

MACCHINE

Programma del Corso [9 CFU]

Introduzione allo studio delle macchine: classificazione macchine (turbo, volumetriche, alternative, rotative, assiali, centrifughe); sistemi aperti e chiusi; punto di vista lagrangiano ed euleriano; 1° Principio della Termodinamica: espressione lagrangiana, espressione euleriana, moto permanente; 2° Principio della Termodinamica, lavoro delle resistenze passive e 1° principio nella forma mista; evoluzioni politropiche: coefficiente della politropica e calore specifico della trasformazione; gas perfetto; vapore; diagrammi di rappresentazione: piano Gibbs (T,s), piano di Mollier (i,s), piano di Clapeyron (p,v); diagramma di Mollier per il vapor d'acqua; significato di aree ed ordinate sui piani termodinamici;

Cicli termodinamici: rendimento idraulico ed interno; grandezze totali; arresto isoentropico; arresto adiabatico e non;

Impianti a vapore: descrizione generale, ciclo Rankine ed Hirn; espansione ideale e reale, lavoro di recupero; mezzi per aumentare il rendimento dei cicli a vapore: surriscaldamenti ripetuti, rigenerazione, recupero parziale e totale; impianti a cicli sovrapposti; cicli combinati gas-vapore.

Impianti a gas: ciclo di riferimento Brayton-Joule, ciclo reale, potenza, lavoro, rendimenti; provvedimenti migliorativi del ciclo a gas: compressione interrefrigerata, post-combustione e rigenerazione; confronto cicli a gas reali ed ideali; confronto impianto a vapore e a gas.

Teoria degli ugelli: efflusso attraverso ugelli convergenti e convergenti-divergenti; curve di prestazione dell'ugello; numero di Mach e velocità del suono; portata smaltita dall'ugello; condizioni di efflusso critico.

Turbomacchine termiche motrici: Studio unidimensionale dell'espansore, triangoli di velocità, teorema del momento della quantità di moto in versione euleriana.

Turbine a vapore: stadi ad azione semplice a salti di velocità e a salti di pressione; stadi a reazione. Condizioni ottime di funzionamento e regolazione. Svergolamento delle pale. Organizzazione dell'espansore.

Compressione di gas: Lavoro di compressione e rendimento; lavoro di controrecupero; significato delle aree sul piano T-S; compressione in più stadi interrefrigerati; turbocompressore centrifugo ed assiale: triangoli di velocità, lavoro e grado di reazione, coefficienti adimensionali, caratteristica manometrica; diffusore palettato e non; similitudine di funzionamento, mappe di funzionamento e scelta della macchina. punto di funzionamento di un turbocompressore e condizioni di stabilità; instabilità di funzionamento: stallo e pompaggio; regolazione di un turbocompressore: laminazione aspirazione, laminazione mandata, by-pass o riflusso, variazione della velocità di rotazione, variazione dell'angolo di calettamento delle pale del diffusore e della girante; avviamento della macchina e triangoli di velocità.

Macchine volumetriche: Piano di lavoro e piano termodinamico. Compressore alternativo: ciclo di lavoro, perdite caratteristiche, riempimento e caratteristica manometrica, temperatura di mandata del gas, compressione in più stadi interrefrigerati. Regolazione per laminazione, per riflusso, per variazione del grado di spazio morto e per variazione della velocità di rotazione. Compressore Roots: ciclo di lavoro, temperatura di mandata. Regolazione: per laminazione all'aspirazione, variazione della velocità di rotazione, riflusso. Studio della compressione in più stadi con e senza interrefrigerazione. Compressore a palette: funzionamento, lavoro al ciclo, temperatura di mandata e criteri di regolazione. Descrizione e funzionamento del compressore a vite, a viti, ad anello liquido e a spirale orbitante. Studio della compressione multi-stadio con e senza interrefrigerazione.

Macchine idrauliche: Richiami di formule, trinomio di Bernoulli e primo principio della termodinamica ed applicazione ai circuiti idraulici.

Turbomacchine idrauliche: Terminologia e grandezze tipiche; turbine idrauliche, valutazione delle prestazioni, funzionamento in similitudine, mappe caratteristiche. Studio delle principali tipologie di turbine idrauliche: turbine Pelton, turbine Francis, turbine ad elica e Kaplan, turbine a bulbo. Triangoli di velocità, condizioni di funzionamento ottimali, regolazione, prestazioni.

Turbopompe: analogie con turbocompressori; caratteristica manometrica della pompa; prevalenza; accoppiamento al circuito esterno: punto di funzionamento e stabilità; regolazione della pompa: strozzamento alla mandata, variazione di velocità angolare, riflusso; problemi di innesco ed avviamento; cavitazione e quota massima di installazione; pompe in parallelo ed in serie: calcolo della caratteristica equivalente; equazioni per il calcolo del funzionamento in similitudine.

Testi consigliati

- [Beccari A. "Macchine" CLUT Torino, 1993, 516 pagine](#)
Teoria generale delle macchine a fluido, Impianti a vapore, Turbomotori, Turbocompressori, Compressori Volumetrici, Motori volumetrici
- [Beccari A. "Esercizi di Macchine" CLUT Torino, 1986, 320 pagine](#)
Esercizi sistemi energetici e macchine a fluido: Impianti a vapore, Turbomotori a vapore, Turbocompressori, Compressori Volumetrici, Motori alternativi a combustione interna
- [Catania A. E., "Esercizi e complementi di macchine", Levrotto & Bella, Torino, 1988](#)
Teoria generale delle macchine a fluido, Turbine a vapore, Impianti a vapore, Condensatori
- [Della Volpe R., "MACCHINE", Liguori Editore, Napoli, 1994](#)
Teoria generale delle macchine a fluido, impianti motori a vapore, a gas, idraulici, compressori, pompe.

Docente: Emiliano Pipitone
emiliano.pipitone@unipa.it

Ricevimento studenti: Giovedì e venerdì dalle 11.00 alle 12.00