



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## MACCHINE

### UMBERTO DESIDERI

Anno accademico 2016/17  
CdS INGEGNERIA DELL'ENERGIA  
Codice 653II  
CFU 9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
MACCHINE	ING-IND/08	LEZIONI	90	UMBERTO DESIDERI ROBERTO GENTILI

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Al termine del corso lo studente avrà acquisito conoscenze in merito al calcolo di base di macchine a fluido e di impianti di conversione dell'energia.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

L'accertamento delle conoscenze sarà svolto con un colloquio orale durante il quale il docente farà delle domande su diversi argomenti del corso alle quali lo studente dovrà rispondere in modo esaustivo e con capacità di organizzazione del discorso e dei contenuti.

##### *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*

the student will have to show his capacity to use and manage thermodynamic and fluid dynamic properties necessary to the calculations and showing to have understood the meaning and the applications of those concepts.

##### *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.

##### *Indicazioni metodologiche*

- le lezioni si svolgono in modo frontale con l'ausilio di slide
- sono anche svolte esercitazioni per approfondire alcuni temi
- il sito di elearning del corso contiene tutte le slide utilizzate per il corso
- gli studenti possono utilizzare la posta elettronica del docente per comunicazioni di qualsiasi tipo e per prenotare i ricevimenti

##### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

1. 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



## UNIVERSITÀ DI PISA

- 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 adiabatica e politropica. Exergia. Definizioni. Bilanci exergetici. Perdite exergetiche. Esempi di trasformazioni valutate con l'analisi exergetica. (9 ore)
- 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. (9 ore)
  - 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. (6 ore)
  - Definizione di velocità del suono. Velocità caratteristica adiabatica. Grandezze totali. Numero di Mach. Onde d'urto normali. Numero di Mach prima e dopo l'onda d'urto normale. Onde d'urto oblique. Curva di Raleigh e Curva di Fanno. Presenza di onde d'urto in un ugello convergente-divergente. (6 ore)
  - Combustibili e combustione. Combustibili solidi, liquidi e gassosi. Potere calorifico superiore e inferiore. (6 ore)
  - Impianti motore a vapore. Miglioramenti al ciclo Rankine: surriscaldamenti multipli. Rigenerazione termica. Elementi degli impianti a vapore: rigeneratori, degasatore, condensatore. Generazione del vapore. Generatori di vapore speciali. Altri componenti per impianti a vapore. (15 ore)
  - 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. (15 ore)
  - Termodinamica delle turbine a gas: ciclo semplice ideale, ciclo limite, ciclo reale. Rendimento e lavoro specifico. Turbine a gas: rigenerazione termica, interrefrigerazione, 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. (15 ore)
  - 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. (9 ore)

### Bibliografia e materiale didattico

Il materiale didattico è disponibile sulle pagine del docente sul sito [Elearn](#)  
Eventuali altri testi saranno consigliati dal docente su richiesta.

### Indicazioni per non frequentanti

Non esistono variazioni per gli studenti non frequentanti.

### Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova orale che consiste in un colloquio tra il candidato e il docente titolare insieme ad eventuali altri collaboratori del docente stesso. Durante la prova orale saranno posti non meno di tre quesiti su argomenti diversi del programma e la durata media del colloquio sarà di 30 minuti.

La prova orale è superata se il candidato risponde in modo sufficiente a tutte e tre le domande. La prova non è superata se il candidato mostra di non essere in grado di esprimersi in modo chiaro e di usare la terminologia corretta, oppure se il candidato non risponde correttamente almeno ad una domanda in modo molto esauriente.

### Stage e tirocini

Non sono previsti tirocini e stage.

### Pagina web del corso

<http://elearn.ing.unipi.it>

Ultimo aggiornamento 04/06/2017 00:30