemi dell'idraulica legati all'uso dell'energia nei sistemi idrici complessi: reti idriche in pressione, moto vario, macchine idrauliche, apparecchiature moderne di misura e controllo, collaudi prestazionali, metodi numerici impiegati nella progettazione e verifica delle reti.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Lo studente deve dimostrare di aver acquisito le necessarie nozioni inerenti al moto nei sistemi idrici complessi, sia in pressione che a superficie libera, il funzionamento delle macchine idrauliche e dei dispositivi di misura e controllo. Deve essere inoltre in grado di risolvere problemi tecnici complessi nelle reti idriche in pressione, finalizzati al contenimento delle perdite idriche, alla riduzione dei consumi energetici e al recupero energetico. Infine, lo studente dovrà acquisire le conoscenze relative ai fenomeni di moto vario nelle correnti in pressione.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente deve dimostrato di aver acquisito le basi per affrontare lo studio dei sistemi idrici complessi, nonché acquisire la necessaria padronanza delle equazioni del moto, di bilancio e di equilibrio dinamico nelle applicazioni di interesse tecnico. Lo studente deve essere in grado di valutare in maniera autonoma il funzionamento delle reti idriche, dei sistemi di controllo, quali valvole e idrovalvole, degli impianti di sollevamento e delle turbine idrauliche.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

- Richiami sui concetti di energia, potenza e lavoro nelle correnti idriche.
- Reti di distribuzione idrica: equazioni fondamentali del moto e della continuità; schematizzazione della rete; problemi di progetto e verifica; problemi di calibrazione della rete; modelli numerici di risoluzione.
- Oscillazione di massa: equazione del moto vario lineare, pozzi piezometrici, metodi analitici e numerici di risoluzione.
- Colpo d'ariete: equazioni del colpo d'ariete, concetto di celerità di propagazione delle perturbazioni, casse d'aria, metodi analitici e numerici di risoluzione.
- Macchine idrauliche: tipologia, equazioni fondamentali del moto delle macchine rotanti, leggi di affinità, curve caratteristiche, modelli numerici di risoluzione fluidodinamica, collaudi prestazionali.
- Apparecchiature moderne di misura e controllo: tipologia, apparecchi elettronici di misura della portata, della pressione e dei livelli idrici, principali caratteristiche degli strumenti, errori di misura e loro propagazione, prove di calibrazione.

## MATERIALE DIDATTICO

A. Carravetta, R. Martino - Dispense di Idraulica – Fridericiana editrice universitaria

C. Montuori – Complementi di Idraulica - Liguori Napoli

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà lezioni frontali per il 70% delle ore totali. Il rimanente 30% delle ore sarà utilizzato per svolgere esercitazioni in aula per approfondire teoricamente gli aspetti applicativi della materia. Le lezioni teoriche saranno svolte alla lavagna o tramite presentazioni powerpoint. Per lo svolgimento delle esercitazioni sarà necessario l'utilizzo del calcolatore per lo sviluppo di programmi di programmazione e calcolo e per l'impiego di software commerciali.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	x
discussione di elaborato progettuale	
altro	

**b) Modalità di valutazione:**

*L'esame consiste in una sola prova orale con l'obiettivo di verificare le conoscenze e le competenze dello studente. La prima parte dell'esame consiste nell'esposizione, da parte dello studente, di una delle esercitazioni svolte in aula durante il corso. Lo studente dovrà illustrare le modalità di svolgimento del problema, dimostrando di aver compreso la teoria alla base e le tecniche di risoluzione. Nella seconda parte d'esame verrà verificata l'acquisizione, da parte dello studente, dei concetti e delle conoscenze teoriche dell'idraulica attraverso la discussione di una tesina.*

*La valutazione dello studente sarà basata sulla sua capacità di esporre i concetti assimilati con linguaggio appropriato e rigore metodologico. La valutazione dell'esame avrà un valore: nell' intervallo [18, 25] se lo studente comprende e contestualizza problemi semplici in modo adeguato usando le metodologie in modo appropriato, ma limitatamente a situazioni note; c) nell' intervallo [26,30] se lo studente comprende e contestualizza problemi difficili utilizzando in modo autonomo ed efficace gli strumenti acquisiti ed espone con proprietà di linguaggio e collega consapevolmente le tematiche del corso.*



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### INGEGNERIA DEI MATERIALI NANOFASICI PER L'ENERGETICA E LA SENSORISTICA

SSD ING-IND/22

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA DEI MATERIALI)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ANTONIO ABATE

TELEFONO: 081-7682260

EMAIL: ANTONIO.ABATE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: I SEMESTRE

CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

Nessuno.

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

Non vi sono prerequisiti.

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Il corso ha come obiettivo quello di mostrare le molteplici potenzialità della formazione di nanofasi nei materiali per applicazioni energetiche e sensoristiche. Partendo dai processi di produzione delle nanofasi e alla caratterizzazione dei materiali nanofasici si arriverà a dimostrarne i vantaggi in specifiche applicazioni. Gli studenti avranno una panoramica di insieme su quelli che saranno i materiali del futuro nelle tecnologie optoelettroniche per la conversione, lo stoccaggio di energia e la sensoristica.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente acquisirà la conoscenza dei metodi utilizzati per ingegnerizzare le proprietà funzionali dei materiali nanofasici, sia quelli più comunemente usati che quelli ancora in fase sperimentale. Lo studente svilupperà, inoltre, la comprensione dei meccanismi alla base delle applicazioni di materiali nanofasici in diverse tecnologie optoelettroniche e biologiche. Infine, acquisirà una visione d'insieme delle principali procedure di fabbricazione attualmente utilizzate e di quelle potenzialmente utilizzabili nella pratica industriale.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Lo studente sarà in grado di identificare e di progettare i materiali nanofasici più adatti ad una particolare applicazione. Lo studente saprà autonomamente identificare nuovi potenziali materiali nanofasici e possibili sviluppi tecnologici per migliorare il funzionamento applicativo. Lo studente svilupperà la capacità di illustrare in modo chiaro e comprensibile i concetti fondamentali della progettazione e applicazione dei materiali nanofasici ad un pubblico eterogeneo. Lo studente imparerà a reperire fonti qualificate e ad utilizzarle autonomamente ai fini di un aggiornamento continuo delle sue competenze culturali relative ai materiali nanofasici e alle loro applicazioni.*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*Introduzione. Sintesi. Struttura e superfici. Proprietà meccaniche. Proprietà elettriche e di trasporto. Proprietà ottiche. Proprietà magnetiche. Applicazioni.*

