

## Informazioni generali

- Anno di corso: 1
- Semestre: 2
- CFU: 9

## Docente responsabile

- [Marco GAMBINI](#)
- [Michela VELLINI](#)

## Obiettivi formativi

Vengono introdotte le metodologie di analisi degli impianti di conversione dell'energia: analisi di primo e secondo principio dei cicli di conversione, sviluppo della metodologia di analisi dei cicli di conversione basata sui fattori termodinamici (fattore Carnot, fattore Clausius, fattore di molteplicità delle sorgenti), analisi in design e off-design di componenti e sistemi finalizzata al monitoraggio e alla diagnostica dei componenti e dei sistemi. V

engono poi introdotte metodologie di analisi tecnico-economica: rendimento globale, costi fissi e costi variabili in una centrale termoelettrica, costo dell'elettricità e dell'energia termica prodotte e vengono affrontate le tematiche relative alle emissioni ed inquinanti prodotti da centrali termoelettriche alimentate a combustibili fossili.

Si passa poi allo studio degli impianti di potenza e degli impianti di cogenerazione alimentati da combustibili fossili in design e in off-design.

Infine, viene analizzata la normativa vigente in ambito cogenerazione e vengono forniti e discussi i dati nazionali in detto ambito.

## Programma

*Metodologie di analisi degli impianti di potenza:* generalità sulle analisi di primo e secondo principio; analisi dei cicli di conversione dell'energia; rendimento globale e consumo specifico; combustibili; parametri caratteristici della fase di combustione; aspetti ambientali: cenni sulle emissioni termiche e gassose; gli inquinanti atmosferici regolamentati; aspetti economici: costo

dell'elettricità prodotta e costo di gestione della potenza installata.

*Principi di base della cogenerazione:* fondamenti termodinamici e considerazioni applicative preliminari; rendimenti e parametrici caratteristici; panoramica nazionale sulla cogenerazione.

*Complementi di analisi dei componenti:* elementi di scambio termico e scambiatori di calore; generatori di vapore a combustibile; generatori di vapore a recupero; condensatori e rigeneratori.

Diagnostica e monitoraggio: principi di diagnostica e monitoraggio; metodologie di valutazione dell'off-design delle turbomacchine; metodologie di valutazione dell'off-design delle apparecchiature di scambio termico.

### **Impianti di potenza per la cogenerazione**

*Impianti con turbine a vapore:* complementi di analisi termodinamica; limiti funzionali e tecnologici degli IV; soluzioni impiantistiche e prestazioni globali; valutazione delle prestazioni a carico nominale; la regolazione della potenza; valutazione delle prestazioni a carico parziale; influenza delle condizioni operative sulle prestazioni; soluzioni impiantistiche per la cogenerazione; diagnostica e monitoraggio delle prestazioni; emissioni inquinanti e relativo trattamento.

*Impianti con turbine a gas:* complementi di analisi termodinamica; limiti funzionali e tecnologici delle TG; soluzioni impiantistiche e prestazioni globali; valutazione delle prestazioni a carico nominale; la regolazione della potenza; valutazione delle prestazioni a carico parziale; influenza delle condizioni operative sulle prestazioni; soluzioni impiantistiche per la cogenerazione; diagnostica e monitoraggio delle prestazioni; emissioni inquinanti e relativo trattamento.

*Impianti combinati gas-vapore:* complementi di analisi termodinamica; schema impiantistico di base e considerazioni generali; soluzioni impiantistiche e prestazioni globali; valutazione delle prestazioni a carico nominale; la regolazione della potenza; valutazione delle prestazioni a carico parziale; influenza delle condizioni operative sulle prestazioni; soluzioni impiantistiche per la cogenerazione; diagnostica e monitoraggio delle prestazioni; emissioni inquinanti e relativo trattamento.

*MCI per applicazioni stazionarie*: classificazione e parametri caratteristici; soluzioni impiantistiche e prestazioni globali; valutazione delle prestazioni a carico nominale; la regolazione della potenza; la valutazione delle prestazioni a carico parziale; influenza delle condizioni operative sulle prestazioni; soluzioni impiantistiche per la cogenerazione; emissioni inquinanti e relativo trattamento

*Scelta e dimensionamento degli impianti di cogenerazione*: la cogenerazione ad alto rendimento (CAR); caratterizzazione degli impianti di potenza in ambito CAR; metodologie per la scelta ed il dimensionamento degli impianti; esempi applicativi.

## Eventuali propedeuticità

Laurea nella classe di Ingegneria Industriale.

Lo studente deve avere buone basi nel settore della termodinamica e dello scambio termico e buone conoscenze del funzionamento macchine a fluido.

## Testi di riferimento

- Materiale fornito dai docenti
- M. Gambini, *Appunti per le lezioni di Conversione dell'Energia*, Texmat, 2005
- G. Lozza, *Turbine a gas e cicli combinati*, Società Editrice Esculapio, Bologna, 2<sup>a</sup> edizione, 2006

## Modalità d'esame

L'esame di Impianti di Potenza e Cogenerazione si articola in una prova orale.

Durante la prova orale si può discutere lo svolgimento e la soluzione di prove pratiche assegnate. Le prove pratiche hanno lo scopo di verificare le capacità di calcolo critico dello studente su argomenti energetici. La prova orale ha lo scopo di verificare l'apprendimento dei concetti teorici del corso.

La prova di esame valuta la preparazione complessiva dello studente: dalla capacità di integrazione delle conoscenze dei contenuti del corso alla capacità di analisi degli argomenti fino all'elaborazione di giudizi autonomi sulle tematiche del corso. Inoltre vengono valutate la proprietà di linguaggio e la chiarezza espositiva, in aderenza con i descrittori di Dublino (1. Conoscenza e capacità di comprensione - knowledge and understanding; 2. Capacità di applicare la conoscenza e comprensione - applying knowledge and understanding; 3. Autonomia di giudizio - making judgements; 4. Capacità di apprendimento - learning skills; 5: Abilità di comunicazione - communication skills).

Il voto finale terrà conto per il 70% della completezza delle conoscenze acquisite e per il 30% delle capacità espressive e di giudizio autonomo dimostrate dallo studente.

La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri:

Non idoneo: importanti carenze nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi e sintesi, frequenti generalizzazioni e limitate capacità critiche e di giudizio, argomenti esposti in modo non coerente e con linguaggio inappropriato

18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili generalizzazioni e imperfezioni; capacità di analisi sintesi e autonomia di giudizio sufficienti; argomenti esposti in modo frequentemente poco coerente e con un linguaggio poco appropriato

21-23: Conoscenza e comprensione degli argomenti poco più che sufficiente; capacità di analisi e di sintesi sufficientemente approfondite; linguaggio appropriato

24-26: Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti; buone capacità di analisi e sintesi esposte in modo rigoroso; linguaggio non sempre appropriato

27-29: Conoscenza e comprensione degli argomenti profonda; notevoli capacità di analisi e sintesi; buona autonomia di giudizio; argomenti esposti in modo rigoroso e con linguaggio

appropriato

30-30L: Livello di conoscenza e comprensione degli argomenti ottimi; eccellenti capacità di analisi, di sintesi e di autonomia di giudizio; esposizione originale e con linguaggio appropriato.

## Scheda insegnamento



[Scheda insegnamento Impianti di Potenza e Cogenerazione \(109 kB\)](#)