



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

Insegnamento	Macchine
Livello e corso di studio	Laurea Triennale in Ingegneria Industriale L9
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-IND/09
Anno di corso	3
Anno Accademico	2021 - 2022
Numero totale di crediti	9 CFU
Propedeuticità	Termodinamica applicata, Fisica generale I
Docente	Gino Bella Facoltà: Ingegneria Nickname: gino.bella Email: gino.bella@unicusano.it Orario di ricevimento: consultare il calendario videoconferenze.
Presentazione	Il corso di Macchine ha lo scopo di far acquisire allo studente una buona conoscenza dei principi di funzionamento e le basi per la valutazione, la verifica e la progettazione corrente dei sistemi di conversione dell'energia, con particolare riferimento a quelli più impiegati attualmente negli impianti industriali. Le Etivity associate al corso, da sviluppare attraverso la scrittura di elaborati tecnici in Word (o pacchetti gratuiti alternativi, OpenOffice), favoriscono lo sviluppo delle competenze necessarie alla risoluzione di problemi applicativi relativi a tali impianti.
Obiettivi formativi	Il corso di Macchine ha i seguenti obiettivi formativi: <ol style="list-style-type: none">1. Rivedere i principi fondamentali della termodinamica applicata ed illustrare la loro applicazione nell'ambito dei sistemi energetici di interesse;2. Illustrare le basi del funzionamento degli impianti termoelettrici a vapore e fornire gli elementi necessari alla analisi delle prestazioni3. Illustrare le basi del funzionamento degli impianti termoelettrici a turbina a gas e fornire gli elementi necessari alla analisi delle prestazioni4. Illustrare l'implementazione del software Matlab per lo studio dei sistemi energetici
Prerequisiti	Le nozioni relative alla termodinamica applicata, alla fisica generale rappresentano un prerequisito di propedeuticità per il corso di Macchine. È necessario che lo studente che si avvicina alla preparazione di questa materia abbia una buona padronanza dei suddetti argomenti, nonché una buona preparazione nella matematica di base.
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding):</u></p> <p>Conoscenza dei principali sistemi di conversione energetica (cicli a vapore, a gas) e dei loro componenti, capacità di comprensione e descrizione del loro funzionamento, dei parametri di progetto e delle condizioni di esercizio che ne influenzano le prestazioni.</p> <p><u>Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding):</u></p> <p>Capacità di risoluzione di problemi di calcolo relativi ai principali sistemi di conversione energetica (cicli a vapore, a gas), con particolare riferimento al calcolo delle prestazioni in dipendenza dai principali parametri di progetto, sulla base di bilanci energetici, tenendo conto delle relative caratteristiche delle macchine e dei fluidi impiegati.</p> <p><u>Autonomia di giudizio (making judgements):</u></p>