## **MATERIALE DIDATTICO**

*Appunti forniti dal docente, testi di riferimento e articoli scientifici.*

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

*I docenti utilizzeranno:*

- a) lezioni frontali per un totale di 24 ore*
- b) esercitazioni per approfondire praticamente aspetti teorici per 24 ore*

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

*Nel caso di insegnamenti integrati, il campo deve ricomprendere tutti i moduli del corso con il relativo 'peso', ai fini della valutazione finale e la sua compilazione deve essere coordinata dal docente referente del corso.*

### **a) Modalità di esame:**

*Nel caso di insegnamenti integrati l'esame deve essere unico.*

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro: seminari intercorso</b>	X



## COURSE DETAILS

### THERMO-CHEMICAL CONVERSION OF BIOMASS AND WASTE

SSD ING-IND/26

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA CHIMICA)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: TO BE DEFINED

PHONE:

EMAIL:

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

*None.*

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

*There are no prerequisites.*

## LEARNING GOALS

*The course provides the fundamentals of thermochemical conversion processes and technologies for biomass and waste.*

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

Knowledge and comprehension of the fundamentals and practical aspects of torrefaction, pyrolysis, gasification and combustion of biomass and waste, more specifically of: the methods for feedstock and product characterization, the reaction kinetics and the particle processes, the reactor characteristics and performances, the product applications, the environmental impact.

### Applying knowledge and understanding

Ability to evaluate the chief chemico-physical properties of biomass and waste and to identify cost-effective pre-treatments. Skills and competence for the selection of adequate conversion technologies depending on feedstock properties/availability and customer request. Ability to participate in the management of conversion plants.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

Chemico-physical properties of biomass and waste. Characterization methods and analysis.

Introduction to biomass thermo-chemical conversion processes. Production of bioenergy, biofuels, chemicals and biomaterials. The bio-refinery concept.

Pretreatments: drying, screening, separation, densification, torrefaction.

Pyrolysis of biomass: primary and secondary reactions (chemical kinetics and reaction heats), particle pyrolysis and conversion regimes (indirect and contact heating, microwave heating), catalytic pyrolysis, technologies (kilns, fixed beds, bubbling and circulating beds, transport reactors, ablative reactors, innovative designs), yields and composition/properties of bio-oil, biochar and gas, product applications.

Pyrolysis of plastic waste: condensation and addition polymers.

Biomass gasification: homogeneous and heterogeneous reactions, reactivity of char and tar and reaction kinetics, conversion regimes (shrinking-core and reacting-core schematizations), technologies (updraft and downdraft gasifiers, fluidized reactors), autothermal and allothermal processes, gas composition, primary and secondary measures of gas cleaning and conditioning, gas applications.

Combustion of biomass and waste: fundamentals, small- and medium-scale technologies; co-firing; un-burnt pollutants (Two-stage combustion), pollutants from complete combustion (NO<sub>x</sub>), pollutants from fuel contaminants.

Environmental and safety issues of thermo-chemical conversion processes.

Background on mathematical modeling for process development, optimization and scale-up.

Practical applications to some case-studies.

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

- D. L. Klass- Biomass for Renewable energy, fuels and chemicals. Academic Press 1998.
- Reviews and research articles
- Lecture notes provided by the teacher

## TEACHING METHODS

*The teaching activities include lectures, seminars and laboratory.*

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

a) Exam type:

Exam type	
written and oral	X
only written	
only oral	
project discussion	X
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	X
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible





## COURSE DETAILS

### ENVIRONMENTAL MONITORING

SSD ING-IND/24

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA CHIMICA)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: FABIO MURENA

PHONE: 081 7682272

EMAIL: murena@unina.it

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

There are no prerequisites.

## LEARNING GOALS

The course aims at providing students with advanced notions for a specialistic study of the impact of anthropogenic emissions on the environment. In particular the course deals with: environmental legislation, analytical techniques of pollutants, the organization of a monitoring campaign and the study of dispersion of pollutants in the environment with a special focus on atmospheric dispersion.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

The expected results in terms of knowledge and understanding include: knowledge of *environmental legislation, pollutants characteristics, reference analytical techniques, procedures to carry out monitoring campaigns, understanding the use of dispersion models for the assessment of the impact of atmospheric emissions.*

### Applying knowledge and understanding

The students must be able to study the impact of anthropogenic emissions through several steps: the application of the reference legislation, the identification of pollutants to be monitored, the identification of the most appropriate analytical techniques, the representation of the results in a report with the use of diagrams and maps like contour maps .

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

Pollutants. Chemical and physical characteristics. Release and production processes. Impact on human health (0.5 CFU)

Environmental legislation at source and in the environment (0.5 CFU).

Analytical techniques. Data quality. Reference analytical methods, equivalent method. Accuracy and reproducibility. Calibration (2 CFU).

Pollutant dispersion in the atmosphere. Use of dispersion models. Use of graphic software (2 CFU).

Monitoring of contaminated soil (1 CFU)

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

Slides of the lectures available from the teacher.

## TEACHING METHODS

Teacher will use: a) lectures for approx.. 75% of total hours; b) practical exercise for approx. 25 % of total hours

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

a) Exam type:

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	X
other	

**b) Evaluation pattern:**

*For the module "ENVIRONMENTAL MONITORING" the exam is oral with presentation and discussion of a case study; the weight is 2/3*

*For the module "GESTIONE DELLA QUALITA' DELL'ARIA" the exam is oral with discussion of a project; the weight is 1/3*



## COURSE DETAILS

### ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES

SSD ING-IND/32

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA ELETTRICA)

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: DIEGO IANNUZZI

PHONE: 081 768 3232

EMAIL: DIEGO.IANNUZZI@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I o II

SEMESTER: II

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

Basic knowledge on:

- electric machines;
- power electronics;
- closed loop control systems.

