UNIVERSITÀ DI PISA

MACCHINE

UMBERTO DESIDERI

Anno accademico	2022/23
CdS	INGEGNERIA MECCANICA
Codice	111II
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
MACCHINE	ING-IND/08	LEZIONI	90	UMBERTO DESIDERI GUIDO FRANCESCO FRATE

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Al termine del corso lo studente avrà acquisito conoscenze in merito al principio di funzionamento e alle basi delle macchine a fluido (turbine e compressori) e degli impianti di conversione dell'energia (impianti a vapore, turbine a gas e motori a combustione interna) e dei principali sistemi di conversione dell'energia rinnovabile (energia solare, eolica, geotermica, idraulica)

Modalità di verifica delle conoscenze
La conscenza verrà verificata dalla dimostrazione della capacità di discutere gli argomenti principali del corso con una terminologia appropriata. Durante l'esame orale lo studente dovrà dimostrare la sua conoscenza degli argomenti del corso e di rispondere alle domande con approfondimento e con capacità di esprimere i concetti con proprietà di linguaggio. Lo studente dovrà dimostrare la capacità di mettere in pratica e di eseguire con spirito critico le attività illlustrate sotto la guida del professore durante le lezioni. Nel rispondere alle domande fatte dal docente, lo studente dovrà dimostrare la capacità di affrontare un problema e di organizzare un'esposizione efficade dell'argomento.
Metodo:

- Esame orale finale per il 100% della valutazione

Capacità
Al termine del corso:

- lo studente saprà svolgere dei calcoli per la progettazione preliminare di macchine a fluido
- lo studente saprà svolgere dei calcoli per la progettazione preliminare di impianti di conversione dell'energia

Modalità di verifica delle capacità
Lo studente dovrà essere in grado di utilizzare le grandezze termodinamiche e fluidodinamiche dimostrando di averne compreso il significato e le applicazioni

Comportamenti
Lo studente dovrà aver acquisito sensibilità per le principali grandezze relative agli impianti di conversione dell'energia e alle macchine a fluido.

Modalità di verifica dei comportamenti
Durante le prove di esame verrà verificata la padronanza dello studente nella conoscenza delle grandezze relative agli argomenti trattati.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
E' molto importante che l'esame venga sostenuto dopo il superamento degli esami del primo anno e dell'esame di Fisica Tecnica. La conscenza della matematica e della fisica di base con particolare riferimento alla termodinamica e allo scambio termico sono considerate conoscenze di base per questo insegnamento

Indicazioni metodologiche
Lezioni frontali
Attività di apprendimento:

- seguire le lezioni
- preparazione di esami orali

Frequenza: consigliata

Programma (contenuti dell'insegnamento)