	<p>Capacità di scegliere le appropriate procedure di risoluzione e le metodologie per lo svolgimento dei problemi assegnati. Capacità di valutare e spiegare i risultati ottenuti dallo svolgimento dei problemi rispetto ai risultati attesi sulla base dello studio teorico.</p> <p><u><i>Abilità comunicative (communication skills):</i></u></p> <p>Sviluppo di un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che permetta di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze apprese. Capacità di comunicare e descrivere con accuratezza la procedura di risoluzione e le metodologie utilizzate per lo svolgimento dei problemi assegnati.</p> <p><u><i>Capacità di apprendere (learning skills):</i></u></p> <p>Capacità di studiare autonomamente approfondimenti relativi ai temi dell'insegnamento.</p>
<p>Organizzazione dell'insegnamento</p>	<p>Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video che compongono, insieme a slide e dispense, i materiali di studio disponibili in piattaforma.</p> <p>La didattica interattiva è svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende 3 Etivity che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria, tramite codici di calcolo sviluppati in Matlab dallo studente, alla soluzione di problemi di carattere applicativo.</p> <p>Al termine di ogni Etivity lo studente deve redigere una relazione tecnica in Word, da inviare al docente per la correzione e la valutazione della stessa.</p> <p>In particolare, il corso di Macchine prevede 9 Crediti Formativi. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è compreso tra 220 e 250 ore così suddivise in:</p> <ul style="list-style-type: none"> - circa 120 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (?? ore videoregistrate di teoria); - circa 40 ore per esercitazioni svolte caricate in piattaforma. - circa 60 ore di Didattica Interattiva per l'elaborazione e la consegna di 3 Etivity. - circa 10 ore di Didattica Interattiva per per l'esecuzione dei test di autovalutazione. <p>Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 10 settimane dedicando tra le 20 e le 25 ore di studio a settimana.</p>
<p>Contenuti del corso</p>	<p>Modulo 01 – Termodinamica Applicata, parte 1 (8 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 28 ore - settimane 1-2): Concetti fondamentali. Lavoro per sistemi chiusi. Lavoro di pulsione. Lavoro per sistemi aperti. Primo principio della termodinamica. Macchine e bilanci di energia. Analisi energetica di sistemi a flusso stazionario. Calori specifici. Gas perfetto.</p> <p>Esercitazioni svolte – Modulo 01 (per un impegno di 5 ore circa – settimana 2) Primo Principio della Termodinamica per sistemi aperti.</p> <p>Modulo 02 – Termodinamica Applicata, parte 2 (8 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 28 ore - settimane 2-3): Proprietà termostatiche e grandezze di stato. Secondo principio della termodinamica. Secondo Principio della Termodinamica. Entropia. Ciclo di Carnot. Trasformazioni cicliche. Piani termodinamici. Le trasformazioni tecniche dei gas perfetti. Compressione di un gas perfetto e fenomeno del controrecupero. Espansione di un gas perfetto e fenomeno del recupero. Sistemi liquido-vapore. Introduzione e approccio al software Matlab in ambito di Macchine e sistemi energetici.</p> <p>Esercitazioni svolte – Modulo 02 (per un impegno di 5 ore circa – settimana 3) Uso di diagramma e tabelle di vapore. Uso del database Coolprop all'interno di software Matlab. Rappresentazione dell'espansione e della compressione adiabatiche reali sui piani termodinamici.</p> <p>Etivity 1 – Modulo 02 (15 ore di carico di studio - settimana 4). In questa Etivity vengono proposti alcuni esercizi riguardanti i concetti di base della termodinamica e, in particolare, vengono proposti alcuni esercizi riguardanti i sistemi liquido-vapore. Al termine degli esercizi lo studente deve formalizzare una relazione scritta, in formato elettronico, da inviare al docente per la valutazione.</p> <p>Modulo 03 – Impianti motori termici a vapore 8 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 28 ore – settimane 3-4): Generalità. Impianti a vapore. Le prestazioni del ciclo Hirn. L'ottimizzazione delle prestazioni. Pressione al condensatore. Condizioni al generatore di vapore. Surriscaldamento. Surriscaldamenti ripetuti. La rigenerazione negli impianti a vapore. La rigenerazione con spillamenti. Il rigeneratore a miscela. Il rigeneratore a</p>

