

---

# Complementi di macchine

## Finalità

Il corso fornisce le conoscenze sulla teoria delle Macchine, necessarie all'Ingegnere meccanico, completando la preparazione fornita dal corso di Macchine AB (laurea). Le Macchine, secondo la tradizione nazionale, comprendono sia le macchine a fluido (componenti) che gli impianti motori (convertitori di energia primaria). Per quanto possibile viene esposta una teoria unitaria per i diversi tipi di macchine (idrauliche/a fluido comprimibile, a combustione interna/esterna/nucleari). Si introducono criteri di calcolo adeguati al rigore richiesto all'ingegnere moderno. Vengono svolti esempi applicativi di uso pratico.

## Programma

Energetica ed economia applicata: storia delle macchine, sfruttamento dell'energia idraulica; generalità sugli impianti termici, cicli e pseudocicli, 2° principio, la cifra di merito per i cicli termodinamici diretti, tipi e proprietà dei combustibili; sfruttamento dell'energia nucleare, principi.

Metodi di analisi delle macchine a fluido: recupero e controrecupero, rendimenti di compressione e di espansione adiabatici, poltropici, isotermi; il cono di Stodola, caratteristica interna e meccanica di turbina; accoppiamento macchina operatrice-circuito a velocità variabile; gas perfetto, semi-perfetto, modello polinomiale; bilanci di energia in presenza di reazioni chimiche, dissociazione molecolare ad alta temperatura, temperatura finale di combustione adiabatica; generalità sulla rigenerazione negli impianti di potenza; applicazione della similitudine alle macchine a fluido; cenno all'aerodinamica 2D, portanza e resistenza dei profili alari.

Impianti motori: Criteri di dimensionamento degli impianti idraulici, rigenerazione negli impianti a vapore, umidità in turbina e risurriscaldamento; tipi di reattori nucleari (a gas, BWR, PWR, LMFBR), cicli a vapore per impianti nucleari; impianti turbogas, processi aperti, matching dei componenti, tecniche di regolazione, funzionamento off-design; ripartizione della potenza negli impianti combinati, diversi schemi d'impianto, ricombustione, pressioni multiple, STIG; fondamenti di motori a combustione interna, cicli limite, riempimento, pressione media, sviluppo della combustione, bilancio energetico.

Macchine a fluido e componenti degli impianti motori: rendimenti di stadio, ripartizione della potenza nelle ruote Curtis, effetti 3D negli stadi di turbina, limiti di potenza delle turbine a vapore; le tenute nelle turbomacchine, spinte assiali; turbine idrauliche, geometria delle palettature e triangoli delle velocità, diffusore allo scarico, cavitazione; analisi delle perdite nelle turbomacchine motrici e operatrici; scambiatori per impianti a vapore, condensatori e sottoraffreddamento, condensatori ad aria, torri di raffreddamento, preriscaldatori d'aria; compressori dinamici, stallo, pompaggio, caratteristica delle macchine pluristadio, campo di funzionamento, choking, stallo rotante; camere di combustione per turbine a gas, caldaie a recupero; compressori alternativi, spazio nocivo e rapporto di compressione massimo, staging e interrefrigerazione, compressori volumetrici rotativi, trasferitori e macchine con compressione interna, pompe alternative, pompe volumetriche rotative, il problema della regolarità della portata, casse d'aria.

## Attività d'esercitazione

Applicazioni numeriche dei modelli termodinamici del gas semi-perfetto e del vapore d'acqua.

Applicazioni numeriche su accoppiamento pompa-circuito e su impianto combinato gas-vapore.

Progetto di massima di: turbina Pelton, turbina Banki, caldaia a tubi d'acqua, condensatore, pompa centrifuga, turbina a vapore, compressore alternativo

## Modalità d'esame

orale

## Propedeuticità

Macchine (corso di base)

## Testi consigliati

C. Caputo – Gli impianti convertitori di energia – Masson, Milan

C. Caputo – Le macchine volumetriche – Masson, Milano

C. Caputo – Le turbomacchine – Masson, Milan