



Corso di Termodinamica e Macchine

Docente: Prof. Daniele Cocco --- A.A. 2021-2022

Tel. 070 6755720 E-mail: daniele.cocco@unica.it
Web: https://www.unica.it/unica/page/it/daniele_cocco

Argomenti del corso	Ore
PARTE I – Termodinamica Applicata	30 (3 CF)
Primo Principio della Termodinamica. Sistema termodinamico e proprietà. Le diverse forme dell'energia. Primo principio per sistemi chiusi. Energia interna ed entalpia. Calori specifici. Conservazione della massa. Primo principio per sistemi aperti.	14
Sostanze pure e miscele di gas. Piani TS e HS e loro proprietà. Diagrammi di fase PT, PV e PVT. Titolo del vapore, proprietà termodinamiche in equilibrio bifase liquido-vapore. L'acqua, diagramma TS e HS (di Mollier) e tabelle termodinamiche dell'acqua. Proprietà volumetriche e termodinamiche delle miscele di gas ideali.	6
Cicli e secondo principio della Termodinamica. Cicli termodinamici. Definizione di rendimento, Ciclo di Carnot, Otto, Rankine, Stirling, Brayton. Secondo principio della termodinamica. Reversibilità e irreversibilità. Formulazioni di Kelvin e di Clausius. Diseguaglianza di Clausius e definizione dell'entropia.	6
Fondamenti di Trasmissione del calore. Conduzione, conducibilità termica. Convezione, convezione naturale e forzata. Coefficiente di convezione, resistenza termica coefficiente globale di trasmissione del calore. Irraggiamento, legge di Stefan-Boltzman.	4
PARTE II – Macchine a Fluido	30 (3 CF)
Prestazioni delle macchine a fluido. Classificazione delle macchine a fluido. Le trasformazioni di compressione e di espansione: lavori e rendimenti. Problemi di progetto e di verifica.	12
Macchine operatrici. Macchine dinamiche: pompe, compressori e ventilatori. Prestazioni e principali caratteristiche costruttive. Problemi di scelta della macchina operatrice in relazione al circuito. Macchine operatrici in serie e in parallelo. Avviamento e cavitazione delle pompe. Cenni alle macchine operatrici volumetriche alternative e rotative.	12
Principi di funzionamento delle macchine a fluido. Il concetto di stadio di una turbomacchina: lo statore ed il rotore. L'equazione di Eulero ed i triangoli di velocità. Ugelli e diffusori: grandezze di ristagno, forma dei condotti e rendimenti. Il flusso nei condotti rotorici: grado di reazione, forma delle palettature e rendimenti.	6

Il corso di Termodinamica e Macchine è mutuato dal corso di Macchine e Sistemi Energetici (9 crediti, corso di Laurea in Ingegneria Chimica) che comprende anche un modulo di Sistemi Energetici (30 ore, 3 crediti) il cui programma è di seguito riportato.

Argomenti del corso	Ore
PARTE III – Sistemi Energetici	30 (3 CF)
Gli impianti motori termici. Rendimento globale e consumo specifico di un impianto motore termico. Fattore di utilizzazione e costo di produzione dell'energia elettrica.	4
Impianti a vapore. Ciclo di riferimento, bilancio energetico e rendimento. Influenza dei parametri operativi sulle prestazioni di un ciclo a vapore. Surriscaldamenti ripetuti e rigenerazione termica. Schemi di impianto. I principali componenti di impianto: generatore di vapore, condensatore, pompe, degasatore e rigeneratori. Cenni alle emissioni inquinanti.	10
Turbine a gas. Ciclo di riferimento, bilancio energetico e rendimento. Condizioni di massimo lavoro utile e di massimo rendimento. Turbine a gas rigenerate. Tecnologie correnti delle microturbine a gas e delle turbine a gas industriali. Emissioni inquinanti.	10
Impianti combinati. Gli impianti a ciclo combinato gas/vapore: schema d'impianto e prestazioni. Il bilancio energetico al generatore di vapore a recupero.	4



Impianti di cogenerazione. La produzione combinata di energia elettrica e termica. Configurazioni impiantistiche e prestazioni (rendimenti e risparmio di energia primaria).

2

Il superamento del corso di Termodinamica e Macchine attribuisce **6 crediti**. Gli studenti che lo vorranno, potranno anche seguire la parte di Sistemi Energetici. Il superamento della relativa prova d'esame attribuisce **3 crediti** ulteriori che verranno riconosciuti (come idoneità) dal CdS a valere sui crediti a scelta.

