Attività di laboratorio ed esercitazioni negli insegnamenti del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica

Esiti del questionario di monitoraggio rivolto ai docenti del Corso di Studi

Nell'ambito del Rapporto di Riesame Ciclico del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica, tra le azioni di miglioramento è stato individuato il monitoraggio dell'impiego di software di modellazione e simulazione negli insegnamenti del piano di studi. L'obiettivo è duplice: fornire agli studenti ulteriori indicazioni utili per orientarsi nella scelta del piano di studi e descrivere in modo più completo i contenuti degli insegnamenti sul sito del Corso di Studi.

A tal fine è stato somministrato ai docenti un breve questionario, esteso anche alle attività sperimentali svolte in laboratorio. Il presente documento raccoglie e sintetizza le risposte pervenute.

Quadro riassuntivo

Insegnamenti rappresentati	19
Attività virtuali (esercitazioni con simulazione numerica)	15
Attività sperimentali (in laboratorio)	4
Esercitazioni funzionali a un progetto	13 (sulle 15 attività virtuali)
Attività che contribuiscono al voto finale	12 su 19

Sotto il profilo degli strumenti, gli ambienti di calcolo più ricorrenti nelle attività virtuali sono il foglio di calcolo Excel e Matlab/Simulink, affiancati da codici CFD (ANSYS Fluent, CONVERGE e software commerciali) e da software specialistici per i singoli ambiti (tra cui EnergyPLAN e MUSEPLAN per la pianificazione energetica, GateCycle, AspenPlus e CycleTempo per gli impianti di potenza, OpenLCA per l'analisi del ciclo di vita, ScreenView, ProUCL e Risk-net per le emissioni in atmosfera, HotSpot e QGIS per le misure nucleari). Le attività sperimentali impiegano invece strumentazione di laboratorio per misure elettriche, ottiche e termiche, banchi prova su dispositivi energetici e schede di acquisizione ed elettronica di prototipazione.

Tabella di sintesi delle risposte

Insegnamento	Tipo	Software / Strumenti	Progetto	Voto
Azionamenti Elettrici e Reti di Distribuzione	Virtuale	Matlab/Simulink	Sì	No
Diagnostiche per Reattori Nucleari	Virtuale	Matlab	Sì	Sì
Elettronica di Potenza	Virtuale	Matlab/Simulink	Sì	No
Impatto Ambientale delle Emissioni in Atmosfera	Virtuale	ScreenView, ProUCL, Risk-net	Sì	Sì
Impianti Chimici per l'Energia	Virtuale	OpenLCA	No	No
Impianti di Potenza e Cogenerazione	Virtuale	Excel (proprietà dei fluidi)	Sì	No
Impianti per il Recupero di Energia da Rifiuti	Virtuale	Excel	Sì	Sì
Impianti Termotecnici	Virtuale	Matlab/Excel	Sì	Sì
Interazione tra le Macchine e l'Ambiente	Virtuale	ANSYS Fluent	Sì	Sì
Misure e Strumentazione Nucleari	Virtuale	HotSpot, QGIS, Matlab, Excel	Sì	Sì
Pianificazione Energetica	Virtuale	EnergyPLAN, MUSEPLAN, Excel	Sì	Sì
Powertrain Technologies for Future Mobility	Virtuale	Matlab/Simulink/Simscape, CONVERGE CFD	Sì	Sì
Progetto di Macchine	Virtuale	Simulink/Simscape	Sì	No
Sistemi Energetici Avanzati	Virtuale	Excel (prop. fluidi), GateCycle, CycleTempo, AspenPlus	Sì	No
Tecnologie e Metodologie per la Decarbonizzazione dei Sistemi Energetici	Virtuale	Excel, Matlab	Sì	No
Elettronica per l'Energia Rinnovabile	Sperimentale	Schede di acquisizione, componenti elettronici	—	Sì
Energy Laboratory	Sperimentale	Strumenti di misura; banchi prova (batterie Li-ion, fuel cell); Arduino/Raspberry Pi	—	Sì
Sistemi e Componenti per la Conversione dell'Energia da Fonti Rinnovabili	Sperimentale	Calorimetro, analizzatore CHNS, TGA, pretrattamento biomasse	—	No
Tecnologia dei Laser di Potenza	Sperimentale	Strumenti per misure elettriche e ottiche; caratterizzazione sorgenti laser	—	Sì

Legenda — "Progetto": le esercitazioni sono funzionali allo svolgimento di un progetto; "Voto": l'attività contribuisce alla determinazione del voto finale; "—": voce non prevista per la tipologia di attività.

