

# **Ing. Meccanica**

**Disciplina:** N274IME **AZIONAMENTI OLEODINAMICI E PNEUMATICI**

ING-IND/14

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** BRACCIALI ANDREA

P2 ING-IND/14

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Introduzione. Caratteristiche della pneumatica. Impieghi dell'aria compressa. Differenze fra pneumatica e oleoidraulica. Classificazione dei dispositivi pneumatici. Descrizione dei principali simboli ISO. Caratteristiche generali dei gas. Efflusso dei gas. Velocità dell'efflusso e velocità del suono

La compressione dell'aria, tipi di compressori: a pistoni, a palette a lobi, a vite, cenno sui turbocompressori, regolazione dei compressori, scelta del tipo di compressore per vari utilizzi.

Trattamento dell'aria compressa, filtraggio, deumidificazione, lubrificazione, i gruppi FRL, immagazzinaggio dell'aria compressa, dimensionamento dei serbatoi, reti di distribuzione, esempi di distribuzione in linea ad anello e in parallelo.

Raccordi per tubi metallici, Collegamenti flessibili, dimensionamento delle reti, perdite di carico distribuite e concentrate, determinazione del diametro dei tubi, classificazione degli attuatori, i cilindri pneumatici, caratteristiche costruttive, ammortizzatori di fine corsa, cilindri in particolari condizioni di lavoro, fissaggio dei cilindri.

Dimensionamento dei cilindri, forza statica, forza trasversale, forza dinamica, carico di punta, consumo di aria, Attuatori lineari a trascinamento magnetico e con fenditura, attuatori rotativi a cremagliera e a pamola, attuatori speciali, unità guida con cilindri interni ed esterni, pinze pneumatiche, unità di traslazione e rotazione, tavole rotanti, unità aria-olio, moltiplicatori di pressione, unità di avanzamento oleopneumatiche, cenno sugli ammortizzatori oleoidraulici.

Valvole di controllo della direzione, tipi funzionali, tipi costruttivi, comando delle valvole, Servopilotaggio, comandi manuali, meccanici, pneumatici, elettrici, montaggio delle valvole, collegamenti singoli in batteria e fieldbus, dimensionamento delle valvole, calcolo analitico e grafico.

Valvole di regolazione della portata, tipi e varietà costruttive, dimensionamento dei regolatori di portata, Valvole riduttrici di pressione, impiego dei riduttori di pressione, dimensionamento dei riduttori di pressione, valvole ad autocommutazione, valvole unidirezionali, valvole di scarico rapido, valvole sequenziali, valvole selettive, valvole temporizzatrici, i silenziatori.

Tecnica proporzionale, azionamento, attuatori, sensore - trasduttore, elemento di comparazione, elemento di elaborazione ed amplificazione, controllo proporzionale della pressione, impieghi controllo proporzionale della pressione, controllo proporzionale della portata e impieghi, controllo proporzionale della posizione, posizionamento servopneumatico, esempi di costruzione dei circuiti e relativa simulazione al PC.

Caratteristiche dei sistemi oleoidraulici: definizioni, schema rappresentativo di un circuito oleoidraulico, grandezze fondamentali e unità di misura, tabelle di conversione, proprietà dei fluidi utilizzati in oleoidraulica, attrito interno e viscosità, moto dei fluidi, laminare o turbolento, il numero di Reynolds, le perdite di carico distribuite e concentrate, classificazione e caratteristiche dei fluidi idraulici, la viscosità in funzione della temperatura, potere lubrificante e proprietà antiusura, l'inflammabilità.

Le pompe, caratteristiche generali, pompe volumetriche e non volumetriche, diagramma delle caratteristiche, portata e rendimento volumetrico, il rendimento meccanico, rendimento globale e potenza di una pompa. Le pompe a ingranaggi: esterni ed interni, le pompe a vite, pompe a palette, pompe a pistoni e pompe a pistoni radiali, pompe a pistoni assiali, pompe a pistoni assiali con piastra inclinata e con blocco cilindri fisso allineato, pompe a piastra inclinata con blocco cilindri rotante allineato, pompe a pistoni assiali con blocco cilindri inclinato. La regolazione della cilindrata, regolatore a potenza costante, regolatore a pressione costante. La durata delle pompe.