Testi consigliati: **Parte I:** Yunus A. Cengel, *“Termodinamica e Trasmissione del Calore”*, McGraw-Hill Libri Italia, IV Ed., **Parti II e III:** V. Dossena, G. Ferrari, P. Gaetani, G. Montenegro, A. Onorati e G. Persico *“Macchine a Fluido”*, CittàStudi Edizioni, II Ed., Giorgio Cornetti, *“Macchine idrauliche”* e *“Macchine termiche”*, Edizioni il Capitello, Torino. **Esercitazioni:** C. Carcasci, B. Facchini *“Esercitazioni di Sistemi Energetici”*, Società Editrice Esculapio.

Le principali informazioni sul corso, il programma del corso e le modalità di iscrizione e di svolgimento degli esami sono pubblicati sul sito web del docente (https://www.unica.it/unica/page/it/daniele_cocco). Copia di tutto il materiale didattico presentato durante le lezioni e le esercitazioni, le dispense del corso, nonché i testi delle esercitazioni proposte agli studenti, i testi di eventuali esercitazioni facoltative e i risultati delle prove scritte sono resi disponibili ai membri iscritti al Team di “Macchine e Sistemi Energetici e di Termodinamica e Macchine”.

Modalità di svolgimento dell'esame: L'esame consiste in una prova scritta e in una prova orale. Nella prova scritta viene richiesta la risoluzione di problemi di dimensionamento e di verifica delle prestazioni di componenti e impianti simili a quelli svolti in aula durante le esercitazioni. Per ciascun argomento del corso verrà inoltre assegnata agli studenti una specifica esercitazione strutturata sulla falsariga dei problemi svolti in aula dal docente. Le esercitazioni assegnate agli studenti durante il corso possono, a scelta dello studente, essere presentate prima dello svolgimento della prova orale. La presentazione di tali esercitazioni e la loro valutazione positiva concorre alla formazione del voto finale con un bonus massimo di 1-2 punti.

Durante il corso sono generalmente previste due prove scritte di valutazione intermedia, la prima inerente la parte di Termodinamica Applicata e la seconda la parte di Macchine a Fluido. Il superamento delle prove intermedie esonera dalla prova scritta finale. La prova orale consiste nella applicazione del bilancio energetico a singoli componenti e nella descrizione delle modalità di funzionamento e di valutazione delle prestazioni di singole macchine a fluido (esempi di tipiche domande proposte alla prova orale sono pubblicati sul sito del docente). La prova orale deve essere sostenuta entro un termine massimo di 20 giorni dalla prova scritta (fatta eccezione per chi consegue l'esonero attraverso le prove parziali, la cui validità è estesa a tutta la sessione di gennaio-febbraio).

Per l'A.A. 2021/2022, le prove di valutazione intermedie sono previste per il 27 ottobre 2021 (Termodinamica Applicata) e il 1° dicembre 2021 (Macchine a Fluido). Per l'11 gennaio 2022 è prevista la prova di valutazione per il modulo di Sistemi Energetici. Gli esoneri ottenuti a seguito del superamento delle prove intermedie sono validi per tutto il primo periodo di esami dell'A.A. 2021-2022 (Sessione di gennaio-febbraio 2022)

Obiettivi formativi e competenze acquisite: Gli obiettivi formativi e i risultati di apprendimento attesi sono:

- Acquisire le conoscenze fondamentali sulle modalità di valutazione delle proprietà termodinamiche dei fluidi, di impostazione dei bilanci di massa e di energia di singoli componenti e di impianti anche complessi e sui fondamenti di trasmissione del calore.
- Conseguire la capacità di descrivere, rappresentare sui piani termodinamici e analizzare criticamente il funzionamento di macchine a fluido, scambiatori di calore, caldaie e altri componenti impiegati negli impianti di conversione energetica.
- Saper effettuare il dimensionamento di massima di semplici componenti impiantistici (caldaia, condensatore, pompa, turbina, scambiatore di calore, etc.).
- Acquisire le conoscenze fondamentali sulle modalità di funzionamento delle macchine a fluido operatrici e motrici.
- Saper calcolare il rendimento di una macchina motrice (turbina) o di una macchina operatrice (pompa, compressore, ventilatore).
- Saper scegliere la pompa o il ventilatore in accordo alla prevalenza ed alla portata richiesta dall'utenza (circuito idraulico, impianto di aerazione, etc.).
- Saper rappresentare i triangoli di velocità e schematizzare la forma delle palettature di uno stadio di turbomacchina assiale (stadio di turbina a vapore, stadio di compressore);