# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

| | | | |
|---|---|---|---|
| **DIPARTIMENTO** | Ingegneria | | |
| **ANNO ACCADEMICO OFFERTA** | 2018/2019 | | |
| **ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE** | 2019/2020 | | |
| **CORSO DILAUREA** | INGEGNERIA DELL'ENERGIA | | |
| **INSEGNAMENTO** | ENERGETICA E MACCHINE | | |
| **CODICE INSEGNAMENTO** | 18191 | | |
| **MODULI** | Si | | |
| **NUMERO DI MODULI** | 2 | | |
| **SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI** | ING-IND/10, ING-IND/08 | | |
| **DOCENTE RESPONSABILE** | MORALE MASSIMO | Professore Associato | Univ. di PALERMO |
| **ALTRI DOCENTI** | BECCARI STEFANO<br>MORALE MASSIMO | Professore Associato<br>Professore Associato | Univ. di PALERMO<br>Univ. di PALERMO |
| **CFU** | 15 | | |
| **PROPEDEUTICITA'** | | | |
| **MUTUAZIONI** | | | |
| **ANNO DI CORSO** | 2 | | |
| **PERIODO DELLE LEZIONI** | 2° semestre | | |
| **MODALITA' DI FREQUENZA** | Facoltativa | | |
| **TIPO DI VALUTAZIONE** | Voto in trentesimi | | |
| **ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI** | **BECCARI STEFANO**<br>Lunedì 15:00 19:00 Ufficio docente<br>**MORALE MASSIMO**<br>Martedì 11:00 12:00 Dipartimento di Ingegneria Ed. 9, piano primo, Studio 1010 (su appuntamento e previa conferma), anche tramite portale Teams (via chat / e-mail massimo.morale@unipa.it o massimo.morale@community.unipa.it ). | | |

**DOCENTE:** Prof. MASSIMO MORALE

| | |
|---|---|
| **PREREQUISITI** | Fondamenti di: chimica e chimica applicata, disegno di macchine, elettrotecnica, meccanica dei fluidi, termodinamica, trasmissione del calore. |
| **RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI** | Conoscenza e capacita' di comprensione<br>Lo studente, al termine del corso, avra' conoscenze adeguate per affrontare gli aspetti di base dei processi energetici che intervengono negli impianti civili ed industriali e delle problematiche inerenti il funzionamento teorico delle macchine a fluido e degli impianti relativi. La verifica verra' effettuata nel corso della prova scritta e/o orale.<br><br>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione<br>Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e capacita' di comprensione adeguate e professionalizzanti circa la caratterizzazione di macchine, impianti e processi industriali, potendone valutare le prestazioni e la relativa efficienza per affrontare le varie problematiche relative agli usi dell'energia. Inoltre sara' in grado di selezionare la macchina piu' opportuna tra le varie tipologie di macchina a fluido per applicarla a concreti casi ingegneristici. La verifica verra' effettuata nel corso della prova scritta e/o orale.<br><br>Autonomia di giudizio<br>Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito adeguata capacita' di giudizio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento, avendo maturato la capacita' di ricavare i dati necessari anche autonomamente. La verifica verra' effettuata nel corso della prova scritta e/o orale.<br><br>Abilita' comunicative<br>Lo studente sara' in grado di comunicare ad altri con competenza e proprieta' formale di linguaggio in relazione alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento. Lo studente acquisira' la capacita' di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. La verifica verra' effettuata nel corso della prova scritta e/o orale.<br><br>Capacita' d'apprendimento<br>Lo studente sara' in grado di affrontare in autonomia le problematiche relative alle tematiche di pertinenza dell'insegnamento per un prosieguo nello studio e nella professione. La verifica verra' effettuata nel corso della prova scritta e/o orale. |
| **VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO** | La valutazione viene effettuata tramite una prova orale e/o scritta sulle seguenti macroaree: Energetica: analisi energetica, sistemi per la produzione di potenza, sistemi di conversione energetica. Macchine: caratteristiche generali, turbomacchine, macchine volumetriche.<br>Le prove scritte consistono nella risoluzione commentata di 3 o 4 esercizi numerici o teorici (durata max 2 h) per ciascun modulo.<br>La prova orale e' di 3 domande aperte (durata max 1 h) per ciascun modulo.<br>Obiettivo delle prove e' la verifica delle conoscenze acquisite e della capacita' di critica, elaborazione e comunicazione.<br>La votazione finale e' in trentesimi, eventualmente con lode.<br><br>A) Eccellente (30-30 e lode): Ottima conoscenza dei contenuti didattici; gli studenti dovrebbero mostrare una elevata capacita' di analisi e di sintesi e dovrebbero essere in grado di applicare le loro conoscenze per risolvere problemi di elevata complessita.<br>B) Ottimo (27-29): Ottima conoscenza dei contenuti dell'insegnamento e di capacita' di linguaggio; gli studenti dovrebbero mostrare capacita' di analisi e di sintesi ed essere in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi di media e, in alcuni casi, anche di maggiore complessita.<br>C) Buono (24- 26): Buona conoscenza dei contenuti di insegnamento e di capacita' di linguaggio; gli studenti dovrebbero essere in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi di media complessita<br>D) Discreto (19-23): Media conoscenza dei contenuti di insegnamento, in alcuni casi limitata alle tematiche principali; accettabile capacita' di linguaggio e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente.<br>E) Sufficiente (18): Minima conoscenza dei contenuti didattici, spesso limitata agli argomenti essenziali; modesta capacita' di usare un linguaggio tecnico e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente.<br>F) Insufficiente (meno di 18): Non adeguata conoscenza dei contenuti essenziali dell'insegnamento. Molto scarsa o nessuna capacita' di linguaggio e di applicare le conoscenze acquisite in modo indipendente. |
| **ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA** | L'insegnamento e' strutturato in lezioni frontali a carattere teorico ed esercitazioni frontali applicative.<br>Le esercitazioni sono esercizi numerici svolti in aula dal Docente e/o dagli studenti sotto la guida del Docente sui concetti teorici introdotti a lezione e connesse a tipiche applicazioni energetiche sia civili che industriali. |