- Richiami di termodinamica, Sistemi aperti e chiusi. Primo principio della termodinamica. Espressione del primo principio per sistemi aperti e chiusi. Secondo principio della termodinamica. Proprietà termodinamiche dei fluidi. Liquidi, gas e vapori. Equazioni di stato. Diagrammi termodinamici: T-s, h-s, p-v. Proprietà termodinamiche dei gas perfetti. Proprietà termodinamiche del vapore d'acqua. Tabelle delle proprietà del vapore. Esempi di trasformazioni termodinamiche: isoterma, isobara, isocora, adiabatica, politropica. Compressione ed espansione adiabatica, reale, politropica. Rendimenti delle trasformazioni adibatica e politropica. Exergia. Definizioni. Bilanci exergetici. Perdite exergetiche. Esempi di trasformazioni valutate con l'analisi exergetica.
- Combustibili e combustione. Combustibili solidi, liquidi e gassosi. Potere calorifico superiore e inferiore.
- Impianti motore a vapore. Miglioramenti al ciclo Rankine: surriscaldamenti mutipli. Rigenerazione termica. Elementi degli impianti a vapore: rigeneratori, degasatore, condensatore. Generazione del vapore. Generatori di vapore speciali. Altri componenti per impianti a vapore.
- Motori a combustione interna: cicli di riferimento Confronto tra i motori principali, diagramma di distribuzione e curva della pressione. Funzionamento reale del motore a combustione interna, lavoro in un motore a combustione interna. Descrizione del ciclo reale e delle particolarità dei vari parametri. Sovralimentazione. Alimentazione e iniezione nei motori a combustione interna a ciclo Otto e Diesel.
- Termodinamica delle turbine a gas: ciclo semplice ideale, ciclo limite, ciclo reale. Rendimento e lavoro specifico. Turbine a gas: rigenerazione termica, interefrigerazione, post combustione, iniezione di vapore. Camere di combustione: configurazione di base, evoluzione della tipologia,
- problemi e soluzioni per la combustione, emissioni inquinanti principali. Stadi refrigerati di turbina a gas: raffreddamento per convezione, per film. Parametri per la qualità della refrigerazione. Rendimento di propulsione per turbine a gas aeronautiche.
- Cicli combinati gas-vapore. Schema della caldaia a recupero. Caldaie ad un livello di pressione. Caldaie a due livelli di pressione. Caldaie a tre livelli di pressione. Serie H dei cicli combinati con refrigerazione delle pale a vapore.
- Equazioni fondamentali del moto dei fluidi. Equazione di Bernoulli. Equazione dell'energia. Conservazione della quantità di moto. Grandezze totali. Turbine assiali. Triangoli di velocità. Stadio di turbine assiali ad azione e reazione. Rendimento di palettatura. Compressori assiali. Stadio di compressore assiale. Triangoli di velocità. Diffusori. Prestazioni dei diffusori. Compressori centrifughi. Triangoli di velocità. Slip Factor. Riepilogo turbine ad azione/reazione, confronto stadi ad azione e reazione, perdite per urto, perdite per effetto ventilante e attrito, ugello convergente divergente.
- Turbine idrauliche. Similitudine e definizione di numero di giri specifico e diametro specifico. Impianti ad acqua fluente e a bacino. Scelta delle turbine idrauliche. Turbina Pelton. Regolazione della turbina Pelton. Turbina Francis e Turbine ad elica (Kaplan e Bulbo). Distribuzione e regolazione della portata nelle turbine a reazione. Pompe centrifughe. Pompe centrifughe con palettatura indietro, radiale e in avanti. Cavitazione. NPSH disponibile e richiesto. Altezza massima di aspirazione. Pompe in serie e in parallelo. Regolazione e avviamento delle pompe. Pompe volumetriche e pompe speciali.
- Definizione di velocità del suono. Velocità caratteristica adiabatica. Grandezze totali. Numero di Mach. Ugello convergente-divergente. Cono di Stodola
- Energie rinnovabili: energia solare termica e fotovoltaica, energia solare a concentrazione, energia eolica, legge di Betz, energia idroelettrica, energia geotermica, impianti ad acqua e a vapore dominante.

Bibliografia e materiale didattico

Gli studenti hanno a disposizione i lucidi utilizzati dai docenti sul sito elearn.ing.unipi.it
Libri di consultazione aggiuntivi:
- Martorano, Antonelli, Elementi di Macchine, ETS
- Caputo, Impianti di conversione dell'energia, Utet
- Caputo, Turbomacchine, Utet
- Caputo, Motori a combustione interna, Utet
- Lozza, Turbine a gas e cicli combinati

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale con il docente. La prova consiste in un colloquio tra il candidato e il docente e durante la prova orale potrà anche essere richiesto al candidato di risolvere anche problemi scritti, davanti al docente. Normalmente è richiesto di rispondere a tre domande. La durata media di ciascuno colloquio è di circa 20-30 minuti.
La prova orale è non è superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e non risponde o risponde con evidenti carenze sulle conoscenze di base del corso. L'esame non è superato se lo studente usa in modo non corretto la terminologia tipica dei temi trattati.

Altri riferimenti web

https://teams.microsoft.com/l/team/19%3aCoXxqYRHPuyDvtXGRnq1khMxTv34fCKMRTJ6qhKtlkM1%40thread.tacv2/conversations?groupId=77c156e2-63f4-4bb9-87ee-ed3b8dfa9a66&tenantId=c7456b31-a220-47f5-be52-473828670aa1