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 2020/2021

Napoli, Luglio 2020

Finalità del Corso di Studi e sbocchi occupazionali

Il corso di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente fornisce specifiche conoscenze professionali nell'ambito disciplinare dell'Ingegneria Meccanica, integrando conoscenze e abilità già acquisite con il conseguimento della laurea in Ingegneria Meccanica.

Gli sbocchi occupazionali classici del laureato magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente sono, prima di tutto, come per tutti i laureati Magistrali in Meccanica, l'industria Meccanica in genere nelle sue multiformi estrinsecazioni.
La formazione del laureato magistrale in Ingegneria Meccanica per l'energia e l'ambiente è rivolta a coprire le esigenze relative ad una ampia gamma di ruoli cui l'ingegnere industriale viene normalmente chiamato presso le imprese produttrici di beni e/o servizi in relazione alle problematiche sia ambientali sia connesse con la ottimizzazione della produzione, della gestione e dell'utilizzo dell'energia nonché di tutte le tipiche competenze di un Ingegnere Meccanico. Il curriculum di studi gli consentirà l'acceso ad ambienti di ricerca impegnati nelle suddette tematiche.

Grazie alla flessibilità che gli deriva dalla formazione ricevuta nel compimento del ciclo precedente, il laureato magistrale in ingegneria meccanica per l'energia e l'ambiente sarà un tecnico in grado di affrontare sia problemi ricorrenti nell'Ingegneria Meccanica in generale sia aspetti specifici di questo settore, quali:

- l'ingegnerizzazione di sistemi di varia complessità per la conversione delle risorse energetiche tradizionali e rinnovabili in forme di energia utilizzabile e per il monitoraggio della loro efficienza e del loro impatto ambientale;
- l'esercizio e la progettazione di macchine motrici ed operatrici, nonché di impianti che realizzano processi termofluidodinamici per applicazioni energetiche ed ambientali;
- la progettazione e la gestione di impianti e processi industriali operanti nei vari comparti della conversione energetica nel rispetto dei vincoli ambientali.
- l'analisi e la certificazione della compatibilità energetico – ambientale di impianti industriali e gli eventuali intereventi di riqualificazione ambientale.

In tutti i casi sopra elencati il laureato sarà in grado di affrontare le problematiche avanzate dell'analisi e della progettazione di macchine e impianti, e rivestirà quindi un ruolo di fondamentale importanza nel supporto ad esperti impegnati nella progettazione e gestione di sistemi complessi anche fornendo i necessari supporti nella proposizione e conduzione di avanzate attività sperimentali. Sarà inoltre in grado di verificare il rispetto delle normative nella costruzione e nell'esercizio degli impianti nonché di proporre avanzamenti nelle normative nel campo dell'energia e dell'ambiente.

Manifesto del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente

(Classe delle Lauree Magistrali in Ingegneria Meccanica, Classe LM-33)

A.A. 2020/2021

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I Anno (1st Year)						
I semestre						
Trasmissione del Calore Heat Transfer		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
II semestre						
Termofluidodinamica delle Macchine Aero-Thermodynamics of Machinery		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	
I o II semestre						
Attività formative curriculari a scelta dello studente **(nota a)**		12		4	Attività formative affini/integrative	
Attività formative curriculari a scelta dello studente **(nota b)**		18		2	Ingegneria Meccanica	
Attività formative curriculari a scelta dello studente **(nota c)**		0≤A≤18		2	Ingegneria Meccanica	
A scelta autonoma **(nota d)**		9		3		
II Anno (2nd Year)						
I o II semestre						
Attività formative curriculari a scelta dello studente **(nota b)**		18		2	Ingegneria Meccanica	
Attività formative curriculari a scelta dello studente **(nota c)**		18 - A		2	Ingegneria Meccanica	
Tirocinio (**nota e)**		9		7		
Ulteriori conoscenze **(nota f)**		3		6		
Prova finale **(nota g)**		15		5		

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

Note

a) A scelta, nell'ambito delle attività formative curriculari di tipologia 4 indicate nelle **Tabelle A1, A2, A3,** a seconda che si scelga il percorso ***"Progettazione e gestione dei sistemi energetici"***, ***"Efficienza energetica"*** o ***"Motoristico"***, rispettivamente.

b) Attività formative curriculari di tipologia 2 indicate nelle **Tabelle B1, B2, B3,** a seconda che si scelga il percorso ***"Progettazione e gestione dei sistemi energetici"***, ***"Efficienza energetica"*** o ***"Motoristico"***, rispettivamente.

c) A scelta, nell'ambito delle attività formative curriculari di tipologia 2 indicate nelle **Tabelle C1, C2, C3,** a seconda che si scelga il percorso ***"Progettazione e gestione dei sistemi energetici"***, ***"Efficienza energetica"*** o ***"Motoristico"***, rispettivamente.

d) A scelta, nell'ambito delle attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente di tipologia 3 nelle **Tabelle D1, D2, D3,** a seconda che si scelga il percorso ***"Progettazione e gestione dei sistemi energetici"***, ***"Efficienza energetica"*** o ***"Motoristico"***, rispettivamente.

   Il soddisfacimento delle condizioni indicate nelle note a), b), c) e d) rappresenta un piano di automatica approvazione per il quale lo studente deve dare alla Segreteria, nei tempi previsti per la presentazione dei Piani di Studio dai regolamenti didattici, **solo la comunicazione del percorso scelto** (***"Progettazione e gestione dei sistemi energetici"***, ***"Efficienza energetica"*** o ***"Motoristico"***); in tale comunicazione, l'allievo deve indicare anche l'insegnamento a scelta autonoma di tipologia 3, per il quale sono consigliati gli esami delle Tabelle D1, D2 e D3.
   Soluzioni diverse possono essere seguite dietro presentazione di un **piano di studi individuale**, alla Segreteria Studenti dell'Area Didattica di Ingegneria della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, esclusivamente nei termini stabiliti dai Regolamenti Didattici. La Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale si riserva di decidere sulla loro approvazione o meno sulla base, come stabilito dalle norme di legge, di una chiara motivazione espressa dall'allievo. Va, infine, evidenziato che, 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 extramoenia può essere 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 può essere svolto presso laboratori di ricerca dell'ateneo al fine di acquisire conoscenze specialistiche con l'affiancamento al personale docente e ricercatore nella conduzione di attività di ricerca e sviluppo.
   In tutti i casi dovrà essere certificato da un libretto di tirocinio e da un modello AC a cura del tutor universitario.

f) Le ulteriori conoscenze possono essere acquisite dall'allievo sia seguendo seminari accreditati dal CdS in Ingegneria Meccanica che nell'ambito del lavoro per la preparazione della Prova Finale. In tutti i casi l'assolvimento di tali compiti deve essere certificato attraverso l'acquisizione del modello AC controfirmato dal docente responsabile del seminario, dell'attività di tirocinio o dal relatore della Tesi di Laurea.

g) Il Lavoro di Tesi potrà essere svolto anche presso aziende in Italia o all'estero. Essa sarà svolta 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.

TABELLE DELLE ATTIVITA' FORMATIVE A SCELTA DELLO STUDENTE

Percorso PROGETTAZIONE E GESTIONE DEI SISTEMI ENERGETICI

Tabella A1) - Attività formative curriculari di tipologia 4, a scelta dello studente

Insegnamento o attività formativa	Moduo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I semestre						
Sistemi Elettrici per l'Energia Electric Power Systems		12	ING-IND/33	4	Attività formative affini/integrative	
Ingegneria Economico-Gestionale I Economic-management Engineering I		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	
II semestre						
Combustione Combustion		12	ING-IND/25	4	Attività formative affini/integrative	
Ingegneria Economico-Gestionale II Economic-management Engineering II		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	

Tabella B1) - Attività formative curriculari di tipologia 2

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I Anno (1st Year)						
I semestre						
Motori a combustione interna Internal Combustion Engines		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	
II semestre						
Energetica Sustainable Energy		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
II Anno (2nd Year)						
I semestre						
Tecniche e modelli per la refrigerazione Techniques and models for refrigeration		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
II semestre						
Impianti con turbina a gas Gas turbine based power plants		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	

Tabella C1) - Attività formative curriculari di tipologia 2, a scelta dello studente

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
II Anno - I semestre						
Impianti di generazione termica Heat generation plants		9	ING-IND/09	2	Ingegneria Meccanica	
Acustica Applicata Applied Acoustic		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
II Anno - II semestre						
Progetto di Macchine Fluid Machinery Design Principles		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	
I o II anno - II semestre						
Impianti di climatizzazione Heating and cooling systems		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	

Tabella D1) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente, Tipologia 3

