

# INGEGNERIA INDUSTRIALE (LB10)

(Brindisi - Università degli Studi)

|                                                             |                                                             |                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GenCod A005108<br><b>Docente titolare</b> Antonio FICARELLA | <b>Insegnamento</b> SISTEMI ENERGETICI                      | <b>Anno di corso</b> 3                                                                                                       |
|                                                             | <b>Insegnamento in inglese</b> ENERGETIC SYSTEM             | <b>Lingua</b> ITALIANO                                                                                                       |
|                                                             | <b>Settore disciplinare</b> ING-IND/09                      | <b>Percorso</b> CURRICULUM AEROSPAZIALE                                                                                      |
|                                                             | <b>Corso di studi di riferimento</b> INGEGNERIA INDUSTRIALE |                                                                                                                              |
|                                                             | <b>Tipo corso di studi</b> Laurea                           | <b>Sede</b> Brindisi                                                                                                         |
|                                                             | <b>Crediti</b> 9.0                                          | <b>Periodo</b> Secondo Semestre                                                                                              |
|                                                             | <b>Ripartizione oraria</b> Ore Attività frontale: 81.0      | <b>Tipo esame</b> Orale                                                                                                      |
|                                                             | <b>Per immatricolati nel</b> 2017/2018                      | <b>Valutazione</b> Voto Finale                                                                                               |
|                                                             | <b>Erogato nel</b> 2019/2020                                | <b>Orario dell'insegnamento</b><br><a href="https://easyroom.unisalento.it/Orario">https://easyroom.unisalento.it/Orario</a> |

## BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Proprietà termodinamiche dei fluidi, principi di conservazione dell'energia applicato alle macchine a fluido, Criteri di classificazione e principi di funzionamento delle macchine a fluido, Energy Systems, Energy Resources, Analisi termodinamica dei processi industriali, Pompe, Compressori e Ventilatori, Generatori di vapore, Impianti motore a vapore, Impianti motore con turbina a gas, Motori alternativi a combustione interna, Sistemi energetici innovativi e fonti energetiche rinnovabili, Controllo della combustione e delle emissioni inquinanti.

## PREREQUISITI

### PreRequisiti del corso

Conoscenze delle leggi fondamentali della meccanica e della termodinamica.  
Conoscenze di analisi matematica (derivate, integrali) e elementi di base di chimica.  
Per le propedeuticità obbligatorie si rimanda al regolamento del corso.

---

## OBIETTIVI FORMATIVI

### Obiettivi del corso

Conoscenza e capacità di comprensione

- Conoscenza delle applicazioni della termofluidodinamica alle macchine a fluido.
- Conoscenza delle principali caratteristiche costruttive e prestazionali delle macchine a fluido e dei sistemi energetici.
- Conoscenza dei sistemi energetici innovativi e rinnovabili.
- Conoscenza delle problematiche ambientali legate alle macchine a fluido e ai sistemi energetici.
- Conoscenza dei principi dell'energetica industriale.
- Conoscenza sommaria della terminologia tecnica specifica in lingua inglese.

Conoscenza e capacità di comprensione applicate

- Capacità di impostare la progettazione di massima di una macchina a fluido e di un sistema energetico.
- Capacità di analizzare i dati sperimentali relativi al funzionamento di un sistema energetico.

Autonomia di giudizio

- Capacità di individuare le possibili ottimizzazioni delle prestazioni energetiche e ambientali dei sistemi energetici.

Abilità comunicative (communication skills)

- Capacità di comunicare gli aspetti tecnici rilevanti ai responsabili della progettazione, del collaudo, della conduzione e della manutenzione.

Capacità di apprendere

- Capacità di interpretare documenti tecnici specifici riguardanti le macchine a fluido e i sistemi energetici.
- Capacità di intraprendere studi specialistici più avanzati con autonomia.

---

## METODI DIDATTICI

Lezioni in aula, esperienze di laboratorio, esercitazioni.