## LEARNING GOALS

The aim of the course is to provide students with advanced skills on the sizing, control and operation of electric and hybrid vehicles that allow both the analysis of the energy and dynamic performance of vehicles, taking into account the different types of on-board sources and batteries and fuel cells.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

The student must demonstrate:

- have learned the methodological tools for the analysis and sizing of both the individual subsystems of an electric and hybrid vehicle - with particular reference to vehicle architectures and their optimized management of power flows in the presence of one or more on-board sources;
- to know the strengths and criticalities of the different architectures of electric and hybrid vehicles based on different types of electric machines, converters and control strategies.

### Applying knowledge and understanding

The student must demonstrate:

- knowing how to independently use the methodological tools acquired in order to identify the most suitable solutions in the case of new installations, with particular reference to automotive systems;
- knowing how to implement simulation programs in the Matlab/Simulink environment for the preventive analysis of the dynamic and energy performance of a vehicle;
- knowing how to apply the theoretical knowledge acquired through analytical exercises and experimental experiences on real vehicles.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

### Introduction - General Part

- History of EV
- Gap of EV with respect to ICE
- Hybrid and electric vehicle classification
- Types of EV
- Hybrid Electric Vehicles (HEV)
- HEV architectures

### General description of the movement of the vehicle

- Vehicle resistance
- Dynamic equation
- Tire-ground adhesion and maximum traction effort
- Tractive effort of the power train and vehicle speed
- Characteristics of the power plant and vehicle transmission
- Vehicle performance
- Using fuel saving Fuel saving
- Braking performance

### Hybrid Vehicle Modeling (HEV)

- Hybrid electric drive concept
- Series and Parallel hybrid electric transmission architectures
- Modeling for Energy Analysis
- Vehicle level energy analysis
- Equations of motion
- Forward and backward modeling approaches
- Energy balance of the vehicle
- Driving cycles

### Powertrain components

- Internal combustion engine
- Gear ratios and mechanical gearboxes
- Planetary transmission systems
- Electric cars
- IM motors, PM-BR motors, DC motors
- Power converters or Dc / Ac inverters and Dc / Dc choppers
- Accumulation of energy
- UC-Ultracapacitors and batteries
- Fuel cells

### Electric vehicles

- Configurations of Electric Vehicles
- Performance of Electric Vehicles
- Tractive effort in normal driving
- Energy consumption
- Powertrain architecture
- Batteries: Technologies Overview, Battery Characterization, Mathematical Models, Battery Management Systems

### Vehicle Power Control Strategy (VPCS) and HEV Energy Management System (EMS)

- Basic concepts of VPCS and EMS
- Methodology to be implemented
- Benefits of energy management
- Classification of energy management strategies
- The problem of optimal control in HEV: General formulation of the problem
- Pontryagin minimum principle for EMP in HEVs
- Equivalent consumption (ECMS)
- Minimization strategy
- Equivalence between Pontryagin Minimum Principle and ECMS
- Correction of fuel consumption and SOC variation
- Optimal adaptive control
- Control methods: Adaptation based on SOC feedback, Analysis and Comparison of A-PMP Methods, Calibration of adaptive strategies

### Study cases

- Parallel architecture
- Powertrain model
- Implementation of the model in Advisor tool: Matlab-Simulink
- Results

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

- Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel cell Vehicles: Fundamentals, Theory and Design  
M. Ehsani, Y. Gao, A. Emadi
- Hybrid Electric Vehicles - Energy Management Strategies  
Simona Onori, Lorenzo Serrao, Giorgio Rizzoni
- Hybrid Electric Vehicles  
Chris Mi, Abil Masrur and David Wenzhong Gao - Wiley

## TEACHING METHODS

The teacher will use:

- lectures for about 80% of the total hours
- classroom and laboratory exercises for about 20% of the total hours

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

For **integrated courses**, this field should encompass all modules, with indication of the relative weight of each module on the final mark. For integrated courses, this field should be coordinated by the reference teacher for the course.

### a) Exam type:

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	X
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

The exam is divided into two distinct moments, albeit contiguous from a temporal point of view:

- 1) verification of a design project consisting of a simulation program created and implemented by each student for the modeling of hybrid vehicle architectures (weight 1/4);
- 2) three theoretical questions relating to the fundamental contents of the course (weight 3/4).

### b) Evaluation pattern:

The verification of the simulation program referred to in point 1) above aims to ascertain the student's ability to model and correctly control the propulsion system of a hybrid and electric vehicle in order to predict its performance, both energetic and dynamic. The questions referred to in point 2) aim to highlight the level of depth and awareness achieved by the student in the study of the subject.



## COURSE DETAILS

### ENERGY MANAGEMENT FOR TRANSPORTATION

SSD ING-IND/32

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM TRANSPORTATION ENGINEERING AND MOBILITY)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: IVAN SPINA, LUIGI PIO DI NOIA

PHONE: +39 081 76 83502

EMAIL: IVAN.SPINA@UNINA.IT, LUIGIPIO.DINOIA@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: I

CFU: 9



## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

None.

