



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 vapore d'acqua; significato di aree ed ordinate sui piani 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; mezzi per aumentare il rendimento dei cicli a vapore: surriscaldamenti ripetuti, impianti a ciclo combinato, rigenerazione, recupero parziale e totale; espansione reale e lavoro di recupero.

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; cicli combinati gas-vapore.

Efflusso attraverso condotti fissi: Ugello convergente e convergente-divergente; numero di Mach, velocità del suono; curve di prestazione dell'ugello; portata trattata dall'ugello e flusso critico; ugello adattato; calcolo della portata e delle condizioni di efflusso al variare delle pressioni a monte ed a valle.

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

Turbine a vapore: Turbina ad azione semplice, a salti di velocità e a salti di pressione; turbina a reazione: criteri di progettazione per stadi singoli e stadi multipli. Condizioni ottime di funzionamento. Organizzazione dell'espansore; funzionamento al di fuori del progetto e regolazione. Impianti cogenerativi.

Compressione di gas: Lavoro di compressione e rendimento; lavoro di controrecupero; significato delle aree sul piano T-S; compressione in più stadi interrefrigerati; lavoro interno e variazione del momento della quantità di moto: equazione di Eulero; turbocompressore centrifugo ed assiale: triangoli di velocità, lavoro e grado di reazione; coefficienti adimensionali; turbocompressore centrifugo: caratteristica manometrica; triangoli di velocità; diffusore palettato e non; turbocompressore assiale; triangoli di velocità e grado di reazione; similitudine di funzionamento, mappe di funzionamento e scelta della macchina; punto di funzionamento di un turbocompressore e 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. 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, compressione in più stadi. 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 e a viti. Studio della compressione multi-stadio con e senza interrefrigerazione. Descrizione e funzionamento della “pompa” a membrana e della “pompa” peristaltica.

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

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

- Capata Roberto, "MACCHINE A FLUIDO VOL.1", Editrice Esculapio, Bologna, 2020
Teoria generale delle macchine a fluido, impianti motori a vapore, a gas, idraulici, turbine, compressori, pompe.
- Beccari A. "Macchine" CLUT Torino, 1993, 516 pagine
Teoria generale delle macchine a fluido, impianti a vapore, turbomotori, turbocompressori, compressori volumetrici
- Beccari A. "Esercizi di Macchine" CLUT Torino, 1986, 320 pagine
Esercizi sistemi energetici e macchine a fluido: impianti a vapore, turbomotori, turbocompressori, compressori volumetrici
- Catania A. E., "Esercizi e complementi di macchine", Levrotto & Bella, Torino, 1988
Efflusso attraverso condotti fissi (ugelli)
(capitolo sulla teoria degli ugelli)
- Della Volpe R., "MACCHINE", Liguori Editore, Napoli, 1994
Impianti motori a gas, cavitazione nelle turbopompe
(teoria ed esercizi su turbine a gas, turbopompe)

Docente: Emiliano Pipitone, emiliano.pipitone@unipa.it

Prenotazione ricevimento studenti: <http://www.unipa.it/persone/docenti/p/emiliano.pipitone>