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
Tutti gli insegnamenti delle Tabelle B1), B2), B3), C1), C2) e C3) oppure						
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente Geometrical Modelling for Energy and Environment		9	ING-IND/15	3		
Costruzione e Progettazione Assistita di Strutture Meccaniche Computer Aided Design of Mechanical Structures		9	ING-IND/14	3		
Tecnologie speciali Non Conventional Manufacturing Technologies		9	ING-IND/16	3		
Sicurezza e Manutenzione degli Impianti Industriali Safety and Maintenance of Industrial Plants		9	ING-IND/17	3		
Controlli automatici Automatic controls		9	ING-INF/04	3		

Percorso EFFICIENZA ENERGETICA

Tabella A2) - Attività formative curriculari di tipologia 4, a scelta dello studente

Insegnamento o attività formativa	Moduo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I semestre						
Sistemi Elettrici per l'Energia Electric Power Systems		12	ING-IND/33	4	Attività formative affini/integrative	
Ingegneria Economico-Gestionale I Economic-management Engineering I		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	
II semestre						
Combustione Combustion		12	ING-IND/25	4	Attività formative affini/integrative	
Ingegneria Economico-Gestionale II Economic-management Engineering II		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	

Tabella B2) - Attività formative curriculari di tipologia 2

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I Anno (1st Year)						
II semestre						
Energetica Sustainable Energy		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
Modellazione avanzata di sistemi termodinamici Advanced modeling of thermodynamic systems		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
II Anno (2nd Year)						
I semestre						
Tecnologie avanzate per l'energia Advanced Technologies for Energy Systems		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
II semestre						
Misure termofluidodinamiche Thermo-Fluid-Dynamic Measurements		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	

Tabella C2) - Attività formative curriculari di tipologia 2, a scelta dello studente

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
II Anno (2nd Year)						
II anno - I semestre						
Sperimentazione e impatto ambientale delle macchine Measurements and Environmental Impact of Machinery		9	ING-IND/09	2	Ingegneria Meccanica	
Impianti di generazione termica Heat Generation Plants		9	ING-IND/09	2	Ingegneria Meccanica	
I o II anno - II semestre						
Impianti di climatizzazione Heating and cooling systems		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
Termofluidodinamica computazionale Computational Thermal-Fluid-Dynamic		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	

Tabella D2) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente, Tipologia 3

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
Tutti gli insegnamenti delle Tabelle B1), B2), B3), C1), C2) e C3) oppure						
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente Geometrical Modelling for Energy and Environment		9	ING-IND/15	3		
Sicurezza e Manutenzione degli Impianti Industriali Safety and Maintenance of Industrial Plants		9	ING-IND/17	3		
Tecnologie speciali Non Conventional Manufacturing Technologies		9	ING-IND/16	3		
Controlli automatici Automatic controls		9	ING-INF/04	3		

Percorso MOTORISTICO

Tabella A3) - Attività formative curriculari di tipologia 4, a scelta dello studente

Insegnamento o attività formativa	Moduo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I semestre						
Sistemi Elettrici per l'Energia Electric Power Systems		12	ING-IND/33	4	Attività formative affini/integrative	
Ingegneria Economico-Gestionale I Economic-management Engineering I		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	
II semestre						
Combustione Combustion		12	ING-IND/25	4	Attività formative affini/integrative	
Ingegneria Economico-Gestionale II Economic-management Engineering II		6	ING-IND/35	4	Attività formative affini/integrative	

Tabella B3) - Attività formative curriculari di tipologia 2

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
I Anno (1st Year)						
I semestre						
Motori a combustione interna Internal Combustion Engines		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	
II semestre						
Sistemi di Propulsione per l'autotrazione Automotive Power Units		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	
II Anno (2nd Year)						
I semestre						
Modellistica e Ottimizzazione di Motori a combustione interna Modeling and Optimization of Internal Combustion Engines		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	
II semestre						
Oleodinamica e Pneumatica Fluid Power and Pneumatic Systems		9	ING-IND/09	2	Ingegneria Meccanica	

Tabella C3) - Attività formative curriculari di tipologia 2, a scelta dello studente

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
II Anno (2nd Year)						
II anno - I semestre						
Sperimentazione e impatto ambientale delle macchine Measurements and Environmental Impact of Machinery		9	ING-IND/09	2	Ingegneria Meccanica	
Acustica Applicata Applied Acoustic		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	
II anno - II semestre						
Progetto di Macchine Fluid Machinery Design Principles		9	ING-IND/08	2	Ingegneria Meccanica	
I o II anno - II semestre						
Termofluidodinamica computazionale Computational Thermal-Fluid-Dynamic		9	ING-IND/10	2	Ingegneria Meccanica	

Tabella D3) – Attività formative consigliate per la scelta autonoma dello studente, Tipologia 3

Insegnamento o attività formativa	Modulo (ove presente)	CFU	SSD	Tipologia (*)	Ambito disciplinare	Propedeuticità
Tutti gli insegnamenti delle Tabelle B1), B2), B3), C1), C2) e C3) oppure						
Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente Geometrical Modelling for Energy and Environment		9	ING-IND/15	3		
Meccanica del Veicolo Vehicle Dynamics		9	ING-IND/13	3		
Tribologia e diagnostica dei sistemi meccanici Tribology and diagnostic of mechanical systems		9	ING-IND/13	3		
Costruzione di Autoveicoli Automotive design		9	ING-IND/14	3		
Controlli automatici Automatic controls		9	ING-INF/04	3		

Attività formative

Acustica Applicata

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	9		X		X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Raffaele DRAGONETTI**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Sensibilizzare lo studente su tutti i fenomeni acustici nell'ambito delle applicazioni industriali quali ad esempio: lo studio del campo sonoro all'interno di piccoli ambienti (come mezzi di trasporto) o grandi ambienti (come capannoni industriali) per il miglioramento del comfort acustico, le interazioni vibro-acustiche tra aria e strutture solide elastiche applicate ad esempio al problema dell'isolamento acustico, l'utilizzo di materiali tradizionali ed innovativi per il controllo del rumore, lo studio della qualità del suono emessa da piccoli (elettrodomestici) e grandi (motori a combustione interna o elettrici) prodotti industriali.

PROGRAMMA

Definizioni e nozioni fondamentali: campo sonoro nei fluidi e sua descrizione, campi sonori elementari. Sviluppo e applicazione di dispositivi per l'acquisizione e l'analisi di segnali e sistemi acustici. Descrittori metrologici per l'acustica tecnica. Cenni sul funzionamento dell'orecchio umano. Elementi di psicoacustica per l'analisi dei rumori emessi da prodotti industriali e sound design nel campo automobilistico. Misura dei suoni e delle vibrazioni. Misura della potenza sonora emessa dalle macchine. Materiali e sistemi per il fonoassorbimento. Suono in ambienti chiusi: teoria modale ed energetico-statistica. Campo sonoro all'interno degli autoveicoli. Tecniche di auralizzazione. Analisi e progettazione di sistemi per il controllo del rumore. Interazioni del suono con strutture solide, radiazione sonora e metodi di risoluzione numerica. Elementi di aeroacustica. Cenni sulle normative.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali, esercitazioni numeriche svolte con l'ausilio di codici di calcolo ed esercitazioni di laboratorio.

MATERIALE DIDATTICO

Appunti del corso
R. Spagnolo, "Acustica. Fondamenti e applicazioni", UTET
L.L. Beranek, "Noise and vibration control", McGraw-Hill
D. Bies and C. Hansen, "Engineering noise control", Fourth Edition, E & FN Spon

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**		**Solo scritta**		**Solo orale**	**X**	

In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**		**Esercizi numerici**		
Altro	Sviluppo di un progetto di gruppo con l'ausilio di codici di calcolo per la progettazione di sistemi per il controllo del rumore, per la misura e l'analisi di segnali sonori nel dominio del tempo e della frequenza, per la simulazione di semplici o complessi sistemi per l'analisi della propagazione del suono.						

Combustione

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/25	12	X				X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti				

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.

