

Corso di “SISTEMI ENERGETICI”
a. a. 2021/2022

Titolare del corso: **Prof. Mauro VENTURINI**

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica
3° anno, 2° periodo

Finalità del corso

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per l'analisi dei principali sistemi per la produzione di energia da fonti fossili e rinnovabili e gli strumenti fisico-matematici e metodologici per l'analisi delle prestazioni dal punto di vista termodinamico.

Argomenti sviluppati.

Sistemi energetici a vapore

- Cicli di Rankine e di Hirn; influenza sul rendimento del ciclo termodinamico della pressione di condensazione, della pressione di vaporizzazione, della temperatura di surriscaldamento e della pressione di risurriscaldamento.
- Cicli a vapore rigenerativi.
- Circuito termico a tre spillamenti.
- Esercizi numerici sui seguenti argomenti: determinazione degli stati fisici di una sostanza (acqua) mediante tabelle e diagrammi, cicli Rankine e Hirn, ciclo a vapore con risurriscaldamento, ciclo a vapore con uno spillamento e ciclo a vapore con risurriscaldamento e tre spillamenti rigenerativi.

Generatore di vapore

- Potere calorifico di un combustibile e determinazione dell'aria necessaria per la combustione.
- Temperatura di combustione.
- Fenomeno della rugiada acida.
- Evoluzione dei generatori di vapore: dalla caldaia Cornovaglia alla caldaia Babcock.
- Separatore di vapore.
- Disposizione degli scambiatori lungo il percorso dei fumi.
- Surriscaldatore parzialmente irraggiato e in equi-corrente.
- Diagramma di scambio termico in presenza dell'economizzatore e del preriscaldatore dell'aria.
- Carico termico.
- Caldaia ad irraggiamento: geometria, componenti, disposizione degli scambiatori.
- Rendimento del generatore di vapore per via diretta e per via indiretta.

Turbogas

- Ciclo di Brayton: influenza sul rendimento e sul lavoro specifico della temperatura di ingresso in turbina e del rapporto di compressione; raffreddamento delle pale della turbina.
- Componenti di turbogas e mappe di prestazione. Regolazione della potenza. Influenza del punto di funzionamento e della temperatura ambiente.
- Cicli turbogas rigenerativi.
- Cenno sul ciclo turbogas con compressione frazionata e interrefrigerata, sul ciclo turbogas con espansione frazionata e interriscaldata e sui cicli complessi.
- Esercizio per il calcolo degli stati fisici e delle prestazioni di un ciclo turbogas semplice, considerando il calore specifico sia costante sia variabile con la temperatura.

Impianti a ciclo combinato

- Caratteristiche generali ed espressione del rendimento.
- Impianti a ciclo combinato ad un livello di pressione: influenza sul rendimento della postcombustione, del risurriscaldamento e degli spillamenti di vapore.
- Cenno ai cicli combinati a due e tre livelli di pressione.
- Esercizio per il calcolo delle grandezze caratteristiche nelle sezioni significative dell'impianto e delle prestazioni (rendimento, consumo specifico e potenza) di un ciclo combinato a un livello di pressione.

Sistemi cogenerativi

- Cogenerazione: definizioni e indici energetici.
- Gruppi cogenerativi con turbine a gas.
- Gruppi cogenerativi con turbina a vapore in contropressione.
- Gruppi cogenerativi con turbina a vapore in derivazione.
- Gruppi combinati cogenerativi (cenno).
- Applicazioni numeriche per il calcolo dell'indice IRE.

Motori alternativi a combustione interna

- Diagramma di indicatore e diagramma termodinamico.
- Cicli termodinamici Sabathè, Otto e Diesel: rendimento ed analisi termodinamica.
- Valutazione della potenza per "via termica": definizione di tonalità termica, pressione media indicata e pressione media effettiva, rendimenti.
- Valutazione della potenza per "via meccanica" e influenza della velocità media.
- Curve di prestazione dei motori alternativi a combustione interna: influenza della velocità di rotazione, valori tipici del consumo specifico (per applicazioni automotive) e del rendimento elettrico e termico (per impianti stazionari).
- Gruppi cogenerativi con motori a combustione interna (cenno).

Testi consigliati

- Negri di Montenegro G., Bianchi M., Peretto A., 2008, "Sistemi Energetici 1 – Macchine a fluido", Pitagora Editrice, Bologna.
- Cantore G., 1996, "Macchine", Progetto Leonardo (Ed. Esculapio).
- Morandi G., 1974, "Macchine ed apparecchiature a vapore e frigorifere", Pitagora Ed., Bologna.

Testi di consultazione

- Dossena V., Ferrari G., Gaetani P., Montenegro G., Onorati A., Persico G., 2015, "Macchine a fluido", CittàStudi Edizioni.
- Lozza G., 2016, "Turbine a gas e cicli combinati", Edizioni Esculapio (3a edizione).
- Cornetti G., Millo F., 2015, "Scienze termiche e macchine a vapore - Vol. 2A", Ed. Il Capitello.
- Cornetti G., Millo F., 2015, "Macchine a gas - Vol. 2B", Ed. Il Capitello.
- Bettocchi R., Spina P. R., "Propulsione aerospaziale con turbogas", Pitagora Editore.
- Cocco D., Palomba C., Puddu P., 2010, "Tecnologie delle energie rinnovabili", S.G.E., Padova
- Ferrari G., "Motori a combustione interna", Ed. Il Capitello.
- Cohen H., Rogers G.F.C., Saravanamuttoo H.I.H., 1996, "Gas Turbine Theory", Longman.
- Heywood J. B., "Internal combustion engine fundamentals", McGraw-Hill.