## LEARNING GOALS

*The course aims to provide the knowledge of the main constituents of the electric/hybrid propulsion systems of road and rail vehicles with particular regard to their principle of operation and controls. The analysis methodologies of vehicles powertrain allow the discussion to be then focused on energy management strategies, pursuing environmental sustainability goals in the incoming energy transition.*

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

*The student acquires knowledge about the main components of propulsion systems, learns the principle of operation of power converter and motor, and studies how energy can be transferred by means of proper control algorithms. He gets familiar with different types of vehicle architectures, distinguishes railway propulsion from road applications, and visualizes how many power sources can interact on board a hybrid vehicle. He classifies energy storage systems and understands how different storage technology must be charged/discharged in the context of transportation systems.*

*The student acquires analysis methodologies of energy management strategies, aiming to pursue environmental sustainability in incoming energy transition.*

*The student learns how to apply the acquired knowledge to characterize propulsion systems, motor drives, and storage components. He can design and carry out experimental tests to validate the proper operation of the overall system and/or to determine its parameters. He is also able to recognize possible criticism about the functioning of motor drive. Based on its characteristic, He can trace the anomalous condition to a specific subsystem of the powertrain, identifying the possible cause, and providing modification/improvements to the system architecture and/or control.*

*The student can exploit the acquired knowledge of energy transfer technology, solving possible subcomponent incompatibility and choosing functional equipment based on the mission profile. In this context, he can also envision energy management strategies aimed to optimize the overall transportation system efficiency, pursuing environmental sustainability goals.*

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

*Classification of propulsion systems. Vehicle dynamics. Vehicle energetics.*

*Electric road vehicles: power circuits, control systems, and on-board equipment.*

*Power electronics components and converters: principle of operation and modulation of Rectifiers, Chopper and Inverter. Characteristics and model of the main traction motors (Induction Motor and Permanent Magnet Synchronous Motor). Motor drives and field oriented control of AC traction motors.*

*Powertrain of Battery Electric Vehicles (BEV): architectures, main subsystems, and performance. Classification of hybrid configuration (series, parallel, power-split) and on-board energy management for Hybrid Electric Vehicles (HEV), and Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV). Review of technology for power converters in relation to power and voltage range. Sizing criteria of an electric vehicle and a hybrid vehicle.*

*Classification of energy storage system for automotive application in relation to the vehicle type (BEV, HEV, PHEV). Ion lithium batteries. Technology and model. Battery pack and battery management system (BMS). Other energy storage systems with high power density: supercapacitors and flywheel; KERS.*

*Charging systems for electric vehicles. Electric vehicle charging infrastructures and their integration into the electricity grid. Standards for AC and DC conductive charging of electric vehicle (EN 61851).*

*Electric railway propulsion: power circuits, control systems, on-board equipment. Powertrain for different types of electric traction rail vehicles (heavy-rail passenger train, light rail, urban rail transit). Integration of electric energy storage systems. Energy management considering the interaction between storage equipment on board the train and on the ground.*

*Application of electric drives outside of the powertrain: Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC), power steering, battery cooling.*

*Expectations and role played by electric mobility in reducing polluting emissions and increasing the efficiency of the vehicles.*

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

*Mohan, Undeland, Robbins "Power Electronics: Converters, Applications and Design" J. Wiley & Sons*

G Abad (Gonzalo) "Power electronics and electric drives for traction applications" John Wiley & Sons  
 Austin. Hughes ; Bill Drury "Electric motors and drives fundamentals, types and applications" Elsevier  
 Russell M. Ford editor.; Rebecca M. Burns "Energy storage technologies for power grids and electric transportation" Nova Science Publishers  
 Daniel. Sperling ; Mark A Delucchi; Patricia M Davis; A. F Burke (Andrew F.) "Future drive electric vehicles and sustainable transportation" Island Press  
 Morris Brenna, Frica Foadelli, Dario Zaninelli "Electrical railway transportation systems" Wiley-IEEE Press  
 Sumedha Rajakaruna, Farhad Shahnia, Arindam Ghosh "Plug In Electric Vehicles in Smart Grids Energy Management" Springer  
 Sheldon S. Williamson "Energy Management Strategies for Electric and Plug-in Hybrid Electric Vehicles" Springer  
 M. Kathiresh, G. R Kanagachidambaresan, Sheldon S Williamson "E-Mobility : A New Era in Automotive Technology" Springer

Slides, lecture notes

### TEACHING METHODS

Lectures, laboratory activities and exercises.

### EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

Exam type:

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	
other	



## COURSE DETAILS

### SMART AND ELECTRIC MOBILITY

SSD ICAR/05

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (MTUATO DA INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: VINCENZO PUNZO

PHONE: 081-7683948

EMAIL: VINCENZO.PUNZO@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU:9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

“none”.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

“none”.

## LEARNING GOALS

*The objective of the course is to provide the student with knowledge and operational tools for the analysis, functional design and evaluation of the impacts of electric mobility and new shared mobility services in urban settings*

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

*The student will acquire knowledge useful for the analysis and understanding of mobility and its transition to the sustainability paradigm. The student will be able to process the acquired knowledge for the design and evaluation of (i) electric mobility and micromobility systems and (ii) shared mobility systems, including car-sharing, ride-sharing, car-pooling and ride-hailing systems.*

### Applying knowledge and understanding

*The student will be able to perform well-to-wheel analysis, calculate fuel consumption of hybrid and electric vehicles, size charging systems, analyze operating data of shared mobility systems, and design algorithms for operating shared vehicle fleets.*

*This descriptor refers to disciplinary competence (knowing how to do something) that students need to acquire and describes how and at what level the student is able to apply in practice knowledge to solve problems in a variety of settings.*

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

### MODULE 1: ELECTRIC MOBILITY

*Sustainable mobility*

*Well-to-Tank e Tank-to-Wheel (WTW) analysis*

*Electric vehicle powertrains and components*

*Electric power grid and charging infrastructure*

*Vehicle energy consumption modelling*

### MODULE 2: SMART MOBILITY

*Smart and Electric mobility services in urban context*

*Vehicle-sharing*

*Ride-hailing, Ride-sharing e Car-pooling*

*Services integration in urban mobility ecosystem*

*Laboratory applications*

*- e-Bus energy consumption calculation on a urban line*

*- Free-floating car-sharing service data collection and processing - Algorithms for shared vehicle fleet operation*

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

*Lecture slides*

*Recommended books:*

*MODULE “ELECTRIC MOBILITY”*

*- Macchine elettriche: Verolino, 2019. Elementi di macchine elettriche. Edises*

*- Cinematica del veicolo isolato, Equazione della dinamica: Torrieri, 2007. Tecnica ed economia dei trasporti. Manuale introduttivo all'ingegneria dei trasporti. Edizioni Scientifiche Italiane*

*MODULE “SMART MOBILITY”*

*- Modelli di domanda di trasporto: Cascetta, 2009. Transportation Systems Analysis: Models and Applications. Springer*

**BOTH MODULES**

Matlab: Palm, 2011. Matlab. Un'introduzione per gli ingegneri. McGraw-Hill Education

**TEACHING METHODS**

Lectures: 65%. Laboratory (individual and group): 35%.

**EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA**

**a) Exam type:**

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	X
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

**b) Evaluation pattern:**

*The student must be able to demonstrate knowledge of sustainable mobility systems, the modeling required for their analysis, design, and evaluation, and mastery of the computer tools used during the course. The test now consists of 4 questions (2 for each module).*



## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### IMPIANTI IDROELETTRICI

SSD ICAR/02

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDIO: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: GIUSEPPE DEL GIUDICE

TELEFONO: 081-7683435

EMAIL: GIUSEPPE.DELGIUDICE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 9

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)

Nessuno

## EVENTUALI PREREQUISITI

Nessuno

## OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisire conoscenze specifiche nel settore dell'energia idraulica, considerando anche l'impatto ambientale degli impianti, con particolare riguardo ai seguenti settori: produzione di energia idroelettrica a grande scala; produzione di energia idroelettrica di piccola taglia (pico, micro, mini e small hydro); analisi di fattibilità tecnica –economica.

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

Durante il corso lo studente sarà in grado di comprendere le modalità con le quali produrre energia idroelettrica utilizzando le fonti naturali. Lo studente acquisirà inoltre consapevolezza sugli impatti che gli impianti hanno sull'ambiente e sarà informato sulle più recenti modalità di produzione di energia idroelettrica maggiormente sostenibili dal punto di vista ambientale.

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Lo studente svilupperà capacità nell'applicazione di strumenti per la definizione dei bacini idrografici, per la stima della portata da turbinare in funzione del tipo di impianto, per la scelta ottimale della turbina basata su criteri economici, attraverso un percorso di apprendimento che include l'insegnamento convenzionale e la redazione di un progetto.

## PROGRAMMA-SYLLABUS

Il ruolo dell'energia idraulica in Italia. Quadro normativo europeo, italiano e regionale. Ciclo e Bilancio idrologico. Gli impianti idroelettrici di produzione e pompaggio: tipi fondamentali, schemi funzionali, opere principali. Impianti a deflusso: curve di durata e loro regionalizzazione, curve di utilizzazione. Impianti a serbatoio: curve di possibilità di regolazione. Turbine idrauliche: turbine ad azione e reazione, triangoli di velocità, numero di giri caratteristico, curve di rendimento. Gli impianti idroelettrici di piccola taglia (pico, micro, mini, small hydro): schemi impiantistici. L'impatto ambientale degli impianti idroelettrici. Il Deflusso Minimo Vitale (DMV): cornice legislativa, metodologie di calcolo. Sostenibilità economica di un progetto.

## MATERIALE DIDATTICO

Appunti delle lezioni.

Evangelisti G., Impianti idroelettrici, vol. I, Patron

Evangelisti G., Impianti idroelettrici, vol. II, Patron

Testi di approfondimento: M. Tanzini: Impianti Idroelettrici –Progettazione e Costruzione, Dario

Flaccovio Editore. ISBN 978-88-579-0192-3

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa l'85% delle ore totali, b) organizzazione di un elaborato progettuale per il restante 15% delle ore totali. All'interno delle lezioni teoriche sono previste attività seminariali relative a specifiche tematiche del corso. Infine, durante il corso, sarà organizzata almeno una visita tecnica.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

Nel caso di **insegnamenti integrati** l'esame deve essere unico.

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	X
discussione di elaborato progettuale	X
altro	

<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	
	<b>A risposta libera</b>	
	<b>Esercizi numerici</b>	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni

**b) Modalità di valutazione:**

La prova orale verterà sul programma del corso e, in particolare, sull'elaborato progettuale predisposto.





## SCHEDA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### MATERIALI E TECNOLOGIE PER IL FOTOVOLTAICO

#### SSD ING-IND/22

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE  
(MUTUATO DA INGEGNERIA DEI MATERIALI)

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: ANTONIO ABATE

TELEFONO: 081-7682260

EMAIL: ANTONIO.ABATE@UNINA.IT

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO: II SEMESTRE

CFU: 6

## **INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dal Regolamento del CdS)**

nessuno

## **EVENTUALI PREREQUISITI**

nessuno

## **OBIETTIVI FORMATIVI**

*Il corso ha l'obiettivo di formare i futuri dirigenti nel settore delle energie rinnovabili e del fotovoltaico in particolare. Partendo dai concetti fondamentali della conversione della energia solare in energie elettrica, si esploreranno le soluzioni più moderne per aumentare l'efficienza e la diffusione del solare fotovoltaico su larga scala. L'obiettivo del corso è creare la consapevolezza che siamo all'alba di una rivoluzione energetica con enormi e nuove opportunità di lavoro a cui vogliamo preparare gli studenti.*

## **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)**

### **Conoscenza e capacità di comprensione**

*Lo studente acquisirà la conoscenza specialistica dei materiali utilizzati per la realizzazione di tecnologie fotovoltaiche, sia quelli più comunemente usati che quelli ancora in fase sperimentale. Lo studente svilupperà, inoltre, la comprensione approfondita dei meccanismi alla base del funzionamento delle diverse tecnologie fotovoltaiche. Infine, acquisirà una visione d'insieme delle principali procedure di fabbricazione attualmente utilizzate e di quelle potenzialmente utilizzabili nella pratica industriale.*