PROGRAMMA

Definizioni e tematiche legate alla Combustione/Formulazione caratterizzazione combustione/ Combustibili gassosi e liquidi/ Combustibili e propellenti solidi/ Temperatura Adiabatica. Equilibri/ Fondamenti di cinetica chimica e meccanica statistica/Esplosione ed auto ignizione/Rankine-Hugoniot. Classificazione processi di Combustione/Detonazione/Deflagrazioni /Strutture di fiamme premiscelate. /Fiamme a diffusione laminari/Elementi turbolenza euleriana e lagrangiana/Fiamme a diffusione turbolente/Vaporizzazione singola goccia/Combustione gocce e schiere/Strutture fluidodinamiche isoterme dei processi di combustione/Atomizzazione e spray/Tecnologia degli spray/Progettazione di massima dei combustori stazionari in relazione alle prestazioni per le conversioni termochimiche finalizzate alla produzione di energia e alla propulsione /Aspetti diagnostici e di controllo /Processi innovativi di combustione. Combustione Dolce. /I sistemi di combustione nelle turbine a gas/ Fornaci/Caldaie/ Processi di combustione nei motori alternativi a combustione interna/ Formazione e tecniche per la riduzione degli inquinanti/

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni e seminari applicativi
Esercitazioni di gruppo con l'utilizzo di codici numeri per la simulazioni di processi elementari di combustione con utilizzo di "database" pubblici

MATERIALE DIDATTICO

Video-registrazione delle lezioni riportate in https://www.docenti.unina.it/downloadPub.do?tipoFile=md&id=593616
Slides del corso riportate inhttp://www.federica.unina.it/corsi/combustione/
Libri di testo: "Lezioni di Combustione" di Antonio Cavaliere, Ed Enzo Albano, 2001 e riportato in http://www.combustion-institute.it/index.php?option=com_content&view=article&id=61&Itemid=7

Lezioni di Combustione pubblicate sul sito della sezione Italiana del Combustion Institute: http://www.combustion-institute.it/

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X

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

Energetica

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	9	X				X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Massimo DENTICE D'ACCADIA**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso intende fornire agli allievi le competenze necessarie per operare nel settore delle tecnologie per l'uso razionale ed eco-compatibile delle risorse energetiche convenzionali e rinnovabili *(energy management)*, con riferimento ad aspetti sia tecnico-ingegneristici che normativi ed economico-finanziari. Lo studente deve acquisire conoscenze e capacità di comprensione in merito a: i) previsione e analisi dei fabbisogni energetici di utenze civili e industriali; ii) misura e analisi delle prestazioni di sistemi energetici; iii) tecnologie e soluzioni per l'efficienza energetica; iv) ingegneria delle fonti rinnovabili di energia.

PROGRAMMA

1) Introduzione - Classificazione, disponibilità ed impatto ambientale delle fonti energetiche; politiche per il contrasto ai cambiamenti climatici, lo sviluppo delle fonti rinnovabili e l'efficienza energetica. *2) Quadro normativo e tariffario* - Introduzione ai mercati dell'energia elettrica, del gas naturale e dell'efficienza energetica: struttura del mercato, componenti delle tariffe, esempi di calcolo e verifica delle fatture; cenni ai mercati dell'efficienza energetica e dei permessi di emissione; cenni alle normative per l'incentivazione dell'efficienza energetica, lo sviluppo della cogenerazione e delle fonti rinnovabili e ad altri strumenti operativi a supporto dell'efficienza energetica. *3) Efficienza energetica negli usi finali- P*rincipio di funzionamento, caratteristiche funzionali, criteri progettuali e analisi di fattibilità tecnico - economica di sistemi, tecnologie e interventi per l'efficienza energetica: coibentazioni; caldaie; pompe di calore e macchine frigorifere elettriche e ad assorbimento; evaporatori multi-effetto; ricompressione del vapore; reti di scambiatori di calore per *heat integration* (con cenni di *Pinch Analysis*); azionamenti a velocità variabile; motori elettrici ad alta efficienza; sistemi di cogenerazione. *4) Fonti rinnovabili* - Principio di funzionamento, caratteristiche funzionali, criteri progettuali e analisi di fattibilità tecnico - economica di impianti alimentati da fonte rinnovabile: solare termico, fotovoltaico, termodinamico; energia eolica; biomasse e biogas; geotermia; idroelettrico.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni, svolte principalmente con l'ausilio di presentazioni in power point; esercitazioni numeriche, svolte in parte dal docente (alla lavagna e/o con l'ausilio di software specialistico), in parte dagli allievi, sotto la supervisione del docente.

MATERIALE DIDATTICO

Appunti disponibili sul sito docenti.
Per approfondimenti: 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.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		

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

Impianti con turbina a gas

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/08	9		X			X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Maria Cristina CAMERETTI**			

OBIETTIVI FORMATIVI

- Affrontare le problematiche energetiche, ambientali, termofluidodinamiche e tecnologiche delle turbine a gas, e quelle relative al loro impiego in varie situazioni impiantistiche e alle applicazioni propulsive.
- Studiare le tipologie di impianti combinati e ibridi basati sulla turbina a gas, con particolare attenzione agli impianti per lo sfruttamento di energie rinnovabili

PROGRAMMA

- Tipologie di turbine a Gas e campi di applicazione. Turbine heavy-duty e di derivazione aeronautica. Richiami sulla termodinamica dei cicli. Turbine a gas interrefrigerate, rigenerate e a combustioni multiple. Metodi per ottimizzare lavoro e rendimento. - Combustibili per le T.G; materiali e tecnologia della T.G. Sistemi di raffreddamento delle palettature di turbina. Combustione e formazione degli inquinanti. Camere di combustione a basse emissioni. Regolazione di potenza. Turbine mono e multi-albero. - Sistemi propulsivi basati sulla T.G: Motori turbo-elica, turbo-getto semplice e turbofan; Motore ibrido termico/elettrico. Cenni sulle macchine elettriche sincrone a magneti permanenti.
- Impianti a ciclo combinato (I.C.). Classificazione. Rendimento. Caldaia a recupero. Analisi energetica ed exergetica. Impianti di cogenerazione con TG e a ciclo combinato. Ciclo Kalina. Impianti a ciclo misto gas-vapore: STIG, RWI e HAT.
- La gassificazione del carbone. Impianti integrati con sistemi di gassificazione (IGCC). I letti fluidi pressurizzati. Impianti PFBC e Impianti integrati con sistemi di gassificazione di biomasse o RSU.
- Le micro turbine a gas. Impianti ibridi con celle a combustibile e micro TG. Impianto solare termodinamico. Impianti ibridi solari con TG. Le TG a circuito chiuso; impianti nucleari.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni. Utilizzo di software dedicati (Gasturb; Fluent; Matlab) per la simulazione zero dimensionale e multidimensionale.

MATERIALE DIDATTICO

Appunti disponibili sul sito web docenti; Testi consigliati: Gas turbine Combustion (Lefebvre); Turbine a gas e Cicli combinati (Lozza)

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**		**Solo scritta**		**Solo orale**	**X**

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

Impianti di Climatizzazione

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	9		X*			X	X	

*** Questo insegnamento potrà essere scelto anche al I anno presentando un piano di studio individuale**

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi			
Docenti	**Adolfo PALOMBO**		

OBIETTIVI FORMATIVI

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

PROGRAMMA

1. Aria umida. 2. Benessere termoigrometrico e alla qualità dell'aria. 3. Carico termico invernale. 4. Carico termico estivo. 5. Impianti di riscaldamento. 6. Progettazione della rete di distribuzione dell'acqua. 7. I terminali per lo scambio termico. 8. Efficienza energetica degli edifici. 9. Impianti di climatizzazione. 10. Progettazione della rete di distribuzione dell'aria. 11. Gruppi frigoriferi e pompe di calore.
Maggiori dettagli sono disponibili all'indirizzo web: https://www.docenti.unina.it/adolfo.palombo (sez. programmi)
È possibile svolgere tirocinio/tesi in Italia o all'estero, per info: https://www.docenti.unina.it/adolfo.palombo (sez. news & media)

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni (anche al computer con specifici software (REVIT-BIM, MC11300, etc.) per: i) la scelta dell'impianto in funzione della destinazione d'uso degli ambienti e degli aspetti energetici ed economici; ii) il calcolo dei carichi termici, del fabbisogno energetico e della classe energetica del sistema edificio-impianto; iii) la progettazione e regolazione dei componenti dell'impianto (centrale termo-frigorifera, rete di distribuzione dei fluidi termovettori, terminali di scambio termico, etc.).

MATERIALE DIDATTICO

Appunti del corso.
C. Pizzetti, Condizionamento dell'aria e refrigerazione, Editrice CEA.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**		**Esercizi numerici**	**X**	
Altro	Sviluppo di un progetto di sistema involucro-impianto attraverso specifici software in logica BIM, sviluppo di un attestato di prestazione energetica						

Impianti di generazione termica

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/09	9		X		X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	Amedeo AMORESANO	Giuseppe LANGELLA		

OBIETTIVI FORMATIVI

- Fare 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.
- Trasmettere conoscenze scientifiche e professionali circa gli impianti di generazione termica, sottolineando la molteplicità di collegamenti con fenomenologie di base e di aree culturali affini.