Esercitazioni con simulazione numerica (attività virtuali)

Azionamenti Elettrici e Reti di Distribuzione

Docente: Stefano Bifaretti

Software impiegati: Matlab/Simulink

Numero indicativo di esercitazioni: 6

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: No

Descrizione: Gli studenti replicano sul proprio laptop il modello Simulink proposto dal docente e verificano i risultati attesi in corrispondenza di diversi scenari operativi; il docente corregge eventuali discrepanze. I modelli proposti riguardano principalmente impianti elettrici di trasmissione e distribuzione, descritti secondo lo standard IEEE 9-bus system, gli azionamenti di velocità e posizione con motori in corrente continua e in corrente alternata.

Diagnostiche per Reattori Nucleari

Docente: Michela Gelfusa

Software impiegati: Matlab

Numero indicativo di esercitazioni: 3

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Le esercitazioni sono funzionali allo svolgimento di un progetto (che contribuisce al voto finale) relativo allo sviluppo di tools basati su tecniche di machine learning per lo studio dei reattori nucleari di tipo Tokamak, sia con l'utilizzo di dati sintetici sia a partire da dati di campagne sperimentali.

Elettronica di Potenza

Docente: Stefano Bifaretti

Software impiegati: Matlab/Simulink

Numero indicativo di esercitazioni: 5

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: No

Descrizione: Gli studenti replicano sul proprio laptop il modello Simulink proposto dal docente e verificano i risultati attesi in corrispondenza di diversi scenari operativi; il docente corregge eventuali discrepanze. I modelli proposti sono rivolti principalmente al funzionamento dei convertitori c.c./c.c. e c.c./c.a., nonché all'implementazione delle loro le tecniche di modulazione e controllo.

Impatto Ambientale delle Emissioni in Atmosfera

Docente: Iason Verginelli

Software impiegati: ScreenView (modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera); ProUCL (elaborazione statistica dei dati ambientali); Risk-net (applicazione dell'analisi di rischio)

Numero indicativo di esercitazioni: 3

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Durante il corso sono previste tre esercitazioni pratiche in aula, svolte al computer, finalizzate all'acquisizione di competenze operative nell'ambito dei modelli di dispersione atmosferica, dell'elaborazione statistica dei dati ambientali e dell'applicazione delle procedure di analisi del rischio ambientale. Gli studenti utilizzano il software ScreenView per la simulazione della dispersione in atmosfera e redigono un elaborato tecnico (individuale o di gruppo), successivamente presentato e discusso in aula. L'elaborato è valutato dal docente e il relativo punteggio concorre alla determinazione del voto finale d'esame con un peso pari a un terzo (1/3) della valutazione complessiva.

Impianti Chimici per l'Energia

Docente: Marcello De Falco

Software impiegati: OpenLCA

Numero indicativo di esercitazioni: 4

Esercitazioni funzionali a un progetto: No

Contributo al voto finale: No

Descrizione: Esercizi in classe; esempi di analisi LCA (Life Cycle Assessment).

Impianti di Potenza e Cogenerazione

Docenti: Marco Gambini, Michela Vellini

Software impiegati: Excel integrato con le proprietà dei fluidi

Numero indicativo di esercitazioni: 4

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: No

Descrizione: Bilanci termici in design e off-design di impianti di potenza cogenerativi. Le esercitazioni sono svolte dai docenti; all'esame gli studenti devono portare almeno un'esercitazione assegnata.