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

*Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di identificare i materiali più adatti ad una particolare tecnologia fotovoltaica e di indicare le tecnologie più adeguate alle diverse applicazioni. Lo studente saprà autonomamente indentificare nuovi potenziali materiali e possibili sviluppi tecnologici per migliorare il funzionamento di tecnologie fotovoltaiche. Lo studente svilupperà la capacità di illustrare in modo chiaro e comprensibile i concetti fondamentali di un sistema fotovoltaico ad un pubblico eterogeneo. Lo studente imparerà a reperire fonti qualificate e ad utilizzarle autonomamente ai fini di un aggiornamento continuo delle sue competenze culturali relative al fotovoltaico.*

## **PROGRAMMA-SYLLABUS**

*Introduzione alla produzione di energia solare da fotovoltaico. Principi di funzionamento di base del fotovoltaico. Materiali fotovoltaici tradizionali, incluso il silicio nelle sue varie forme e le diverse composizioni dei calcogeni. Materiali fotovoltaici organici, piccole molecole e polimeri, e ibridi organico-inorganico, con particolare enfasi sui recenti sviluppi legati alle perovskiti. Integrazione dei materiali nei dispositivi e nei moduli fotovoltaici. Caratterizzazioni e metodi di misura dei materiali e dei dispositivi fotovoltaici. Sviluppi futuri dei materiali e dei sistemi fotovoltaici. Il ruolo del fotovoltaico nel sistema energetico del futuro.*

## **MATERIALE DIDATTICO**

*Appunti forniti dal docente, testi di riferimento e articoli scientifici.*

## **MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO-MODULO**

*I docenti utilizzeranno:*

- a) lezioni frontali per un totale di 24 ore*
- b) esercitazioni per approfondire praticamente aspetti teorici per 24 ore*

## **VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE**

**a) Modalità di esame:**

*Nel caso di **insegnamenti integrati** l'esame deve essere unico.*

<b>L'esame si articola in prova</b>	
<b>scritta e orale</b>	
<b>solo scritta</b>	
<b>solo orale</b>	X
<b>discussione di elaborato progettuale</b>	
<b>altro: seminari intercorso</b>	X

<b>In caso di prova scritta i quesiti sono (*)</b>	<b>A risposta multipla</b>	
	<b>A risposta libera</b>	
	<b>Esercizi numerici</b>	

(\*) È possibile rispondere a più opzioni



## COURSE DETAILS

### REGENERATIVE CHEMISTRY

SSD CHIM/07

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA CHIMICA)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: ANIELLO COSTANTINI, GIUSPPINA LUCIANI

PHONE: 081 7682596/7682433

EMAIL: ANICOSTA@UNINA.IT, LUCIANI@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: I

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None.

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

There are no prerequisites.

## LEARNING GOALS

Expected learning outcomes refer to the overall learning aims of the subject in relationship with the degree structure (see the SUA-section A4.a).

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

Competenze e capacità di gestione dei principi di base della chimica verde.

Comprensione dell'approccio della teoria dei sistemi e sua applicazione allo studio processi chimici.

Comprensione dei principali processi di rigenerazione di prodotti e materiali, con particolare attenzione a: - tecnologie di urban mining

- riciclo dei materiali plastici
- recupero di metalli e composti inorganici di interesse industriale
- riqualificazione dei sottoprodotti delle bioraffinerie
- conversione di scarti biomasse in materiali per applicazioni energetiche e ambientali

### Applying knowledge and understanding

Competenze nell'applicazione dell'approccio della teoria generale dei sistemi (system thinking) all'implementazione di strategie rigenerative della chimica verde.

- Abilità nell'applicazione dell'approccio “system thinking” al ciclo di vita di un prodotto e al recupero e valorizzazione degli scarti e dei rifiuti.
- Individuazione di più efficaci strategie rigenerative e loro integrazione nel ciclo di vita di un prodotto, secondo i principi dell'economia circolare.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

The course includes:

- Regular lessons
- Laboratory experiences
- Seminars led by industry experts on circular chemistry applications in different technological fields.

Rethinking Chemistry: from green into regenerative science

Principles of green and regenerative chemistry Fundamentals

of System Thinking Approach.

System Thinking: a holistic approach to “Regenerative” Chemistry:

- Urban mining: Recovery and valorization of urban wastes.

A second life for cigarette butts? A review of recycling solutions. Sustainable Urban Mining of Critical Elements from Magnet and Electronic Wastes

- Metals recycling: new recycling technologies for noble and rare earths elements.
- Recovery and valorization of inorganic compounds and their re-use as functional materials. Regenerative strategies for lead compounds from lead-acid battery for energetic applications.

Chemically recyclable polymers and organic compounds: a circular approach to sustainability

Biopolymers and bio-composites: design and synthesis strategies for hybrid nanostructured materials from bioavailable sources.

Basic concepts of electrochemistry. The electrochemical potential. Nernst equation.

Laboratory Experiences:

- Chemically recyclable polymers and organic compounds: a circular approach to sustainability
- Synthesis of Magnetic Nanoparticles Using Bio-wastes for Dye Degradation: A Green Chemistry Experiment, - Valorization of bio-wastes to Produce Shear-Thinning Gels
- Exploring Real-World Applications of Electrochemistry by Constructing a Rechargeable Lithium-Ion Battery
- The Dark Side of Biomass Valorization: A Laboratory Experiment To Understand Humin Formation and Green Chemistry

Regenerative Chemistry:

- Case studies from industry.

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

- Dispense
- Materiale bibliografico fornite dai docenti

## TEACHING METHODS

Describe how teaching activities are deployed: lectures, classes, exercises, laboratory, stages, seminars, others.

For **integrated courses**, this field should be coordinated by the reference teacher for the course. If the course is delivered through several **channels**, this field should be agreed upon among the teachers of all the channels.

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

a) Exam type:

For **integrated courses**, there should be one exam.

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	
project discussion	
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible



## COURSE DETAILS

### MACHINE LEARNING AND BIG DATA

SSD ING-INF/05

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (MUTUATO DA AUTONOMOUS VEHICLE ENGINEERING - MOVE)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: GIANCARLO SPERLÌ

PHONE:

EMAIL: GIANCARLO.SPERLI@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES

None.