PROGRAMMA

Classificazione degli impianti di generazione termica (IGT) e dei generatori di vapore (GV). Richiami di stechiometria della combustione. Combustibili e loro proprietà. Rendimento dei GV e caratterizzazione delle perdite energetiche. Caratteristiche costruttive e funzionali di economizzatori, evaporatori, surriscaldatori e preriscaldatori d'aria nel GV a tubi d'acqua. Scambio termico nei GV. Generatori di vapore a tubi di fumo. Regolazione, controllo e sicurezza degli IGT. Valvole di sicurezza. Regolatori PID. Logiche di funzionamento e tecniche di taratura. Caratteristiche costruttive e funzionali delle valvole di regolazione e controllo per gli impianti termici. I trattamenti per l'acqua di alimento. Filtrazione, demineralizzazione e degasaggio. Le caldaie ad olio diatermico. Vasi di espansione. I GV negli impianti nucleari. Emissioni inquinanti prodotte dagli IGT. Tecniche di prevenzione e abbattimento. I GV negli impianti di termovalorizzazione. Fenomeni corrosivi a danno delle tubazioni dei GV. Le linee di distribuzione del vapore. Elementi caratteristici e criteri di dimensionamento. I generatori di vapore a recupero. Criteri progettuali, caratteristiche costruttive e problematiche di esercizio. La produzione e l'utilizzo del vapore negli impianti geotermici Generalità sulle miscele bifase. Modello della goccia singola Bilancio dinamico di un fluido monodisperso Bilancio termico in fase evaporativa Esempi comparativi sulla vaporizzazione di combustibili.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni.

MATERIALE DIDATTICO

Appunti disponibili sul sito web docenti.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X

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

Ingegneria economico gestionale I

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/35	6	X			X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Carmela PICCOLO**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire i concetti e i modelli fondamentali relativi al comportamento degli attori economici nei sistemi microeconomici.
Fornire i concetti e i modelli fondamentali relativi all'analisi dell'ambiente competitivo (ambiente esterno).
Sulla base di tali conoscenze lo studente dovrà essere in grado di interpretare il comportamento degli attori economici in relazione al contesto in cui opera l'impresa

PROGRAMMA

Microeconomia

Introduzione all'economia. Domanda e offerta: curve di domanda e di offerta; equilibrio di mercato; determinanti della domanda e dell'offerta. Teoria del Consumatore: preferenze; curve di indifferenza; saggio marginale di sostituzione; effetti delle variazioni di reddito; elasticità della domanda; applicazione del modello di scelta razionale e casi di studio reali. Teoria della produzione e Costi: fattori produttivi; funzione di produzione di breve e lungo periodo; rendimenti di scala; costi di breve periodo; costi di lungo periodo; saggio marginale di sostituzione tecnica; relazione tra i costi di breve e lungo periodo. I principali mercati: Concorrenza perfetta, Monopolio, Concorrenza monopolistica, Oligopolio; confronto tra i vari modelli.

Cenni di macroeconomia

Grandezze macroeconomiche. Fluttuazioni economiche di breve periodo. Il mercato dei beni e dei servizi. Il mercato della moneta. Il modello IS-LM.

Strategia/Analisi competitiva

Definizione di settore; Analisi di settore – modello di Porter; Ciclo di vita del settore; Strategie concorrenziali di base; Posizionamento dell'impresa – analisi SWOT.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni teoriche; esercitazioni; seminari e testimonianze di esperti provenienti dal mondo aziendale su argomenti specifici.

MATERIALE DIDATTICO

Dispense, slide, esercizi svolti, letture a altri materiali distribuiti dal docente durate il corso e disponibili nell'area download.
Testi di riferimento: a) Frank R.H. (2010). *Microeconomia*, 7° ed., McGraw-Hill; b) Lo Storto C., Zollo G. (1999) *Problemi di microeconomia*, Edizioni Scientifiche Italiane; c) Dispense caricate sulla pagina web docente.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**	**X**	**Esercizi numerici**	**X**	
Altro							

Ingegneria economico gestionale II

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/35	6	X				X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Piera CENTOBELLI**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire le conoscenze di base per l'analisi organizzativa (ambiente interno).
Fornire le conoscenze di base per l'analisi dei costi e delle prestazioni aziendali a partire dai dati della contabilità generale d'impresa.
Sulla base di tali conoscenze lo studente dovrà essere in grado esprimere un adeguato e motivato giudizio sul risultato economico e sulla situazione patrimoniale e di liquidità di un'impresa.

PROGRAMMA

Strategia/Analisi interna

La catena del valore. Funzioni e processi aziendali. Le strutture organizzative: criteri di valutazione e scelta. Impresa come sistema: il modello delle 7 S. La misura delle prestazioni dell'impresa.

Bilancio Aziendale

La rappresentazione dei risultati della contabilità generale: il Bilancio di Esercizio. Finalità, documenti e contenuti del bilancio. Le Parti interessate al Bilancio. Riclassificazione, analisi e valutazione del Bilancio attraverso i principali indici.

Controllo di gestione ed elementi di Costing

La pianificazione d'impresa. Il controllo di gestione: finalità e legami con il processo di pianificazione strategica. Il Budget. La rilevazione e l'imputazione dei costi. Il controllo ed il governo dei costi: analisi degli scostamenti e interventi correttivi.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni teoriche; esercitazioni; seminari e testimonianze di esperti provenienti dal mondo aziendale su argomenti specifici.

MATERIALE DIDATTICO

Dispense, slide, esercizi svolti, letture a altri materiali distribuiti dal docente durate il corso e disponibili nell'area download.
Testi di riferimento: a) Cannavacciuolo, L., Ponsiglione C. (2013). *Economia ed organizzazione aziendale 2*, McGraw-Hill;
b) Dispense caricate sulla pagina web docente.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		

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

Misure termofluidodinamiche

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	9		X			X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Marilena MUSTO**			

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.

PROGRAMMA

- Metrologia di base: metrologia legale, metrologia scientifica, metrologia industriale- Principi fisici dei sensori di misura impiegati per la realizzazione degli strumenti di misura - Sensori capacitivi (a capacità elettrica variabile), Sensori a resistenza elettrica variabile, Sensori di umidità (igrometri) a resistenza variabile, Sensori di deformazione (stress sensors) ad elemento metallico e piezoresistivi (a semiconduttore), Sensori piezoelettrici, Sensori basati sulla termoelettricità, Sensori basati sul magnetismo, Sensori ad induttanza variabile, Sensori a dilatazione termica. **- Il sistema di misura come strumento per la gestione dell'energia- Strumenti di misura:** temperatura, pressione, velocità, portata volumetrica e massica per il monitoraggio della qualità dell'aria e dell'acqua. **Sistema e catena di misura ed applicazioni: approccio agli strumenti di misura per l'energia e l'ambiente e il controllo nell'edificio** attraverso le Tecniche di misura dell'energia e dei flussi energetici in campo: termoflussimetria, termografia, contatori di energia termica (CET), smart metering. **IPMVP - International Performance Measurement and Verification Protocol Standardizzazione del processo di Misure e Verifica (facente parte della certificazione di un sistema di gestione per l'energia (norma ISO 50001:2011).**

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni in aula e in laboratorio e partecipazione a seminari su argomenti di approfondimento del corso

MATERIALE DIDATTICO

Appunti e dispense fornite durante il corso. Introduzione alla Metrologia (Furio Cascetta, Paolo Vigo, ed. Liguori);
Fondamenti di termometria (Furio Cascetta, Marilena Musto, Giuseppe Rotondo ed. E.DI.SU. Caserta);
Sistemi di telecontrollo di reti di pubblica utilità (Furio Cascetta, ed. Franco Angeli);
Strumentazione di misura per sistemi di telecontrollo (Furio Cascetta, ed. Franco Angeli);
Strumenti e metodi di misura (E. O Doebelin, ed. McGraw-Hill).

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**x**	**Solo scritta**		**Solo orale**		
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**	**x**	**Esercizi numerici**	**x**	
Altro	Lavori di gruppo						

Modellazione avanzata di sistemi termodinamici

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	**9**	**X**				**X**	**X**	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Luca VISCITO**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo del corso è fornire agli allievi conoscenze e competenze specifiche per la modellazione avanzata e ottimizzazione delle prestazioni di sistemi termodinamici. Lo studente acquisirà la conoscenza di diversi strumenti, in termini di tecniche di modellazione e metodi di ottimizzazione, da applicare ad una vasta gamma di sistemi termodinamici, i.e., singoli componenti, impianti per la "produzione" di energia termica e/o frigorifera. Lo studente acquisirà capacità di analisi e progettazione di sistemi termodinamici mediante l'accoppiamento tra strumenti di simulazione avanzati e algoritmi di ottimizzazione.