Attuatori, cilindri, caratteristiche generali e tipologie, parametri per il dimensionamento, carico di punta. Frenatura, stima della velocità finale. Attuatori rotativi. Motori, caratteristiche meccaniche coppia, velocità, potenza, curve caratteristiche. Tipologie costruttive, ingranaggi, palette, cilindri assiali, orbitali.

Regolazione a potenza costante del motore a cilindrata variabile. Motori a pistoni radiali fissi, a pistoni radiali. Valvole per il controllo della direzione, intercettazione. Distributori rotativi, a sede ed a cassetto. Esempi di applicazione. Ricoprimento nei distributori a cassetto, azionamento, manuale, pneumatico, oleodinamico, elettrico diretto ed indiretto. Tipi di pilotaggio nei distributori ad azionamento elettrico indiretto.

Valvole a cartuccia, struttura e funzionamento, funzioni realizzabili in funzione dei diversi collegamenti attuabili, valvola di non ritorno pilotata in un senso o nell'altro, valvola di intercettazione, distributore 4/2. Valvole limitatrici di pressione (caratteristica  $D_p Q$ ), valvole limitatrici pilotate, valvole regolatrici di pressione. Strozzatori, dipendenza della portata dal  $D_p$ , regolatori di flusso, adattamento al  $D_p$ . Valvole di non ritorno pilotate.

Accumulatori, cenni alle tipologie costruttive, pistone, diaframma, sacca. Stima del volume utile in funzione del ciclo di funzionamento. Valutazione del legame tra il rapporto delle pressioni massima e minima, il volume utile ed il volume massimo del gas. Considerazioni sulla potenza dissipata e sul suo smaltimento.

Esempi di circuiti oleodinamici. Esempio di trasmissione con circuito chiuso e reintegro dell'olio. Tecnica proporzionale, schema logico, elettronica, amplificazione attuatore elettromeccanico valvola attuatore oleodinamico ed eventuale retroazione. Solenoide proporzionale schema e caratteristica. Distributore proporzionale bistadio, caratteristica ingresso portata perdita di pressione. Valvola limitatrice di pressione proporzionale, schema caratteristica ingresso pressione con e senza retroazione. Valvola di controllo portata schema, caratteristica ingresso portata con e senza retroazione. Servovalvola, schema di servovalvola bistadio, curve caratteristiche, portata ingresso, pressione ingresso, risposta in frequenza, portata perdite di pressione.

**Disciplina:** 11225663 **BIOINGEGNERIA ELETTRONICA**

ING-INF/06

**Corso di Studio:** **IME** IEL

**Crediti:** 6 **Tipo:** C

**Note:**

**Docente:** **MANFREDI CLAUDIA**

RC ING-INF/06

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

---

**Disciplina:** 11223335 **BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE**

ING-IND/34

**Corso di Studio:** **IME** IEL

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** **CORVI ANDREA**

P1 ING-IND/34

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** 11233333 **CALCOLO DELLE PROBABILITA' E STATISTICA** MAT/06

**Corso di Studio:** **IME** **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** **ANICHINI GIUSEPPE** P1 MAT/05 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Matematica Applicata "G.Sansone"

---

**Disciplina:** A001156 **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MORANDI ROSSANA

P1 MAT/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

#### {1} CONCETTI GENERALI

- Condizionamento
- Stabilità
- Algoritmi

#### {2} ANALISI DELL'ERRORE

- Rappresentazione in base di numeri interi e reali
- Algoritmi di conversione
- Numeri di macchina
- Operazioni di macchina

#### {3} EQUAZIONI NON LINEARI

- Bisezione, Corde, Regula Falsi, Secanti e Tangenti:  
descrizione ed analisi dei metodi.
- Criteri di arresto
- Ordine di convergenza

#### {4} SISTEMI LINEARI

- Condizionamento
- Metodi diretti per la soluzione di sistemi lineari:  
descrizione ed analisi della fattorizzazione
- Metodo di Gauss; stabilità e strategie di pivot
- Metodi Iterativi: Jacobi, Gauss Seidel

#### {5} INTERPOLAZIONE ED APPROSSIMAZIONE

- Il problema dell'interpolazione polinomiale
- Interpolazione di Lagrange: forma di  
Lagrange e di Newton del polinomio interpolante
- Espressione dell'errore
- Funzioni splines
- Il problema della migliore approssimazione polinomiale ai minimi quadrati nel  
discreto