### Esercitazioni

Esercitazioni sulla impostazione dei calcoli per la valutazione delle prestazioni di macchine a fluido e sistemi energetici.

### Laboratorio

Esperienze di laboratorio per l'analisi dei dati sperimentali sul funzionamento di vari tipi di macchine a fluido.

---

## MODALITA' D'ESAME

### Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta e un colloquio orale. La Prova scritta consiste in alcuni esercizi per verificare la capacità di impostare i modelli per la valutazione delle prestazioni delle macchine a fluido e dei sistemi energetici. Le tracce delle precedenti prove scritte sono disponibili in:

<https://intranet.unisalento.it/web/macchinei/documents>

Durante la prova scritta è possibile usare i libri di testo ma non materiale relativo allo svolgimento di esercizi. L'esito della prova scritta sarà ritenuto valido solo per la sessione di esami in cui la prova stessa è stata svolta.

La Prova orale consiste nella discussione dello svolgimento della prova scritta e in una serie di domande sugli argomenti previsti nel programma del corso per la valutazione delle conoscenze acquisite sui principi di funzionamento delle macchine e sistemi energetici e sulle loro prestazioni.

---

#### ALTRE INFORMAZIONI UTILI

#### ULTERIORE BIBLIOGRAFIA

A. Dadone, Introduzione e complementi di macchine termiche ed idrauliche, Ed. CLUT, Torino.  
Macchi, "Termofluidodinamica applicata alle macchine", CLUP.  
Capetti A., Compressori di gas, Giorgio.  
Daly, "Tecnica della ventilazione", Ed. Woods Italiana.  
Elliott, "Powerplant engineering", McGrawHill Publishing Company.  
"Diesel Engine Management", SAE International, [www.sae.org](http://www.sae.org).  
Boyce, "Handbook for cogeneration and combined cycle power plants", ASME Press, [www.asme.org](http://www.asme.org).  
Afgan, Carvalho, "Sustainable assessment method for energy systems", Kluwer Academic Publisher, [www.wkap.nl](http://www.wkap.nl).  
Internal Combustion Engine Fundamentals, John B. Heywood, McGraw Hill.

**PARTE 1a - Sistemi energetici**

Proprietà termodinamiche dei fluidi, il principio di conservazione dell'energia applicato alle macchine, il principio di conservazione dell'energia nel sistema di riferimento relativo, moto in condotti a sezione variabile. [dispensa Termodinamica-MacchineR08C\*].

Criteri di classificazione e principi di funzionamento delle macchine a fluido; Macchine volumetriche e dinamiche. [Della Volpe cap. III; Ferrari cap. 1]. Rendimenti delle macchine a fluido e degli impianti. [Della Volpe cap. IV]. [Macchine a Fluido cap. 2]

Energy Systems, The Energy Cycle, Closed Cycles of Energy Resources. [Orecchini cap. I, dispensa ESEnergySystemsR00].

Energy Resources, Definition of Energy Potential, The Earth's Energy Balance, Renewable Sources, Non-renewable Energy Sources. [Orecchini cap. II, dispensa ESEnergyResourcesR00].

Cenni di Analisi termodinamica dei processi industriali. [dispensa Exergy\*].

**PARTE 2a - Macchine e impianti di conversione e trasformazione dell'energia**

Pompe. Parametri di funzionamento, rendimento, curve caratteristiche, punto curve e stabilità di funzionamento, cavitazione, portata minima, accoppiamento regolazione e avviamento, pompe centrifughe, assiali, volumetriche. [Della Volpe cap. XIV; Ferrari cap. 2.1-2.4]. [Macchine a Fluido cap. 4]

Compressori. Compressori dinamici, compressori centrifughi, parametri di funzionamento, prestazioni e curve caratteristiche, compressori assiali. Tipologie e applicazioni dei compressori centrifughi. Compressori volumetrici, alternativi e rotativi. [Della Volpe cap. XI, XII.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, XIII; Ferrari cap. 3]. [Macchine a Fluido cap. 7]

Regolazione dei turbocompressori, variazione della velocità angolare, laminazione all'aspirazione, laminazione allo scarico, bypass, variazione calettamento pale. Regolazione dei compressori volumetrici. [dispensa Termodinamica-MacchineR08C\*].