PROGRAMMA

Introduzione alla modellazione avanzata e ottimizzazione di sistemi termodinamici. Teoria e tecniche di modellazione e simulazione termodinamica. Metodi di ottimizzazione mono- e multi-obiettivo, fronte di Pareto. Algoritmi genetici. Metodi per analisi di incertezza e di sensitività. Cenni allo sviluppo di modelli surrogati, i.e., reti neurali artificiali. Progettazione ottimizzata di sistemi e componenti termodinamici: scelta delle variabili decisionali e delle funzioni obiettivo, individuazione dei vincoli di progetto. Codici di calcolo per la modellazione avanzata e simulazione in regime stazionario e dinamico delle prestazioni di componenti e sistemi termodinamici. Accoppiamento dei citati codici di calcolo con strumenti per l'implementazione di algoritmi di ottimizzazione, analisi di sensitività e lo sviluppo di modelli surrogati; applicazione a casi studio di interesse pratico.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali; esercitazioni numeriche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.
Esercitazioni finalizzate alla redazione del progetto di fine corso.

MATERIALE DIDATTICO

Dincer, I., Rosen, M.A. and Ahmadi, P., 2017. *Optimization of Energy Systems*. John Wiley & Sons.
Materiale didattico disponibile sul sito docenti.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**		**Esercizi numerici**		

Altro: Sviluppo di un progetto di gruppo con l'ausilio di codici di calcolo per la modellazione ed ottimizzazione di un componente o sistema termodinamico.

Modellistica ed Ottimizzazione di Motori a Combustione Interna

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/ 08	9		X		X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	Fabio BOZZA	Raffaele TUCCILLO		

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, 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 CO2. E' previsto l'impiego di codici di simulazione motore e di codici di ottimizzazione di largo uso industriale.

PROGRAMMA

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. 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. Richiami sulle equazioni del moto 1D, linee caratteristiche e invarianti di Rienmann. Dimensionamento di un sistema di aspirazione per la massimizzazione del coefficiente di riempimento. Sistemi di distribuzione flessibili. Modelli per l'analisi di motori Sovralimentati. Metodologie di accoppiamento motore-turbocompressore. Analisi del funzionamento in transitorio. Modelli 3D e problematiche di costruzione e movimentazione del dominio di calcolo. Applicazioni industriali dei modelli 3D. Approcci integrati 1D/3D e applicazioni. Integrazione motore/veicolo (tradizionale e ibrido) per la stima delle emissioni di CO_2 su cicli di omologazione. Procedure di ottimizzazione e calibrazione numerica motore. Confronti con risultati sperimentali. Esercitazioni con impiego di codici di simulazione e ottimizzazione di ampia diffusione in ambito industriale.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni in aula – Applicazioni numeriche con l'adozione di specifici codici di simulazione di ampia diffusione industriale e loro impiego per lo sviluppo di progetti numerici su specifiche tematiche con lavori singoli o di gruppo.

MATERIALE DIDATTICO

"Motori a Combustione Interna" Giancarlo Ferrari – Ed. Esculapio, 2016
"Internal Combustion Engines Fundamentals" J. B. Heywood – McGraw Hill inc.
Appunti ed approfondimenti relativi alle lezioni in aula – sito docenti
Codici di simulazione a carattere didattico

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale(*)	X

In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	(*) la prova orale include una discussione dell'elaborato numerico sviluppato					

Modellazione Geometrica per l'Energia e l'Ambiente (MGEA)

SSD	CFU	Anno di corso (I o II)		Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/15	**9**	**X**			**X**	**X**	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Fabrizio RENNO**			

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.

PROGRAMMA

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*. 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. *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.

MODALITA' DIDATTICHE

Il corso si fonda sull'equilibrio tra didattica frontale in aula ed esercitazioni di laboratorio al calcolatore. 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.

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.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		

In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**	**X**	**Esercizi numerici**		
Altro	Modellazione geometrica di parti o gruppi funzionali nel laboratorio CAD mediante prova al calcolatore. Discussione del progetto sviluppato durante l'anno mediante sistemi CAD-PDM.						

Motori a Combustione Interna

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/ 08	9	X			X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Adolfo SENATORE**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire una panoramica completa relativa allo sviluppo dei moderni motori a combustione interna alternativi (MCIA), sia quelli destinati alla trazione stradale che quelli destinati alla propulsione navale o alla produzione di energia, utilizzando i diversi possibili combustibili tradizionali o alternativi. Fornire una panoramica completa delle più moderne metodologie di progettazione termofluidodinamica dei MCIA ed un approfondimento particolare su moderne metodologie con l'adozione di specifici codici di calcolo. Fornire le conoscenze per comprendere le metodologie di regolazione. Fornire un quadro delle emissioni prodotte dai MCIA e delle normative vigenti e future per la loro omologazione.

PROGRAMMA

Cenni storici-Descrizione sommaria dei motori a c.i. attuali-Peculiari caratteristiche dei motori alternativi a c.i. ad accensione comandata e ad accensione per compressione- Brevi richiami di termodinamica-Cicli ideali dei motori alternativi a c.i.- Cenni sulle reazioni di combustione-Cicli limite-Ciclo reale dei motori a 4 tempi e distribuzione delle fasi-Ciclo reale dei motori a 2 tempi e distribuzione delle fasi-Effetto dei vari parametri motoristici sul ciclo reale dei motori-La combustione nei motori a c.i. ad accensione comandata e Diesel-I combustibili per motori ad accensione comandata e Diesel- Il calcolo della potenza dei motori alternativi a c.i. Curve di prestazione dei motori a c.i.- Bilancio termico -L'alimentazione dei motori a c.i. ad accensione comandata-La formazione della miscela in un motore ad accensione comandata- La sovralimentazione. L'alimentazione dei motori a c.i.Diesel- La formazione della miscela in un motore Diesel-La regolazione dei motori Diesel-Strategie di controllo per la regolazione dei motori a c.i.- Combustibili alternativi per motori a c.i.-La lubrificazione dei motori a c.i.-Il raffreddamento dei motori a c.i.-La formazione degli inquinanti nei motori ad accensione comandata e Diesel-Metodi per la riduzione delle emissioni- –Il Controllo elettronico dei motori a c.i. e la calibrazione motore (con cenni alle tecniche DOE) - Normative sulle emissioni-Banchi prova per motori a c.i.-La dinamica dei motori a c.i.-La distribuzione variabile nei motori a c.i.-La sovralimentazione dei motori a c.i.-La evoluzione dei motori a c.i. nel prossimo futuro- Approfondimento su alcuni componenti ausiliari (pompa dell'acqua, pompa dell'olio, inserimento della valvola EGR, diverse possibilità di sovralimentazione- Cenni sui veicoli a propulsione ibrida (diverse soluzioni possibili e, conseguenti diverse architetture, sviluppi futuri).

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni in aula – Sviluppo di approfondimenti su specifiche tematiche con lavori singoli o di gruppo. – Applicazioni numeriche con l'adozione di specifici codici di calcolo e simulazione.

MATERIALE DIDATTICO

"Motori a Combustione Interna per Autotrazione" Renato della Volpe, Mariano Migliaccio – Ed. Liguori 1995
"InternalCpmbustionEnngines Fundamentals" J. Haywood– McGraw Hill inc.
Appunti ed approfondimenti relativi alle lezioni in aula – sito docenti
Esercitazioni sui MCI– Dispense delle esercitazioni – sito docenti.-Visita a laboratori sperimentali sui MCI

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**		**Solo scritta**		**Solo orale**	**X**	
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**		**Esercizi numerici**		
Altro							

Oleodinamica e pneumatica

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/09	9		X			X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Adolfo SENATORE**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso ha lo scopo di insegnare le tecniche più avanzate per la progettazione di complessi impianti oleodinamici e pneumatici. Si affrontano, pertanto, tematiche di selezione e dimensionamento di tutti i componenti di tali impianti sia adottando tecniche classiche che modellistiche. Verranno illustrati, in dettaglio, tutti i più comuni componenti evidenziandone le funzioni matematiche che li descrivono. Particolare attenzione verrà data allo studio delle pompe e dei motori idraulici, valvole, accumulatori e tubazioni specifiche per le applicazioni sia oleodinamiche che pneumatiche. L'approccio modellistico sarà preceduto dallo studio teorico con la metodologia dei blocchi funzionali. Verranno mostrati esempi di complessi impianti di azionamento oleodinamico di tipo navale o industriale. La simulazione numerica viene affrontata con modellazione mono e tridimensionale.