#### {6} FORMULE DI QUADRATURA

- Formule interpolatorie
- Formule composte
- Cenni sulla convergenza e stabilità

#### {7} INTRODUZIONE AL LINGUAGGIO MATLAB

**Disciplina:** 12233335 **COMBUSTORI INDUSTRIALI (C.I. Energie rinnovabili)** ING-IND/08

**Corso di Studio:** IME IAT **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** FIASCHI DANIELE RC ING-IND/08 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 9 **Tipo:** C

**Note:** CAPITANI 4 CFU, PIERINI 5 CFU

**Docente:** PIERINI MARCO

P2 ING-IND/14

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Progetto meccanico e relative metodologie

Considerazioni sulle verifiche a resistenza e a rigidezza

Materiali impiegati nelle costruzioni meccaniche

Progetto e verifica in condizioni di carichi statici

Progetto e verifica in condizioni di carichi affaticanti

Alcuni argomenti strutturali di interesse per le costruzioni meccaniche:

- ) travi di grande curvatura
- ) contatti hertziani
- ) componenti in pressione
- ) elementi rotanti

Elementi delle macchine:

- ) collegamenti chiodati
  - ) collegamenti saldati
  - ) collegamenti per forzamento
  - ) incollaggi
  - ) progetto e verifica di perni, assi e alberi
  - ) collegamenti smontabili: chiavette, linguette, spine, scanalati
  - ) collegamenti con viti
  - ) viti di manovra
  - ) molle: barra di torsione, molla ad elica
  - ) ruote dentate: ruote cilindriche e coniche a denti diritti ed elicoidali, coppia vite senza fine - ruota elicoidale
  - ) cinghie piane, tonde, trapezoidali e poly-v, cinghie dentate
  - ) catene di trasmissione
  - ) cuscinetti di strisciamento
  - ) cuscinetti di rotolamento
-

**Disciplina:** 0065230 **DISEGNO MECCANICO (A-L)**

ING-IND/15

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 9 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/15

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Introduzione al corso integrato

1 - Progetto e disegno:

Come si articola il progetto Strumenti per progettare (CAD, CAM, FEA ecc).

Introduzione all'ambiente CAD/CAE

2 - Norme e tecniche di rappresentazione:

Le normative Rappresentazioni per viste e sezioni

Norme di rappresentazione e indicazione delle quote nei disegni meccanici

Generazione della geometria nei sistemi CAD (sketching, parametricità, Feature di modellazione elementari)

3 - Materiali da costruzione:

Norme di identificazione e caratteristiche meccaniche

Database di materiali nei sistemi CAD

4 - Cenni sulle tecnologie di fabbricazione:

Disegno di parti ottenute per fusione, stampaggio, asportazione di truciolo

Feature di lavorazione e funzionalità avanzate.

5 - Sistemi di quotatura e tolleranze:

Sistemi di quotatura Tolleranze dimensionali e geometriche

6 - Elementi delle macchine:

Componenti unificati e da commercio (viti, cuscinetti, profili scanalati, ecc.), organi per la trasmissione del moto, collegamenti. Criteri per il montaggio di cuscinetti volventi.

Le librerie di componenti nei sistemi CAD.

7 - Complessivi e assemblaggi:

Complessivi meccanici, assemblaggio e distinta base

Ambiente di assemblaggio nei sistemi CAD

**Disciplina:** 3455060 **DISEGNO MECCANICO (M-Z)**

ING-IND/15

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 9 **Tipo:**

**Note:**

**Docente:** RISSONE PAOLO

P1 ING-IND/15

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Introduzione al corso integrato

1 - Progetto e disegno:

Come si articola il progetto Strumenti per progettare (CAD, CAM, FEA ecc).

Introduzione all'ambiente CAD/CAE

2 - Norme e tecniche di rappresentazione:

Le normative

Rappresentazioni per viste e sezioni

Norme di rappresentazione e indicazione delle quote nei disegni meccanici

Generazione della geometria nei sistemi CAD (sketching, parametricità, Feature di modellazione elementari)

3 - Materiali da costruzione:

Norme di identificazione e caratteristiche meccaniche

Database di materiali nei sistemi CAD

4 - Cenni sulle tecnologie di fabbricazione:

Disegno di parti ottenute per fusione, stampaggio, asportazione di truciolo

Feature di lavorazione e funzionalità avanzate.