## PREREQUISITES

None.

## LEARNING GOALS

The course aims to present the main machine learning techniques, covering all aspects from data preparation to performance evaluation, through practical exercises with commercial and/or open-source tools. An introduction to Big Data and Data Analytics lifecycle is also provided, concerning the design of large and complex databases and the process of modelling, acquiring, sharing, analysing, and visualizing the information embedded into Big Data.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

The student must know the main Machine Learning (ML) algorithms and must demonstrate the ability to choose the most suitable ML algorithm to solve a specific problem, based on the requirements of the problem itself. The student must also know the techniques to be used for properly evaluating the performance of ML algorithms.

The students must know the main Big Data frameworks in order to acquire, model, share, analyze and visualize large amount of information. The student must also demonstrate that he/she is able to choose the most suitable framework to deal with different tasks.

### Applying knowledge and understanding

The student must demonstrate to be able to solve real problems by using Machine Learning techniques. The student must also demonstrate that he/she can properly evaluate the performance of a machine-learning based system.

The student must demonstrate to be able to manage, model and analyze large amount of data through different Big Data frameworks for dealing with different tasks, also evaluating the performance of the designed architecture.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

Data Mining and Machine Learning. Knowledge representation: Trees, Rules, Clusters. (0.5 CFU)

Basic Machine Learning methods: Statistical Modelling, Linear Models, Instance-based learning, Clustering. (0.75 CFU)

Performance Evaluation: Cross-Validation, Cost-sensitive classification, ROC curves. (0.5 CFU)

Advanced Machine Learning: Decision Trees, Support Vector Machines, MLP (0.75 CFU)

Data transformation: attribute selection, PCA (0.25 CFU).

Deep Learning: training and performance evaluation of Deep Networks, Convolutional Neural Networks. (0.75 CFU)

Introduction to database systems. Data model for Big Data. NoSQL database: Key-value - Column-family, Graph database systems. (1.5 CFU)

Introduction to Big Data systems (BD): definition of a BD system. The Hadoop ecosystem. Yarn. Pig. Hive. Giraph. Spark. (2.5 CFU)

Introduction to Big Data Analytics (BDA): BDA Lifecycle: knowledge discovery in the database, data preparation, model planning, model building, data visualization. (1 CFU)

Examples of commercial and open-source Tools: Oracle, IBM Business Analytics, Microsoft Power BI, Microsoft Azure. AWS. SAP Hana (1 CFU).

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

Data mining: practical machine learning tools and techniques. — 4th ed. / Ian H. Witten, Frank Eibe, Mark A. Hall, Christopher J. Pal —The Morgan Kaufmann, 2017.

Mining of Massive Datasets”, J. Leskovec, A. Rajaraman, J.D.Ullman, 2014 (online book).

## TEACHING METHODS

Lectures and laboratory activities.

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA



<b>Exam type</b>	
<b>written and oral</b>	
<b>only written</b>	
<b>only oral</b>	X
<b>project discussion</b>	
<b>other</b>	



## COURSE DETAILS

### TECHNOLOGIES FOR INFORMATION SYSTEMS

SSD ING-INF/05

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA GESTIONALE)

ACADEMIC YEAR: 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: ELIO MASCIARI

PHONE: +39 08176.83835

EMAIL: ELIO.MASCIARI@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 9

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “REGOLAMENTO”)

None

## PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

Basic Knowledge of Information Systems

## LEARNING GOALS

Students will go deep into Information Systems Technology with a special focus on BI and Big Data topics thus acquiring fundamental skills for future career.

## EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

### Knowledge and understanding

Students must be able to perform complex data analysis in different scenarios in order to be able to model both data and processes in an efficient way.

### Applying knowledge and understanding

Student must build a real company model able to meet the needs expressed during the requisites analysis step.

## COURSE CONTENT/SYLLABUS

- Information Coding
- Complex Algorithms building
- Relational Modeling
- SQL
- Big Data
- NoSQL systems
- Cloud computing

## TEACHING METHODS

*The course will be taught through a) class lectures (about 80% of total hours); b) practice exercise to apply theoretical knowledge and learn the foundations of R programming (about 20% of total hours).*

*Course Slides and web resources.*

*Classroom lessons and blended ones by Teams.*

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

### a) Exam type

Exam type	
written and oral	x
only written	
only oral	
project discussion	x
other	



## COURSE DETAILS

### NETWORK SECURITY

SSD ING-INF/05

DEGREE PROGRAMME: INGEGNERIA MECCANICA PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE (BORROWED FROM INGEGNERIA INFORMATICA)

ACADEMIC YEAR 2024-2025

## GENERAL INFORMATION – TEACHER REFERENCES

TEACHER: SIMON PIETRO ROMANO

PHONE: +39 081 7683823

EMAIL: SPROMANO@UNINA.IT

## GENERAL INFORMATION ABOUT THE COURSE

YEAR OF THE DEGREE PROGRAMME: I or II

SEMESTER: II

CFU: 6

## REQUIRED PRELIMINARY COURSES (IF MENTIONED IN THE COURSE STRUCTURE “ORDINAMENTO”)

### PREREQUISITES (IF APPLICABLE)

#### LEARNING GOALS

The aim of the class is to provide students with advanced notions in the field of network security. Students will become familiar with well-known security mechanisms and attack mitigation techniques, by focusing on the solutions available at the various levels of the networking stack, from the physical layer up to the application layer.

The class leverages some of the concepts that are part of the Secure Systems Design course, with special reference to symmetric encryption and message confidentiality, as well as public key cryptography and message authentication. On the other hand, it paves the ground to some of the core topics addressed within the Software Security course, like, e.g., buffer overflow attacks and fuzzing techniques.