PROGRAMMA

Richiami dei Principi Generali, Applicazioni, Simbologia e Norme ISO, Fluidi idraulici: proprietà ed additivi, Pompe volumetriche, Motori idraulici Vane e Piston a circuito aperto e circuito chiuso, Cilindri, Valvole direzionali e di regolazione pressione e portata, Valvole proporzionali, Valvole cartuccia, Accumulatori, Filtrazione, Accessori, Impiantistica, Circuiti base di tipo aperto e di tipo chiuso, Circuiti load-sensing, Circuiti per applicazioni mobili, Circuiti per applicazioni stazionarie, Trasmissioni Idrostatiche ed idromeccaniche, Simulazione numerica: monodimensionale e tridimensionale, Esempi di applicazioni in campo navale per le presse le macchine di movimento terra, applicazioni ferroviarie, Applicazioni in campo automotive, Applicazioni in campo aerospace. Breve descrizione di applicazioni con fluidi diversi, Seminari di esperti del settore.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni numeriche e di laboratorio

MATERIALE DIDATTICO

Fitch, Hong – Hydraulic Component Design and Selection – Bar Dyne Inc.
EATON Industrial Hydraulics Manual
Oleodinamica e Pneumatica Vol I e Vol II di Nervegna

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**		**Solo scritta**	**X**	**Solo orale**		
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**	**X**	**Esercizi numerici**	**X**	

Progetto di Macchine

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/08	9		X			X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Marcello MANNA**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Il modulo fornisce le conoscenze di base 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.

PROGRAMMA

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

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni

MATERIALE DIDATTICO

1. S. Dixon and C. Hall, "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery", Butterworth-Heinemann, 2013.
2. S. Sandrolini e G. Naldi, "Fluidodinamica e Termodinamica delle Turbomacchine", Pitagora, 1997. .
3. I. Karassik, J. Messina, C. Heald "Pump Handbook", McGraw Hill, 2001.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**		**Solo scritta**		**Solo orale**	**X**	
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**		**Esercizi numerici**		
Altro	Sviluppo di un modulo di progetto computerizzato.						

Sistemi di Propulsione per l'Autotrazione

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/08	9	X				X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	Fabio BOZZA	Vincenzo DE BELLIS		

OBIETTIVI FORMATIVI

Il Corso ha l'obiettivo di approfondire lo studio di motori a combustione interna (MCI) alternativi di ultima generazione e dei sistemi di propulsione per autotrazione, inclusi quelli ibridi. Si approfondiranno le metodologie oggi disponibili per massimizzare la potenza specifica e per ridurre i consumi, le emissioni e l'impatto acustico del sistema di propulsione. Si affronterà lo studio di sistemi di combustione innovativi e si quantificherà il loro impatto sulla produzione di CO2. Si forniranno agli studenti le linee guida per la identificazione delle strategie di controllo e di calibrazione di un MCI, anche in configurazione ibrida.

PROGRAMMA

Prospettive future di impiego del motore a combustione interna (MCI) per l'autotrazione: obiettivi progettuali compatibili con una mobilità sostenibile dal punto di vista energetico ed ambientale. Sistemi di propulsione per l'autotrazione: tecniche per la riduzione dei consumi e della CO2 su cicli di omologazione. Sistemi a fasatura variabile, downsizing, ricircolo dei gas di scarico (EGR), rapporto di compressione variabile, impiego integrato delle metodologie suddette. Quantificazione dei vantaggi sul consumo specifico in predeterminati punti operativi e sull'intero piano quotato del propulsore. Motori ad alte prestazioni: massimizzazione della potenza, analisi dell'interazione combustione/turbolenza, definizione dei "regimi" di combustione. Disegno dei condotti di aspirazione e scarico, e loro impatto sui campi di moto interno cilindro. Sistemi di combustione non convenzionali e motori a precamera. Cenni sull'impatto acustico: rumore aereodinamico, gasdinamico, di combustione. Schemi di sovralimentazione avanzati. Funzionamento a regime ed in transitorio. Scelta del turbocompressore. Misura delle mappe caratteristiche. Combustibili non convenzionali e impatto su combustione, detonazione, emissioni. Tecniche per aumentare la resistenza alla detonazione. Sistemi di propulsione ibrida: definizione della ripartizione ottimale dei flussi energetici, gestione del cambio marcia, ricarica delle batterie. Sperimentazione al banco: mappe di calibrazione e logiche di regolazione ottimale.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni in aula – Approfondimenti su specifiche tematiche mediante seminari tenuti da aziende leader nel settore automotive – Presentazione di specifici casi studio.

MATERIALE DIDATTICO

"Motori a Combustione Interna" Giancarlo Ferrari – Ed. Esculapio, 2016
"Internal Combustion Engines Fundamentals" J. B. Heywood – McGraw Hill inc.
Appunti ed approfondimenti relativi alle lezioni in aula – sito docenti
Seminari e Visite a laboratori sperimentali sui MCI

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X

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

Sistemi Elettrici per l'Energia

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/33	12	X			X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Amedeo ANDREOTTI**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Fornire all'allievo gli elementi di valutazione, scelta e progettazione di impianti e sistemi elettrici rivolti alle applicazioni energetiche. Fornire all'allievo gli strumenti necessari per la valutazione tecnico-economica degli impianti e sistemi elettrici. Fornire all'allievo le necessarie conoscenze, competenze ed abilità per la valutazione critica delle problematiche connesse allo sviluppo ed alla realizzazione di infrastrutture elettriche in ambito energetico.

PROGRAMMA

Sistema Elettrico: Normativa e Legislazione. Enti normatori. Generalità sui sistemi elettrici di produzione, trasmissione, distribuzione dell'energia elettrica. Sistemi trifase. Teoria delle linee di trasmissione: Introduzione. Costanti primarie delle linee elettriche. Equazioni dei telegrafisti. Linee trifase in regime sinusoidale simmetrico. Cenni al problema della ripartizione dei flussi di potenza nelle reti di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica e a quello della regolazione della tensione. Definizione di impianto a regola d'arte. Schema unifilare della rete elettrica; Inquadramento legislativo degli impianti elettrici; Documentazione di progetto. Fattori di utilizzazione e contemporaneità. Ricognizione dei carichi per il dimensionamento degli impianti elettrici. Calcolo delle correnti di corto circuito. Cenni sullo stato del neutro. Codifica dei cavi secondo la norma CEI-UNEL 35011. Tipi di posa. Criterio della massima caduta di tensione ammissibile. Criterio termico Criterio del massimo tornaconto economico. Differenza tra sovraccarico e corto circuito. Interruttori automatici e loro caratteristiche di intervento. Valutazione della corrente di corto circuito massima e minima. Energia specifica passante. Coordinamento cavo-interruttore per il corto circuito. Componenti della corrente di corto circuito. Potere di interruzione. Sicurezza elettrica. Sistemi TN e TT. Impianti di terra

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni. Esercitazioni. Codici di calcolo utilizzati: Matlab SymPowerSystems per l'analisi dei sistemi elettrici; TiSystem per il progetto di impianti elettrici destinati ad applicazioni civili ed al terziario.

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.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**		**Solo scritta**		**Solo orale**	**X**	
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**	**X**	**Esercizi numerici**	**X**	
Altro	Realizzazione di un progetto di un impianto elettrico, da svolgersi come lavoro di gruppo.						

Sperimentazione e impatto ambientale delle macchine

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/09	9		X		X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Massimo CARDONE**			

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 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.

PROGRAMMA

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.

MODALITA' DIDATTICHE

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

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

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		

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

Tecniche e modelli per la refrigerazione

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	9		X		X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi			
Docenti	**Alfonso William MAURO**		

OBIETTIVI FORMATIVI

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. 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. Modellare i singoli componenti e calibrare tali modelli da dati sperimentali. Cimentarsi nell'uso consapevole di tali modelli per la progettazione efficace e ottimizzata e la simulazione energetica dell'intera macchina.

