



# UNIVERSITÀ DI PISA

## ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI

STEFANO FRIGO

Academic year	2018/19
Course	INGEGNERIA GESTIONALE
Code	038II
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI- PARTE I	ING-IND/10	LEZIONI	60	MAURO MAMELI
ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI - PARTE II	ING-IND/09	LEZIONI	60	STEFANO FRIGO

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

Il corso si propone di fornire ai partecipanti:

- conoscenze di termodinamica applicata;
- conoscenze di base di idraulica;
- conoscenze di base di trasmissione del calore;
- conoscenze dei principali cicli termodinamici applicati alle macchine termiche;
- conoscenze dei cicli cogenerativi e combinati;
- conoscenze dell'impatto ambientale delle macchine termiche;
- conoscenze di base degli impianti industriali a servizio delle macchine termiche (impianti idraulici e a vapore);
- conoscenze di base di energetica.

#### Modalità di verifica delle conoscenze

L'esame verrà svolto in una prova unica in collaborazione tra i due docenti e consiste in una prova scritta di circa due ore e una prova orale da sostenere necessariamente nello stesso appello. Durante la prova scritta lo studente deve rispondere a una serie di quesiti e di esercizi inerenti agli argomenti trattati. Il punteggio assegnato ai quesiti della prova scritta è equamente distribuito sugli argomenti trattati dai due docenti (15 punti per la parte di termodinamica e trasmissione del calore e 15 per la parte di macchine e sistemi energetici). Lo studente accede alla prova orale se:

- 1) ha accumulato almeno 7 punti per ognuna delle due parti della prova scritta;
- 2) ottiene un punteggio totale di almeno 16/30.

La prova orale consiste in un approfondimento della prova scritta e in un'ulteriore verifica della preparazione su tutto il programma senza distinzioni relative all'anno accademico in cui lo studente ha frequentato il corso. In caso di esito negativo della prova orale, lo studente deve necessariamente sostenere nuovamente la prova scritta.

#### Capacità

L'allievo, al termine del corso, dovrà quindi essere in grado di applicare i bilanci fondamentali della termodinamica ai sistemi ingegneristici e di conoscere le principali macchine a fluido utilizzate sia a livello industriale, sia per la generazione di energia, nonché i cicli termodinamici all'interno dei quali tali macchine sono inserite. Dovrà inoltre conoscere e saper calcolare i rendimenti di macchina e di impianto, con relativa conoscenza dei flussi di massa e di energia.

Dovrà quindi conoscere e saper applicare:

- i bilanci di massa, energia ed entropia, anche nel caso più generale di sistemi aperti e non stazionari;
- il teorema di Bernoulli in forma generalizzata;
- le equazioni che regolano i meccanismi di scambio termico conduttivo, convettivo e radiativo;
- i flussi di massa e di energia che caratterizzano i principali cicli termodinamici delle macchine termiche;
- i rendimenti relativi alle principali macchine a fluido;
- i principali parametri che regolano il funzionamento delle macchine termiche con capacità di effettuare un dimensionamento preliminare;
- i principali sistemi di abbattimento delle emissioni prodotte dalle macchine termiche;
- gli impianti di servizio ad uso industriale (impianti idraulici e vapore) con capacità di effettuare un preliminare dimensionamento di massima;
- le principali fonti fossili e rinnovabili e i sistemi energetici che le utilizzano.

#### Modalità di verifica delle capacità

Durante gli esami scritto e orale, lo studente dovrà individuare i metodi più corretti da utilizzare per risolvere i problemi di energia e sistemi energetici.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### *Comportamenti*

Lo studente acquisirà maggiore consapevolezza sulle problematiche di energia e sistemi energetici e sulle relative applicazioni ingegneristiche.

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

Durante gli esami scritto e orale, si verificherà l'autonomia dello studente nella modellazione e nella risoluzione dei problemi proposti.

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenze di analisi matematica, di fisica generale e di chimica di base.

### *Indicazioni metodologiche*

La didattica consiste in lezioni frontali ed esercitazioni svolte in aula, alla lavagna o con l'ausilio di slide. Le slide ed altro materiale integrativo sono caricati sulle pagine ufficiali dei docenti. Questo materiale digitale e i libri di testo consigliati costituiscono il materiale didattico a disposizione dello studente.

È inoltre stabilito un giorno a settimana, mattina o pomeriggio, ad uso ricevimento. Per ogni eventuale richiesta ulteriore da parte degli studenti è comunque utilizzabile la posta elettronica. Per le comunicazioni agli studenti saranno utilizzate le pagine ufficiali dei docenti, nelle sezioni relative al corso.

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

#### **Argomenti**

#### **Lezioni (ore)**

#### **Esercitazioni (ore)**

#### **Docente**

Termodinamica applicata

(concetti introduttivi, sistemi aperti, equazioni di bilancio, equazioni di stato, trasformazioni, cicli termodinamici ideali)

17

10

Ing. Mameli

Idraulica (Teorema di Bernoulli, viscosità, perdite di carico)

6

4

Ing. Mameli

Trasmissione del calore (conduzione, convezione, irraggiamento)

12

6

Ing. Mameli

Fondamenti di macchine a fluido

8

1

Prof. Frigo

Impianti motore a vapore

4

2

Prof. Frigo

Impianti motore con turbina a gas

4

1

Prof. Frigo

Motori a combustione interna

6

2

Prof. Frigo

Cicli combinati e cogenerativi

4

2

Prof. Frigo

Impatto ambientale delle macchine termiche i

5

0

Prof. Frigo

Compressori alternativi e dinamici

4

1

Prof. Frigo



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Macchine motrici idrauliche (turbine)

3

1

Prof. Frigo

Macchine operatrici idrauliche (pompe)

4

1

Prof. Frigo

Impianti ausiliari idraulici

2

1

Prof. Frigo

Fonti e sistemi energetici, prima parte

4

0

Prof. Frigo

Fonti e sistemi energetici, seconda parte

5

0

Prof. Mameli

**Totale**

**88**

**32**

### Bibliografia e materiale didattico

- Yunus A. Çengel, "Termodinamica e Trasmissione del Calore", McGraw-Hill (qualunque edizione).
- Michael Moran, Howard N. Shapiro, Bruce R. Munson, David P. DeWitt, "Elementi di Fisica Tecnica per l'Ingegneria", McGraw-Hill (qualunque edizione).
- Renato della Volpe, "Macchine", Liguori Editore (ultima edizione, 2011).
- Slide e altro materiale digitale integrativo scaricabili dalle pagine ufficiali dei docenti.

### Modalità d'esame

Esami finali scritto e orale da sostenere entrambi nello stesso appello.

### Altri riferimenti web

Registro delle lezioni: <https://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=2089070:::&ri=011203>

*Ultimo aggiornamento 06/03/2019 16:34*