5 - Sistemi di quotatura e tolleranze:

Sistemi di quotatura

Tolleranze dimensionali e geometriche

6 - Elementi delle macchine:

Componenti unificati e da commercio (viti, cuscinetti, profili scanalati, ecc.), organi per la trasmissione del moto, collegamenti.

Criteri per il montaggio di cuscinetti volventi.

Le librerie di componenti nei sistemi CAD.

7 - Complessivi e assemblaggi:

Complessivi meccanici, assemblaggio e distinta base

Ambiente di assemblaggio nei sistemi CAD

**Disciplina:** 44455566 **ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE** ING-IND/35  
**AZIENDALE**

**Corso di Studio:** IME **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** VISINTIN FILIPPO RL ING-IND/35 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** 12233333 **ELEMENTI DI STRUMENTAZIONE** ING-INF/06  
**BIOMEDICA**

**Corso di Studio:** **IME** BMS,IEL **Crediti:** 6 **Tipo:** C

**Note:**

**Docente:** **MASOTTI LEONARDO** P1 ING-INF/01 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Ingegneria Elettron. e delle Telecom.

---

---

**Note:**

---

Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. Leggi di Kirchoff. Componenti passivi. Connessioni serie e parallelo di componenti. Partitore di tensione e di corrente. Trasformazioni stella-triangolo. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millman, Thevenin, Norton. Metodi di Analisi su base Maglie e Nodi. Generatori controllati. Trasformatore ideale. Analisi di circuiti nel dominio del tempo. Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Risposta transitoria e risposta permanente. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti. Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Risposta in frequenza. Risposta in ampiezza e risposta in fase. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda. Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza. Analisi di sistemi trifase simmetrici ed equilibrati, simmetrici e non equilibrati, con e senza filo neutro. Rifasamento di carichi trifase. Potenza nei sistemi trifase. Induttori mutuamente accoppiati. Trasformatore monofase. Circuito equivalente del trasformatore. Prova a vuoto e prova in corto circuito del trasformatore. Rendimento del trasformatore. Autotrasformatore.

Grandezze elettriche fondamentali. Teoria dei Circuiti e suoi limiti di applicabilità. Leggi di Kirchoff. Componenti passivi. Connessioni serie e parallelo di componenti. Partitore di tensione e di corrente. Trasformazioni stella-triangolo. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millman, Thevenin, Norton. Metodi di Analisi su base Maglie e Nodi. Generatori controllati. Trasformatore ideale. Analisi di circuiti nel dominio del tempo. Analisi mediante soluzione di equazioni differenziali. Risposta transitoria e risposta permanente. Calcolo della risposta a regime con eccitazioni costanti. Valore efficace. Fasori. Circuiti equivalenti nel dominio dei fasori. Risposta in frequenza. Risposta in ampiezza e risposta in fase. Circuiti risonanti serie e parallelo. Coefficiente di risonanza. Larghezza di banda. Potenza attiva, fattore di potenza, potenza reattiva, potenza apparente e potenza complessa. Triangolo delle potenze. Conservazione della potenza complessa. Rifasamento. Teorema del massimo trasferimento di potenza. Analisi di sistemi trifase simmetrici ed equilibrati, simmetrici e non equilibrati, con e senza filo neutro. Rifasamento di carichi trifase. Potenza nei sistemi trifase. Induttori mutuamente accoppiati. Trasformatore monofase. Circuito equivalente del trasformatore. Prova a vuoto e prova in corto circuito del trasformatore. Rendimento del trasformatore. Autotrasformatore.

**Disciplina:** 11233698 **ENERGIA E AMBIENTE (modulo A)**

ING-IND/08

**Corso di Studio:** IME IAT

**Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANFRIDA GIAMPAOLO

P1 ING-IND/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

1) Richiami sulla tipologia delle emissioni inquinanti dai sistemi di conversione dell'energia. Emissioni caratteristiche di impianti a vapore, turbine a gas e motori volumetrici a combustione interna. Emissioni da traffico veicolare. Inquinanti primari e secondari. Inquinanti in traccia. Esame della normativa italiana ed europea sulle emissioni inquinanti, con riferimento ai valori guida per la qualità dell'aria.

2) Combustibili tecnici. Poteri calorifici, calcolo di reagenti e prodotti. Legislazione sui combustibili. Combustione in letto fluido: letti bollenti e circolanti. Vantaggi tecnici, problematiche operative, emissioni inquinanti. Gassificazione dei combustibili solidi e liquidi. Tipi di gassificatori, collegamento a cicli combinati gas/vapore; purificazione del gas di sintesi.