PROGRAMMA

Contenuti:
Cicli inversi a gas e produzione di "gas liquefatti" tramite cicli Linde e Claude: analisi termodinamica dei cicli base e modificati. Macchine frigorifere ad assorbimento: schemi, analisi e progettazione termodinamica. Cicli inversi a compressione di vapore: schemi avanzati per l'efficientamento energetico e per specifiche architetture di impianto terrestri o per mezzi di trasporto; focus sui nuovi fluidi frigorigeni a basso impatto ambientale (anidride carbonica e fluidi a basso GWP). Impianti a compressione di vapore criogenici: cicli in auto cascata. Compressori per la refrigerazione di tipo scroll, a vite, alternativi, a vani oscillanti, a palette: approfondimenti tecnici, relativi limiti di impiego; modellizzazione e simulazione con calibrazione da dati sperimentali. Scambiatori di calore per la refrigerazione di tipo: a piastre, a tubi e mantello, a batteria alettata: dettagli tecnici, criteri di scelta e limiti operativi, modellizzazione (fenomenologia e metodi predittivi per lo scambio termico bifasico), calibrazione, ottimizzazione progettuale, esperienze di laboratorio. Espansione tramite capillari, short-orifice, eiettori, valvole elettroniche: modellizzazione e calibrazione su dati sperimentali, esperienze di laboratorio. Simulazione del funzionamento del sistema per ricavare mappe di prestazione e ottimizzazione progettuale multi-variata. Principali architetture di impianto per applicazioni terrestri e per il trasporto. Innovazioni e brevetti recenti nella refrigerazione. Seminari svolti da specialisti del settore.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni in classe; lavoro di gruppo per la preparazione di un elaborato progettuale; esempi svolti in classe di codici di calcolo in Matlab dedicati all'analisi termodinamica e alla modellizzazione di impianti e componenti per la refrigerazione. Visite in laboratorio. Esempi di utilizzo di software specifici: CoolProp, Refprop, Amesim. Seminari di approfondimento.

MATERIALE DIDATTICO

Materiale didattico:
Dispense delle lezioni;
W. Stoecker, Industrial refrigeration handbook, Ed. Mc-Graw Hill;
R. J. Dossat, T. J. Horan - Principles of Refrigeration, Ed. Wiley.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		

In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**		**Esercizi numerici**	**X**
Altro	Si può essere esonerati dalla discussione orale della parte di programma relativa agli scambiatori di calore svolgendo delle attività specifiche in laboratorio. Si può essere esonerati dalla discussione orale della parte teorica relativa alla modellizzazione di singoli componenti, svolgendo e discutendo un progetto con dati assegnati dal docente sui corrispondenti argomenti.					

Tecnologie avanzate per l'energia

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	9		X		X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Annamaria BUONOMANO**			

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. Gli allievi saranno inoltre in grado di pianificare la realizzazione di distretti energetici, industriali o civili, basati sull'integrazione ottimale di tali tecnologie. È prevista l'acquisizione di competenze nell'utilizzo di codici di calcolo. È previsto lo sviluppo di progetti, nell'ambito di lavori di gruppo.

PROGRAMMA

Tecnologie e sistemi per la produzione di idrogeno. Celle a combustibile ("Fuel Cell") e relativi sistemi ibridi.
Tecnologie avanzate per l'utilizzo dell'energia solare: sistemi fotovoltaici avanzati, sistemi ibridi, Solar Heating and Cooling, sistemi per il solare termodinamico ("Concentrated Solar Power"), solar desalination.
Tecnologie e sistemi avanzati per l'utilizzo di risorse geotermiche a bassa, media e alta entalpia: Organic Rankine Cycles (ORC), sistemi ibridi per l'integrazione dell'energia geotermica con altre fonti.
Tecnologie per l'"energy harvesting" (cenni): sistemi piezoelettrici, elettromagnetici, termoelettrici, termoacustici, microeolici.
Tecnologie e sistemi per l'accumulo di energia termica, elettrica, meccanica e chimica su piccola e media scala: sistemi a calore sensibile e latente, termochimici, volani, ad aria compressa; batterie, stoccaggio di idrogeno, supercapacitori; celle a combustibile reversibili; applicazioni "power-to-heat", "power-to-gas", "vehicle-to-grid".
Sistemi di poligenerazione alimentati da fonti rinnovabili e convenzionali a servizio di reti di teleriscaldamento, teleraffrescamento e "smart energy networks": principali schemi funzionali, simulazione dinamica, analisi e ottimizzazione termoeconomica.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali; esercitazioni numeriche, svolte anche con l'ausilio di software specialistico.
Progetto di fine corso (lavoro di gruppo): progettazione preliminare di un sistema basato sull'impiego di una o più delle tecnologie approfondite nel corso.

MATERIALE DIDATTICO

Appunti disponibili sul sito docenti.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		

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

Termofluidodinamica computazionale

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	**9**		**X***			**X**	**X**	

*** Questo insegnamento potrà essere scelto anche al I anno presentando un piano di studio individuale**

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Assunta ANDREOZZI**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Obiettivo del corso è fornire agli allievi gli elementi, 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, 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 ed 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 TFDC – fondamenti teorici e modalità applicative – che spesso vengono trattati in modo disgiunto.

PROGRAMMA

Introduzione ai metodi numerici per le equazioni differenziali della trasmissione del calore e della termofluidodinamica: Differenze Finite (FD), Volumi Finiti (FV), Elementi Finiti (FEM), Elementi al Contorno (BEM), Cenni su altri metodi. Fondamenti del metodo alle Differenze Finite. Il metodo dei Volumi Finiti per fluidi incomprimibili: Griglie Cartesiane/strutturate e Griglie non strutturate. L'Analisi Dimensionale e la Similitudine. La turbolenza e i suoi modelli: DNS - Direct Numerical Simulation, LES - Large Eddy Simulation, RANS - Reynolds-Averaged Navier-Stokes equations. Discretizzazione per i regimi stazionario e transitorio nella diffusione e applicazioni. Discretizzazione per la convezione nei fluidi comprimibili e incomprimibili: approccio in variabili conservative e primitive e relative applicazioni. Discretizzazione per l'irraggiamento: applicazioni. Modellazione numerica dei flussi multifase: esempi risolti con codici commerciali. Descrizione e stima dell'errore in TFDC. Problemi di convergenza.
Esempio di sviluppo di una procedura numerica "home-made", Sviluppo di un progetto con codici commerciali ai volumi finiti e agli elementi finiti.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali – Esercitazioni con codici commerciali

MATERIALE DIDATTICO

Appunti dalle lezioni

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		
In caso di prova scritta i quesiti sono	**A risposta multipla**		**A risposta libera**		**Esercizi numerici**	**X**	
Altro:							

Termofluidodinamica delle macchine

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/08	9	X				X	X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	**Raffaele TUCCILLO**			

OBIETTIVI FORMATIVI

Lo scopo del corso è di fornire gli strumenti per uno studio più approfondito degli argomenti tipici dei settori delle Macchine a Fluido e dei Sistemi per l'Energia e l'Ambiente, ritenuti indispensabili per una formazione completa in questa laurea Magistrale. L'articolazione generale prevede quindi sia la presentazione dei "fondamenti" dello studio termofluidodinamico delle macchine e dei sistemi energetici, sia esempi applicativi. Verrà anche destinato spazio alle più frequenti problematiche a carattere impiantistico, tecnologico, strutturale e ambientale.

PROGRAMMA

Termodinamica delle Macchine. Analisi di I e II principio dei cicli e delle singole trasformazioni; Rendimenti delle macchine e dei cicli; Utilizzo delle proprietà dei fluidi evolventi (gas, vapori, miscele, etc…); Combustione e scambio termico nelle macchine e negli impianti motori; Meccanismi di formazione degli inquinanti

- Criteri generali per il risparmio energetico e controllo ambientale di impianti motori; Cicli ibridi (integrazione con sorgenti solari, ORC, etc.)

Fluidodinamica delle Macchine. Equazioni fluidodinamiche integrali e differenziali e meccanismi di scambio di lavoro e di propulsione; Moto nei condotti delle turbomacchine e delle macchine volumetriche; Fenomenologie tipiche delle macchine a fluido: perdite fluidodinamiche, cavitazione, stallo, riempimento di macchine volumetriche, etc ..Criteri di similitudine

- Curve caratteristiche di macchine motrici e operatrici; Tipologie ed ottimizzazione di stadi di turbomacchine; Studio aerodinamico delle schiere di pale; Flusso nelle turbomacchine radiali; Cenni sulla Fluidodinamica di sistemi reagenti
- Fluidodinamica computazionale applicata alle turbomacchine. Cenni sulla soluzione numerica delle equazioni di Eulero e Navier Stokes. Modelli di turbolenza. Esempi di soluzione numerica del flusso in elementi di turbomacchine.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni ed esercitazioni

MATERIALE DIDATTICO

Appunti disponibili sul sito web docenti: *Termodinamica delle macchine, Analisi exergetica, Equazioni fluidodinamiche integrali, Stadio di compressore e turbina assiale, Similitudine delle turbomacchine, Equazioni fluidodinamiche differenziali ed applicazioni. Conversione Termodinamica dell'energia solare e sistemi ORC. Esempi di casi di fluidodinamica delle macchine per il solutore FLUENT*

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	**Scritta e orale**	**X**	**Solo scritta**		**Solo orale**		

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

Trasmissione del calore

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua	
		I	II	III	I	II	Italiano	Inglese
ING-IND/10	9	X			X		X	

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

Classi				
Docenti	Nicola BIANCO	Adriana GRECO		

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.

