



# UNIVERSITÀ DI PISA

## ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI

---

### STEFANO FRIGO

Anno accademico	2019/20
CdS	INGEGNERIA GESTIONALE
Codice	038II
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
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

- 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 vapore);
- conoscenze di base di energetica.

##### Modalità di verifica delle conoscenze

Esame scritto e orale

##### Capacità

- 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

esame scritto e orale

##### Comportamenti

Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche ambientali e della progettazione preliminare di sistemi termici e sistemi energetici

##### Modalità di verifica dei comportamenti

Durante le esercitazioni saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

E' necessario aver sostenuto gli esami di Chimica I, Fisica I.

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

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

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



### Bibliografia e materiale didattico

- Libri di testo:

- 1a) Yunus A. Çengel, "Termodinamica e Trasmissione del Calore", McGraw-Hill (qualunque edizione), oppure
- 1b) Michael Moran, Howard N. Shapiro, Bruce R. Munson, David P. DeWitt, "Elementi di Fisica Tecnica per l'Ingegneria", McGraw-Hill (qualunque edizione);
- 2) Renato della Volpe, "Macchine", Liguori Editore (ultima edizione, 2011).

- Slide e altro materiale digitale integrativo scaricabili dalle pagine ufficiali dei docenti.

### Modalità d'esame

#### A) MODALITA' ESAME ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI A.A. 2019/2020

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.

#### B) MODALITA' ESAME ONLINE ENERGIA E SISTEMI ENERGETICI A.A. 2019/2020

1. L'iscrizione all'esame viene effettuata con la modalità standard su valutami <https://esami.unipi.it/elencoappelli.php>.
2. L'esame consiste in una prova scritta e una orale entrambe svolte tramite la piattaforma MS Teams®. Per gli studenti fuori corso o gli studenti in corso che non lo avessero ancora fatto, anche l'iscrizione alla piattaforma MS Teams® si effettua tramite valutami nella sezione "lezioni online" <https://esami.unipi.it/td.php>.
3. Per quanto riguarda la prova scritta, le date degli esami della sessione estiva sono già disponibili sul sito <http://www.ing.unipi.it/studiare-a-ingegneria/esami-e-prove-in-itinere/calendari-esami/1212-primo-appello-estivo-2020-calendario-provisorio>.
4. Come previsto dalla Delibera del Senato Accademico del 9 aprile 2020, n. 67, è possibile iscriversi al massimo a due dei tre appelli previsti nelle sessioni ordinarie.
5. L'esame scritto ha una durata di un'ora e mezza.
6. L'orario di inizio è calcolato dal momento in cui il file pdf della prova viene caricato nella sezione "files" della piattaforma.
7. Gli esercizi dovranno essere svolti a mano su fogli protocollo quadrettati (5 mm) e numerati, specificando nome e numero di matricola su ogni facciata.
8. Ogni foglio deve essere scansionato/fotografato e inserito in un unico documento pdf da inviare in allegato via e-mail a [mameli@unipi.it](mailto:mameli@unipi.it) per gli studenti con iniziale del cognome dalla A alla L e a [stefano.frigo@unipi.it](mailto:stefano.frigo@unipi.it) per gli studenti con iniziale del cognome dalla M alla Z.
9. Le e-mail dovranno essere spedite dagli account ufficiali in dotazione agli studenti ([nome@studenti.unipi.it](mailto:nome@studenti.unipi.it)) alle caselle dei docenti entro l'ora e mezza stabilita, pena l'esclusione dalla prova. Farà fede l'orario di invio della mail.
10. A seguito della correzione degli scritti gli studenti verranno informati via e-mail dell'esito della prova (Ammesso, Ammesso con riserva, Non ammesso), e convocati per la sessione online comunitaria sempre su MS Teams® di risoluzione della prova. In questa sede verrà anche concordato insieme ai docenti l'ordine da seguire per le prove orali.
11. Subito dopo la sessione di risoluzione avranno inizio le prove orali ove gli studenti verranno sentiti singolarmente e separatamente (in parallelo) da ogni docente come avveniva già in precedenza. L'orale dovrà essere sostenuto nello stesso appello in cui si è svolta la prova scritta.
12. Siccome il colloquio avverrà per via telematica sulla piattaforma MS Teams®, lo studente dovrà essere fornito obbligatoriamente di una webcam e un microfono, di fogli di carta, penna e calcolatrice.
13. In caso di esito positivo il voto verrà registrato su statini.it e firmato successivamente sul libretto al rientro. In caso di esito negativo lo studente dovrà ripetere anche la prova scritta.
14. Per ogni dubbio o richiesta di chiarimento scrivere ai docenti agli indirizzi indicati al punto 6.

Ultimo aggiornamento 05/05/2020 15:53