	<p>superficie. Il degasatore. Generatori di vapore. Schemi di caldaie. Parametri tecnici caratteristici. Calcolo del rendimento del generatore di vapore. Circolazione aria/fumi. Circuito acqua/vapore.</p> <p>Esercitazioni svolte – Modulo 03 (per un impegno di 5 ore circa – settimana 4) Calcolo delle prestazioni di un ciclo a vapore semplice. Calcolo delle prestazioni di un ciclo a vapore surriscaldato. Calcolo delle prestazioni di un ciclo a vapore con uno spillamento.</p> <p>Etivity 2– Modulo 03 (30 ore di carico di studio - settimane 4-5). In questa Etivity viene proposto un esercizio riguardante sviluppo di un codice Matlab e l’analisi e confronto delle prestazioni di un impianto motore turbina a vapore base, surriscaldato, reheat e rigenerato. Al termine dell’esercizio lo studente deve formalizzare una relazione scritta, in formato elettronico, da inviare al docente per la valutazione.</p> <p>Modulo 04– Impianti motori termici con turbine a gas – (7 lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 24.5 ore - settimane 5-6): Il circuito elementare. Il processo di combustione. Ciclo ideale. Ciclo limite. Ciclo reale. Il rendimento globale di un impianto motore termico con turbina a gas. Le prestazioni in funzione dei rendimenti politropici. La rigenerazione nelle turbine a gas. Interrefrigerazione nel ciclo semplice, rapporto di compressione ottimale, andamento del lavoro utile.</p> <p>Esercitazioni svolte – Modulo 04 (per un impegno di 5 ore circa – settimana 6) Calcolo delle prestazioni di un ciclo turbogas semplice. Calcolo delle prestazioni di un ciclo turbogas con rigenerazione. Calcolo delle prestazioni di un ciclo turbogas con reheating. Calcolo delle prestazioni di un ciclo turbogas interrefrigerato. Combustione ed eccesso d’aria. Calcolo delle prestazioni di un ciclo turbogas con e senza rigenerazione.</p> <p>Etivity 3– Modulo 04 (20 ore di carico di studio - settimane 7-8). In questa Etivity viene proposto un esercizio riguardante sviluppo di un codice Matlab e l’analisi e confronto delle prestazioni di un impianto motore turbina a gas base, rigenerato e interrefrigerato. Al termine dell’esercizio lo studente deve formalizzare una relazione scritta, in formato elettronico, da inviare al docente per la valutazione.</p>
<p>Materiali di studio</p>	<p>MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE: Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 6 Moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.</p> <p>Testi consigliati:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Y. Cengel, <i>Termodinamica e trasmissione del calore</i>, McGraw-Hill. - A. Cavallini, L. Mattarolo, <i>Termodinamica applicata</i>, CLEUP editore - C. Caputo, <i>Gli impianti convertitori di energia</i>, CEA editore - G. Cornetti e F. Millo. “Macchine idrauliche”. Edizioni Il Capitello. 2015 - G. Cornetti e F. Millo. “Macchine idrauliche”. Edizioni Il Capitello. 2015 - G. Cornetti e F. Millo. “Macchine a gas”. Edizioni Il Capitello. 2015
<p>Modalità di verifica dell’apprendimento</p>	<p>L’esame di Macchine consiste nello svolgimento di una o due prove scritte (a seconda della modalità d’esame scelta, come descritto di seguito) della durata di 90 minuti, tendenti ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti e di una serie di attività (Etivity) svolte durante il corso nelle classi virtuali. Le prove scritte e le Etivity concorrono alla valutazione dei risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia, la capacità di applicare tali conoscenze, le abilità comunicative e la capacità di trarre conclusioni.</p> <p>La valutazione delle Etivity da 0 a 5 punti, complessivamente, è effettuata in itinere, durante la durata del corso. Le Etivity sono facoltative, tuttavia sono fortemente consigliate. In caso di svolgimento delle Etivity, l’esame di profitto è valutato, complessivamente, per i restanti da 0 a 25 punti e può essere effettuato in forma scritta sia presso la sede di Roma sia presso i poli didattici previa prenotazione da parte dello studente. In caso di assenza di Etivity l’esame di profitto è valutato, complessivamente da 0 a 30 punti e può essere effettuato in forma scritta sia presso la sede di Roma sia presso i poli didattici previa prenotazione da parte dello studente. In ogni caso, il compito d’esame può essere svolto in un’unica soluzione o suddiviso in due esoneri, secondo una delle modalità seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ESAME INTEGRALE In questo caso l’esame sarà composto da <i>1 o 2 esercizi</i> e, eventualmente, da <i>1 domanda teorica</i>, vertenti sugli argomenti dell’intero programma; tale prova è valutata da 0 a 25 punti. (In assenza di Etivity ci sarà un esercizio e una domanda teorica aggiuntiva dal valore di 5 punti) - PROVE PARZIALI In questo caso l’esame viene suddiviso in due prove, da essere svolte in due diversi appelli, ciascuna inerente una parte specifica del programma: <ul style="list-style-type: none"> • ESONERO 1

	<p>La prova è inerente i Moduli 1, 2,3 ed è composta da <i>1 a 3 esercizi/domande teoriche</i>. Tale esonero è valutato da 0 a 12 punti. Il punteggio per il superamento della prova è 6/12, punteggio minimo che deve essere conseguito affinché sia possibile accedere al secondo esonero. Il voto attribuito al primo esonero viene mantenuto al massimo per 3 mesi. In caso di mancato superamento dell'esame complessivo o sostenimento del secondo esonero entro tale termine, il giudizio riportato per tale prova verrà annullato. (In assenza di Etivity ci sarà un esercizio e una domanda teorica aggiuntiva dal valore di 3 punti)</p> <ul style="list-style-type: none"> • ESONERO 2 La prova è inerente i Moduli 4, ed è composta da <i>1 a 3 esercizi/domande teoriche</i>. Tale esonero è valutato con un giudizio da 0 a 13 punti. (In assenza di Etivity ci sarà un esercizio e una domanda teorica aggiuntiva dal valore di 2 punti) <p>In sede d'esame, lo studente dovrà indicare la modalità d'esame scelta, senza la necessità di comunicarlo preventivamente al docente. Verrà quindi corretta solamente la parte selezionata. Una scelta multipla o nessuna scelta comporterà automaticamente la correzione della sola parte relativa alla modalità di esame integrale. Si ribadisce che lo studente può sostenere il secondo esonero solo dopo aver superato il primo. Quindi, qualora lo studente sostenesse ugualmente la seconda prova senza aver superato la prima, tale prova verrà considerata non valida.</p> <p>Si enfatizza che particolare attenzione nella valutazione delle risposte date viene data alla capacità dello studente di rielaborare il materiale presente in piattaforma.</p> <p>Durante la prova scritta NON è consentito l'utilizzo di dispense, appunti, testi o formulari in formato cartaceo né digitale. È consentito l'utilizzo solamente di una calcolatrice scientifica non programmabile e dell'eventuale materiale fornito dal docente (tabelle proprietà termodinamiche delle sostanze).</p>
<p>Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale</p>	<p>L'assegnazione dell'elaborato finale avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici interessi in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono preclusioni alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una media particolare per poterla richiedere.</p>