#### EXPECTED LEARNING OUTCOMES (DUBLIN DESCRIPTORS)

At the end of the class, students will be able to demonstrate advanced knowledge in the field of network security. They will have a clear understanding of the vulnerability-threat-attack chain and will be able to design effective defense techniques. They will know how to protect a critical networked infrastructure. They will be ready to enter the professional arena and become part of cybersecurity teams, by actively contributing to both the detection and the reaction/remediation phases associated with cyber-attacks. Successful completion of the class will allow them to effectively apply the acquired knowledge to a number of real-world scenarios, as key players within specialized Security Operations Centers (SOCs) and/or dedicated professional cybersecurity teams.

#### **Knowledge and understanding**

Students need to show ability to know and understand problems related to how to effectively protect a network architecture from cyber-attacks. They need to elaborate arguments related to the relationship between computer security, Operating System security, software security and network security, by putting them in an integrated framework leveraging a holistic approach. The class provides students with advanced knowledge in the cybersecurity field, by also illustrating how to leverage both methodological and practical tools in order to discover vulnerabilities, detect attacks, analyze interaction paradigms and users’ behaviors inside a network, design and implement suitable defense techniques, both with a reactive and with a proactive approach. Such tools will allow students to grasp the causal connections among vulnerabilities, threats and attacks, as well as understand the implications of the adoption of an offensive approach to the improvement of the overall security level of a networked infrastructure.

#### **Applying knowledge and understanding**

Students need to show ability to infer decision and consequences from available information (live traffic, stored traffic captures, log files, system’s audit files, application’s source code, etc.) in order to effectively address issues associated with the existence of a potentially distributed attack to a network architecture. They will also have to demonstrate a clear understanding of the main tools/techniques that can be used in order to prevent an attack from happening, detecting it in real-time, mitigating its effects and proactively remediating to it. The course delivers ability and tools needed to apply knowledge in practice, favoring the ability to use a methodological approach that properly integrates different countermeasures (possibly at different levels of the networking stack) in a unified framework allowing to effectively look after the many facets of a security breach.

#### COURSE CONTENT/SYLLABUS

Security properties will be introduced and discussed in detail. Approaches to improving security at the various layers of the standard networking protocols stack will be presented and analyzed. The course embraces the so-called “offensive security” approach. Concepts like the vulnerability-threat-attack chain will be highlighted. Attack preparation techniques like footprinting, scanning and enumeration will be described. The final phase of an attack, namely exploitation, will eventually be presented. Topics like firewalling, Intrusion Detection, Malware Analysis and protection from DDoS (Distributed Denial of Service) attacks will all be addressed. Finally, well-known ethical hacking techniques will be presented and analyzed in detail.

Syllabus:

- Network security principles and architecture
  - o Security functional requirements
  - o “threats”, attacks, countermeasures
- Wireless Networks security
- Network layer security
  - o the IPsec protocol suite
- Transport layer security
  - o Secure Socket Layer (SSL), Transport Layer Security (TLS), Secure Shell (SSH)
- Application Layer Security:
  - o E-mail
  - o Web
    - HTTPS
    - WebRTC (Web Real Time Communications) Security Architecture
- Cloud Computing and security (hints)
- Introduction to malware
  - o Taxonomy
    - Viruses, worms, Trojans, rootkits, etc.
  - o Advanced Persistent Threats (APTs)
  - o countermeasures
- “Denial of Service” (DoS) and “Distributed Denial of Service” (DDoS) attacks
- Intrusion Detection Systems (IDS)
  - o “host-based”, “network-based” and hybrid techniques
- Firewalls and Intrusion Prevention Systems (IPS)
- IP networks hacking
  - o Preliminary phases of an attack:
    - Footprinting, scanning, enumeration
  - o Attack techniques targeted at:
    - end-systems and servers;
    - Infrastructure:
      - VoIP (Voice over IP) networks
      - Wireless networks
      - Hardware systems
    - Applications and data:
      - Web
      - Mobile devices
      - Databases

## READINGS/BIBLIOGRAPHY

1. *“Network Security Essentials Applications and Standards”, 6<sup>th</sup> Edition, William Stallings, Published by Pearson (July 13<sup>th</sup>, 2021) – ISBN-13: 9780134527338, Copyright © 2017*
2. *“Computer Security: Principles and Practice”, 4<sup>th</sup> Edition, William Stallings and Lawrie Brown, ISBN-13: 9780134794105, ©2018, Pearson*
3. *“Hacking Exposed”, 7<sup>th</sup> Edition by Stuart McClure, Joel Scambray and George Kurtz Mc Graw Hill ISBN-10: 0071780289, ISBN-13: 978-0071780285*
4. *Official references like, e.g., Requests For Comments (RFC), available at: <https://www.ietf.org>*
5. *Slides and additional materials provided by the teacher and made available on the official sites associated with the class.*

## TEACHING METHODS

Teacher will use a hands-on approach for the entire duration of the classes. All of the course topics will be both presented in theory and further analyzed through practical examples.

A fundamental tool for the class will be represented by the Docker Security Playground (DSP – <https://github.com/giper45/DockerSecurityPlayground>), an open source architecture leveraging a microservices-based approach in order to build complex network infrastructures specifically tailored to the study of network security. A wide set of pre-configured network security labs is made available by the teacher at the following github repository: [https://github.com/NS-unina/DSP\\_Repo](https://github.com/NS-unina/DSP_Repo).

All of the students will have to work on a practical project, either individually or in groups, focused on an in-depth study of one or more of the topics addressed during the class.

## EXAMINATION/EVALUATION CRITERIA

### a) Exam type:

Exam type	
written and oral	
only written	
only oral	X
project discussion	X
other	

In case of a written exam, questions refer to: (*)	Multiple choice answers	
	Open answers	
	Numerical exercises	

(\*) multiple options are possible

### b) Evaluation pattern:

- 35% of the final mark will depend on an evaluation of the practical project developed by the student (either individually or in group). The project itself will have to be delivered (with a fully-fledged documentation, including source code, if applicable) to the teacher at least seven days in advance of the oral examination date;
- 65% of the final mark will depend on the results of the oral interview.