**MODULO**
**ENERGETICA**

*Prof. MASSIMO MORALE*

**TESTI CONSIGLIATI**

Testi di riferimento/Textbook
1. Dispense del Docente, articoli e manuali distribuiti durante il corso.
2. Cucumo MA, Kaliakatsos D, Marinelli V, “Energetica”, Pitagora Ed., 2006

Testi di utile consultazione/Useful books
1. Bianchi M, et al.: “Sistemi energetici” Voll. 1, 2 e 3, Pitagora Ed. Bologna, 2008-2009
2. Kirillin VA, Sycev VV, Seyndlin AE: “Termodinamica Tecnica”, Ed. Riuniti/ MIR, 1980.
3. Bejan A, Tsatsaronis G, Moran M: “Thermal design and optimization”, J. Wiley, 1996.
4. Eastop TD, McConkey A, “Applied Thermodynamics for Engineering Technologists”, 5th Ed., Pearson-Prentice Hall, 1993

| | |
|---|---|
| **TIPO DI ATTIVITA'** | B |
| **AMBITO** | 50299-Ingegneria energetica |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 144 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE** | 81 |

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Il corso mira a fornire le nozioni fondamentali dell’analisi energetica ed exergetica, per ottimizzare i componenti e gli impianti, sia tradizionali che innovativi, minimizzando le perdite exergetiche, nonche' fornire una panoramica sulle varie fonti energetiche, sia fossili che rinnovabili, e sul loro utilizzo razionale, anche allo scopo del risparmio energetico. Saranno anche fornite le basi dell’analisi economico-energetica e della pianificazione territoriale.