Ventilatori e loro prestazioni, caratteristiche dei ventilatori, punto di funzionamento, pressione statica e dinamica, tipologia dei ventilatori (ventilatori assiali, elicoidali, centrifughi), confronto delle prestazioni. [dispensa Termodinamica-MacchineR08C\*; Ferrari cap. 2.5].

Generatori di vapore. Caldaie a tubi di fumo e tubi di acqua, rendimenti. Impianti motore a vapore. Cicli e schemi di impianti, metodi per aumentare il rendimenti. Turbine a vapore, applicazioni e regolazione. [Della Volpe cap. VI.1, 2, 3, 4, 7 e V.1, 2, 3, no 3.1, 3.2, 3.3; Ferrari cap. 4]. [Macchine a Fluido cap. 8, 9, 11]

Impianti motore con turbina a gas. Generalità, analisi del ciclo ideale e reale, metodi per aumentare il rendimento, caratteristiche generali degli impianti, classificazione e campi di applicazione delle turbine a gas, impianti a ciclo combinato. [Della Volpe cap. VII.1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, dispensa propDESIGNPRO2; Ferrari cap. 6]. [Macchine a Fluido cap. 8, 10, 11]

Motori alternativi a combustione interna. Classificazione, cicli ideali e reali, potenza e curve caratteristiche, prestazioni, combustibili, alimentazione, regolazione, sovralimentazione, emissioni inquinanti, sistemi per ridurre le emissioni inquinanti. [Della Volpe ed. 2011 cap. VIII.1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 no sottoparagrafi, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21]. [Macchine a Fluido cap. 13, 14]

Wind power plant, photo-voltaic plants, fuel cells. Compression heap pump, absorption heat pumps. [Orecchini cap. 4.2.1.2, 4.2.2.1, 4.2.3.4, 4.2.9.1, 4.3.2.1, dispensa ESEnergyConversionR02B, Ferrari cap. 5].

Distributed generation, Cogeneration. [Orecchini cap. 5, dispensa ESDistributedGenerationR00, Della Volpe cap. IX, Ferrari cap. 7].

Controllo della combustione e delle emissioni inquinanti. Controllo dell'inquinamento durante la combustione, caldaie a letto fluido, bruciatori a basse emissioni di NOx, Filtri elettrostatici e a maniche, desolforazione dei fumi (a secco, a umido, a recupero). [dispensa macchineCombContrR00].

## TESTI DI RIFERIMENTO

## LIBRI DI TESTO

Renato Della Volpe, Macchine, Liguori Editore  
(<http://www.liguori.it/schedanew.asp?isbn=4972&vedi=testoebook#ebook>) - può essere acquistata versione online.

Energy Systems in the Era of Energy Vectors, Orecchini Fabio, Naso Vincenzo, Springer  
(<http://link.springer.com/book/10.1007/978-0-85729-244-5/page/1>).

Ferrari - Hydraulic Thermal Machines di Progetto Leonardo (<http://www.editrice-esculapio.com/ferrari-hydraulic-and-thermal-machines/>).

V. Dossena, G. Ferrari, P. Gaetani, G. Montenegro, A. Onorati, G. Persico, Macchine a fluido, CittàStudiEdizioni, 2015. [<http://www.cittastudi.it/catalogo/ingegneria/macchine-a-fluido-3547>]

Renato Della Volpe, Esercizi di macchine, Liguori Editore.

Dispense reperibili nei seguenti siti (richiedere ulteriori dispense al docente):

[http://www.ingegneria.unisalento.it/scheda\\_docente\\_lm1/-/people/antonio.ficarella/materiale](http://www.ingegneria.unisalento.it/scheda_docente_lm1/-/people/antonio.ficarella/materiale)