Impianti per il Recupero di Energia da Rifiuti

Docente: Francesco Lombardi

Software impiegati: Foglio di calcolo Excel

Numero indicativo di esercitazioni: 6

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: 1) Determinazione della merceologia, dell'umidità e del peso nell'unità di volume di un rifiuto note le frazioni costituenti, determinazione della frazione combustibile e della formula chimica approssimata; 2) determinazione della purezza e dell'efficienza della selezione dei RU; 3) dimensionamento di massima di un sistema di compostaggio e di digestione anaerobica della frazione organica dei rifiuti, con determinazione del biogas producibile; 4) combustione dei rifiuti solidi: calcolo del potere calorifico di un rifiuto e stechiometria della combustione; 5) impianti di termovalorizzazione: progettazione della camera di combustione e post-combustione; 6) impianti di termovalorizzazione: progettazione delle unità di abbattimento delle emissioni gassose.

Impianti Termotecnici

Docenti: Sandra Corasaniti, Ivano Petracci

Software impiegati: Matlab e/o Excel

Numero indicativo di esercitazioni: 1

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Si propongono due progetti, da svolgere in gruppi da due o tre persone. Prima esercitazione: "Applicazioni dello scambio termico in ambito industriale: calcolo teorico e simulazioni termofluidodinamiche": calcolo teorico (con l'ausilio di Excel e/o Matlab) delle temperature alla base di una piastra alettata soggetta a carichi termici discreti, caso rappresentativo di molte applicazioni industriali ed elettroniche. Seconda esercitazione: "Impianti frigoriferi da valutare rispetto alle efficienze di primo e secondo principio e a considerazioni termoeconomiche e ambientali": viene assegnato un impianto frigorifero da risolvere con il metodo delle quattro E (Energy, Exergy, Environmental and Exergoeconomic analysis), con utilizzo di Matlab e/o Excel anche per la determinazione degli stati termodinamici e delle proprietà termofisiche dei fluidi frigorigeni; l'analisi exergoeconomica richiede anche un dimensionamento di massima degli scambiatori di calore dell'impianto.

Interazione tra le Macchine e l'Ambiente

Docente: Giacomo Falcucci

Software impiegati: ANSYS Fluent (Student version)

Numero indicativo di esercitazioni: 8

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Descrizione del software e spiegazione del metodo dei Volumi Finiti (FVM); generazione di una griglia di calcolo "base" per lo studio della dispersione di inquinanti emessi da un camino industriale; calcolo della dispersione degli inquinanti con varie metodologie, diverse tipologie di accoppiamento e in presenza di diverse condizioni di vento e temperatura.

Misure e Strumentazione Nucleari

Docente: Andrea Malizia

Software impiegati: HotSpot, QGIS, Matlab, Excel

Numero indicativo di esercitazioni: 6

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Simulazioni di rilascio radioattivo in aria, georeferenziazione dei dati, elaborazione e analisi dei dati.

Pianificazione Energetica

Docente: Benedetto Nastasi

Software impiegati: EnergyPLAN, MUSEPLAN, MS Excel

Numero indicativo di esercitazioni: 3

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Modellazione, simulazione, calibrazione e validazione del sistema energetico nazionale italiano nell'anno scelto come baseline. Modellazione, simulazione, calibrazione e validazione del sistema energetico urbano di Roma Capitale nell'anno di baseline e al 2030, come da relativo strumento di policy. Modellazione e simulazione del sistema energetico nazionale italiano al 2030, 2040 e 2050, con relativi approfondimenti tecnologici, economici e di policy in accordo con le policy nazionali ed europee.

Powertrain Technologies for Future Mobility

Docente: Lorenzo Bartolucci

Software impiegati: Matlab/Simulink/Simscape; CONVERGE CFD

Numero indicativo di esercitazioni: 1

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Nel corso delle esercitazioni gli studenti affrontano un problema tecnico reale legato al comportamento di un veicolo o di un componente del powertrain, con l'obiettivo di acquisire competenze pratiche di modellazione e analisi mediante strumenti di simulazione ampiamente impiegati in ambito automotive. Sono previsti due possibili percorsi: la simulazione del veicolo tramite Simulink/Simscape (a partire da un modello base, modificandone l'architettura, integrando componenti reali e valutandone l'effetto sulle prestazioni, con sperimentazione di diverse strategie di controllo) oppure l'analisi di dettaglio di un singolo componente del powertrain con CONVERGE CFD (simulazioni fluidodinamiche per motori a combustione interna e per tecnologie dei veicoli elettrici, quali batterie, motori elettrici o altri sottosistemi critici). La struttura flessibile consente a ciascuno studente di orientare il lavoro verso l'ambito più vicino ai propri interessi.