PROGRAMMA

Introduzione ai meccanismi di trasmissione del calore. **Conduzione**: Generalità; Regime stazionario monodimensionale; Sistemi alettati; Regime stazionario bidimensionale e tridimensionale; Regime non stazionario; Conduzione: metodi numerici per risolvere campi di temperatura stazionari e non stazionari. **Irraggiamento**: Generalità; Definizioni di base; Corpo nero;Corpo grigio;Caratteristiche radiative delle superfici; Scambio termico radiativo.**Convezione**: Introduzione. Equazioni di continuità, della quantità di moto, dell'energia. Convezione naturale e forzata. Il concetto di strato limite; Le equazioni fondamentali nello strato limite; Adimensionalizzazione delle equazioni fondamentali della convezione; Gruppi adimensionali per la convezione; Flusso esterno e interno; Regime laminare e turbolento. Correlazioni per la valutazione del coefficiente di scambio termico convettivo locale e medio**. Meccanismi combinati**. **Scambiatori di calore**.

MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni , esercitazioni e sviluppo di un progetto di gruppo

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.

MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	

In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	X
Altro	Sviluppo progetto di gruppo mediante l'utilizzo del software Matlab					

Requisiti curriculari minimi per l'accesso alla
Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente (LM-33)

(ai sensi del Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale e del Decreto del Presidente della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base n.176 del 27.11.2015)

L'ammissione ai Corsi di Laurea Magistrale non a ciclo unico prevede, ai sensi dell'Art. 6 D.M. 16 marzo 2007 (Decreto di Istituzione delle Classi delle Lauree Magistrali), la verifica del possesso dei **requisiti curriculari** specificati nel Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale, nonché la verifica di **requisiti di adeguatezza della personale preparazione** dello studente.

Requisiti curriculari

Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale occorre essere in possesso della Laurea, ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero riconosciuto idoneo. La Commissione di Coordinamento Didattico (CCD) ha individuato per l'accesso diretto al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente i seguenti requisiti curriculari minimi in termini di CFU acquisiti per Settore Scientifico Disciplinare

SSD	CFU minimi
MAT 02/03/05/06/07/08/09, SECS S01/S02, ING-INF 05, FIS 01/03, CHIM 03/05/07	40
ICAR/08, ING-IND/06, ING-IND/07, ING-IND/08, ING-IND/09, ING- IND/10, ING-IND/11, ING-IND/12, ING-IND/13, ING- IND/14, ING- IND/15, ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/22, ING-IND/24, ING-IND/25, ING-IND/26, ING-IND/27, ING-IND/31, ING-IND/32, ING-IND/33, ING-IND/35	60

Le condizioni indicate in tabella sono **necessarie ma non sufficienti** per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente. La Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Studio valuterà il possesso di requisiti culturali che si ritengono necessari per una adeguata frequenza del Corso di Laurea Magistrale (distribuzione dei CFU tra i settori scientifico disciplinari, presenza di specifici insegnamenti), analizzando nel dettaglio il curriculum dello studente. La Commissione di Coordinamento Didattico del Corso di Studio potrà individuare, motivandole, eventuali equivalenze di crediti di settori scientifico disciplinari differenti da quelli previsti nella precedente tabella.

Il possesso dei requisiti curriculari è automaticamente soddisfatto dai laureati In Ingegneria Meccanica dell'Università di Napoli Federico II.

I laureati in Ingegneria Aerospaziale, Ingegneria Chimica, Ingegneria Gestionale per la Logistica e la Produzione e Ingegneria Navale presso l'Università degli Studi di Napoli Federico II possono immatricolarsi al presente Corso di Laurea Magistrale senza integrazioni curriculari. Si consiglia allo studente che intende avvalersi di questa opportunità di adeguare autonomamente la propria preparazione tenendo conto della tabella riportata in precedenza.

L'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale non è consentita in difetto dei requisiti minimi curriculari specificati in precedenza. La CCD, eventualmente avvalendosi di un'apposita commissione istruttoria, valuta in questo caso i requisiti curriculari posseduti dal candidato e ne riconosce i crediti in tutto o in parte.

La CCD, quindi, dispone la modalità attraverso la quale lo studente può effettuare l'integrazione curriculare, da selezionare, in ragione dell'entità e della natura delle integrazioni richieste, tra le opzioni seguenti:

1) integrazioni curriculari da effettuare anteriormente alla iscrizione, ai sensi dell'art. 6 comma 1 del D.M. 16 marzo 2007, mediante iscrizione a singoli corsi di insegnamento attivati l'Ateneo e superamento dei relativi esami di profitto, ai sensi dell'art. 16 comma 6 del RDA (le FAQ sono

consultabili al link http://www.unina.it/-/5601348-iscrizione-ai-corsi-singoli, mentre il regolamento è scaricabile al link http://www.unina.it/documents/11958/18338949/3241_2019-09-04_IscrizioneCorsiSingoli.pdf

2) iscrizione ad un Corso di Laurea che dà accesso automatico al CdS con abbreviazione di percorso ed assegnazione di un Piano di Studi che prevede le integrazioni curriculari richieste per l'iscrizione al Corso di Laurea Magistrale.
3) iscrizione al corso di Laurea Magistrale con assegnazione di un Piano di Studi che prevede percorsi di allineamento, in coerenza con l'art. 6 comma 3 del D.M. 16 marzo 2007, senza aggravio di CFU.

Requisiti di adeguatezza della personale preparazione dello studente

L'art. 6 comma 2 del D.M. 16 marzo 2007 stabilisce la verifica dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente, ai fini della ammissione al Corso di Laurea Magistrale.

Sono esonerati dalla verifica dell'adeguatezza della personale preparazione gli studenti che si trovano in una delle seguenti condizioni:

1) studenti in possesso del titolo di Laurea cha dà titolo alla iscrizione al Corso di Laurea Magistrale conseguito presso l'Ateneo Federico II a completamento di un Corso di Laurea al quale l'interessato si è immatricolato anteriormente al 1 settembre 2011;
2) studenti che non si trovino nella condizione precedente per i quali la media **M** delle votazioni (in trentesimi) conseguite negli esami di profitto per il conseguimento del titolo di Laurea che dà accesso al Corso di Laurea Magistrale - pesate sulla base delle relative consistenze in CFU - e la durata degli studi **D1** espressa in anni di corso - confrontata con la **durata normale D2** del percorso di studi - soddisfino il seguente criterio di **automatica ammissione**:

provenienti da Federico II			**provenienti da altri Atenei**
D1=D2	**D1=D2+1**	**D1≥D2+2**	**D1 qualunque**
M ≥ 21	M ≥ 22.5	M ≥ 24	M ≥ 24

Richieste di ammissione al Corso di Laurea Magistrale da parte di studenti **in difetto dei criteri per l'automatica ammissione** saranno esaminate dalla CCD che valuterà con giudizio insindacabile l'ammissibilità della richiesta, stabilendo gli eventuali adempimenti da parte dell'interessato ai fini dell'ammissione al Corso. La CCD potrà esaminare il curriculum seguito dall'interessato, eventualmente prendendo in considerazione le votazioni di profitto conseguite in insegnamenti caratterizzanti o in insegnamenti comunque ritenuti di particolare rilevanza ai fini del proficuo svolgimento del percorso di Laurea Magistrale, ovvero predisponendo modalità di accertamento (colloqui, test) per la verifica della adeguatezza della personale preparazione dello studente, ovvero adottando le modalità 1 o 3 previste per le integrazioni curriculari.

Calendario delle attività didattiche - a.a. 2020/2021

	Inizio	Termine
1° periodo didattico	28 settembre 2020	22 dicembre 2020
1° periodo di esami (a)	23 dicembre 2020	27 febbraio 2021
Finestra esami marzo (a)	1 marzo 2021	31 marzo 2021
2° periodo didattico	8 marzo 2021	11 giugno 2021
2° periodo di esami (a)	12 giugno 2021	31 luglio 2021
3° periodo di esami (a)	31 agosto 2021	30 settembre 2021
Finestra esami ottobre (a)	1 ottobre 2021	30 ottobre 2021

(a): per allievi in corso

Referenti del Corso di Studi

Coordinatore Didattico dei Corso di Studio in Ingegneria Meccanica per l'Energia e l'Ambiente: Prof. Nicola Bianco – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682645 - e-mail: nicola.bianco@unina.it

Responsabile del Corso di Laurea per i tirocini: Prof. Adolfo Palombo – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682299 - e-mail: adolfo.palombo@unina.it

Responsabile del Corso di Laurea per il programma Erasmus: Prof. Alfonso William Mauro – Dipartimento di Ingegneria Industriale - tel. 081/7682198 - e-mail: alfonsowilliam.mauro@unina.it