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni |
|---|---|
| 50 | Richiami di Termodinamica. Relazione di Gouy-Stodola. Produzione di entropia in sistemi chiusi e aperti. Concetto di exergia. Exergia termica, exergia fisica di un fluido in moto e per un sistema chiuso, exergia chimica. Equazioni di bilancio exergetico per sistemi aperti e chiusi. Rendimento exergetico. Analisi energetica ed exergetica: metodo dei rendimenti, metodo di analisi della perdita di capacita' di lavoro, metodo dell’analisi della produzione entropica, metodo exergetico. Applicazioni varie: impianti di riscaldamento, impianti a vapore, a gas, geotermici.<br>Risorse energetiche. Energia da rifiuti e biomasse. Gassificazione e rigassificazione. Aspetti energetici della combustione. Cenni sui combustori a letto fluido. Tecniche di uso integrato delle fonti energetiche. Produzioni combinate. Pompe di calore. Cenni sulle macchine ad assorbimento. Conversione diretta dell’energia. Termoelettricita. Generazione termoelettrica. Generazione termoionica. Generazione magnetoidrodinamica. Celle a combustibile.<br>Fabbisogni di energia. Consumi energetici nazionali, europei e mondiali. Risparmio energetico. Bilanci energetici territoriali. Elementi di pianificazione territoriale. Analisi economica in Energetica: Metodi di analisi economica semplificata e metodi basati sui flussi di cassa. |

| ORE | Esercitazioni |
|---|---|
| 31 | Esercitazioni sulle tematiche trattate |

**MODULO**
**MACCHINE**

*Prof. STEFANO BECCARI*

**TESTI CONSIGLIATI**

Testi di utile consultazione/Useful books
1. Dispense del Docente, articoli e manuali distribuiti durante il corso.
2. Beccari Alberto, “Macchine”, CLUT Editore, 1993
3. Beccari Alberto, "Esercizi di macchine", CLUT Editore, 1986
4. Onorati Angelo, “Macchine a fluido”, CittaStudi Editore, 2015
5. Wright Terry, Gerhart Philip: “Fluid Machinery: Application, Selection, and Design, 2nd Edition”, CRC Press, 2009

| | |
|---|---|
| **TIPO DI ATTIVITA'** | B |
| **AMBITO** | 50299-Ingegneria energetica |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE** | 96 |
| **NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE** | 54 |

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Il corso mira a fornire le nozioni fondamentali sul funzionamento e la scelta delle macchine a fluido, in particolare delle turbomacchine e delle macchine volumetriche, in base alle loro relative efficienze e prestazioni.

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni |
|---|---|
| 36 | Motori termici: Motori a combustione interna, componenti dei motori a c.i., principio di funzionamento, valvole e fasatura, funzionamento del carburatore, sistemi ad iniezione diretta, sistema di raffreddamento, sistema di accensione, regolazione e sovralimentazione dei motori a c.i.<br>Compressori d’aria: tipologie di compressori, compressore monostadio, Compressore multistadio, compressori rotativi.<br>Le turbine a gas, classificazione, caratteristiche costruttive e campo di applicazione delle turbine a gas.<br>Turbine a vapore e ugelli, il flusso attraverso gli ugelli di vapore, velocita' e scarico attraverso gli ugelli di vapore, fattore di pressione critica, classificazione delle turbine, principio di funzionamento delle turbine ad azione e reazione, espressione della spinta assiale, spinta tangenziale, lavoro svolto ed efficienza, regolazione delle turbine.<br>Macchine idrauliche: impatto dei getti. Turbine idrauliche: classificazione delle turbine, turbine Pelton, Francis, Kaplan, espressioni del lavoro, della potenza, e dell’efficienza, differenze e scelta delle turbine, regolazione delle turbine idrauliche.<br>Pompe: classificazione delle pompe, caratteristiche costruttive e campo di applicazione delle pompe alternative a semplice effetto e a doppio effetto, espressioni per lo scarico, slittamento, lavoro e potenza. Pompe centrifughe: caratteristiche costruttive e campo di applicazione delle pompe centrifughe, espressione del lavoro, della potenza, prevalenza manometrica e l'efficienza. Differenze e parametri di scelta tra le pompe, adescamento, valvola di fondo e filtro, cavitazione. |

| ORE | Esercitazioni |
|---|---|
| 18 | Esercitazioni sulle tematiche trattate. |