Progetto di Macchine

Docente: Michele Manno

Software impiegati: Simscape

Numero indicativo di esercitazioni: 1

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: No

Descrizione: Le esercitazioni possono essere svolte in gruppi (da due a quattro studenti), e riguardano la simulazione in Simscape di un impianto a pompa di calore o frigorifero per il soddisfacimento di un carico termico assegnato, sulla base di parametri di progetto (tipo di impianto, fluido refrigerante, profili di temperatura, etc.) assegnati dal docente. L'esercitazione deve comprendere: a) il dimensionamento o la scelta dei componenti che consentono di ottenere le prestazioni attese; b) la verifica del comportamento del sistema in condizioni di progetto; c) lo studio del comportamento del sistema in condizioni diverse da quelle di progetto (*off-design*); d) la regolazione delle prestazioni del sistema mediante controllori PID.

Sistemi Energetici Avanzati

Docente: Michela Vellini

Software impiegati: Excel integrato con le proprietà dei fluidi, GateCycle, CycleTempo e AspenPlus

Numero indicativo di esercitazioni: 4

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: No

Descrizione: Bilanci termici di impianti di potenza complessi ad elevato rendimento e bassissime emissioni di CO_2; dimensionamento preliminare di turbomacchine operanti con fluidi non convenzionali. Le esercitazioni vengono svolte in classe dai docenti.

Tecnologie e Metodologie per la Decarbonizzazione dei Sistemi Energetici

Docente: Stefano Mazzoni

Software impiegati: Excel e Matlab

Numero indicativo di esercitazioni: 2

Esercitazioni funzionali a un progetto: Sì

Contributo al voto finale: No

Descrizione: Integrazione dei crediti/tasse sulla CO_2 nella valutazione del NPV e del LCOE per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili (RES); strategie ottimali di dispacciamento per sistemi multi-energia.

Attività sperimentali in laboratorio

Elettronica per l'Energia Rinnovabile

Docente: Andrea Reale

Attrezzature impiegate: Schede di acquisizione e componenti elettronici

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Caratterizzazione di celle e moduli fotovoltaici con circuiti elettronici simulati e realizzati dagli studenti.

Energy Laboratory

Docente: Lorenzo Bartolucci

Attrezzature impiegate: Strumenti di misura (temperatura, corrente, flow meter); banchi prova su dispositivi energetici (batterie Li-ion, fuel cell); integrazione di logiche di controllo e protocolli di comunicazione su schede elettroniche (Arduino, Raspberry Pi)

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: L'attività si articola in brevi esperienze di misura di temperatura e portata, mirate a familiarizzare con il laboratorio, per poi passare allo sviluppo del progetto centrale, oggetto di relazione e discussione finale. Il progetto è incentrato sui sistemi energetici rinnovabili integrati, con attività che variano ogni anno in funzione degli aspetti tecnologicamente più rilevanti.

Sistemi e Componenti per la Conversione dell'Energia da Fonti Rinnovabili

Docenti: Stefano Cordiner, Vincenzo Mulone

Attrezzature impiegate: Calorimetro, analizzatore CHNS, analisi TGA, sistemi per il pretrattamento di biomasse

Contributo al voto finale: No

Descrizione: L'attività è finalizzata alla caratterizzazione di biomasse vergini e residuali dal punto di vista energetico.

Tecnologia dei Laser di Potenza

Docente: Pasqualino Gaudio

Attrezzature impiegate: Strumenti di laboratorio per la misura di segnali elettrici e ottici; misure di caratterizzazione di sorgenti laser

Contributo al voto finale: Sì

Descrizione: Acquisizione di un segnale elettrico; acquisizione di uno spettro ottico; acquisizione di un segnale di energia e potenza di un fascio laser.