3) Effetto serra e contenimento delle emissioni di anidride carbonica. Dimensioni del problema. Commercio delle emissioni. Protocollo di Kyoto. Cenni alle soluzioni per la cattura e lo stoccaggio dell'anidride carbonica.

4) La misura delle emissioni gassose e di particolato. Conversione tra unità di misura volumetriche, di massa ed energetiche. Analizzatori di gas e loro principio di funzionamento. Analizzatori NDIR, FID, CL, polarografici e paramagnetici. Gascromatografo. Analizzatori FTIR e DOAS.

5) Rimozione del particolato. Efficienza di rimozione. Distribuzioni di granulometria. Equilibrio dinamico delle particelle di piccole dimensioni. Ciclone, principio fisico di funzionamento. Metodologia approssimata di dimensionamento. Perdita di pressione nei ciclone. Multiciclone, ciclone a umido. Descrizione dei sistemi di depolverazione con filtri elettrostatici ed a manica.

6) Dispersione delle emissioni gassose e di particolato. Stabilità dell'atmosfera, inversioni al suolo ed in quota. Equazioni caratteristiche della diffusione. Modelli diffusionali gaussiani, esempi applicativi. Risalita dei pennacchi. Modellistica fisica in galleria del vento.

**Disciplina:** 1123333 **ENERGIA E AMBIENTE (modulo B)** ING-IND/09

**Corso di Studio:** IME IAT **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** DE LUCIA MAURIZIO P1 ING-IND/09 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N296IAT **ENERGIE RINNOVABILI (C.I. combustori industriali)** ING-IND/09

**Corso di Studio:** IME IAT **Crediti:** 3 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** MARTELLI FRANCESCO P1 ING-IND/08 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** P497IME **EQUAZIONI DIFFERENZIALI**

MAT/05

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ZECCA PIETRO

P1 MAT/05

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Equazioni differenziali alle derivate parziali per l'ingegneria

Funzioni reali di più variabili reali; superfici in  $\mathbb{R}^3$ ; curve integrali e campi vettoriali; problema di Cauchy (1CFU)

Equazioni lineari e quasi-lineari del primo ordine; Caratteristiche per le equazioni del primo ordine; Leggi di conservazione; soluzioni per serie (1 CFU)

Equazioni differenziali della Fisica Matematica; Equazione del calore; Equazione delle onde; Equazione del potenziale. (1 CFU)

**Note:**

Il Numero indica i crediti parziali dell'argomento che precede

Richiami

Sistema termodinamico; equilibrio termodinamico; principio zero e temperatura. Termometri.

0.15

Termodinamica sistema chiuso

Lavoro e calore; trasformazioni reversibili. Primo principio della termodinamica. Energia Interna. Secondo principio della termodinamica; teorema di Clausius; entropia ed irreversibilita'

0.65

Termodinamica sistema aperto

Bilanci di massa e di energia per sistemi aperti; entalpia; applicazione del secondo principio ai sistemi aperti; uso combinato dei due principi; exergia; rendimenti di I e II principio

1.45

Comportamento dei materiali

Caratteristiche dei fluidi termodinamici; coefficienti calorimetrici; relazione di Clapeyron; gas ideale; liquidi; sistemi bifase; processi sui gas ideali; diagrammi termodinamici. Miscele di gas perfetti

2.35

Psicrometria

Miscela di aria e vapor d'acqua e relative grandezze e trasformazioni; diagramma psicrome-trico

2.75

Moto fluidi

Fluidi newtoniani e non; equazione di Bernoulli gen; numero di Reynolds; perdite di carico. Camini; tubo di Venturi e Pitot

3.05

Scambio termico

Conduttività termica dei materiali; equazioni della conduzione termica; sistemi con generazione di energia; strutture composte.

3.65

Transitori

3.75

Convezione naturale e forzata; strato limite; coefficiente di scambio termico; equazioni rappresentative del fenomeno; analisi dimensionale. Alette.

4.65

Concetti di base nello scambio termico con cambiamento di fase.

4.8

Leggi dell'irraggiamento; interazioni tra radiazione e corpi; comportamento dei corpi reali; fattori di vista; irraggiamento tra corpi neri e grigi; effetto serra

5.8

Scambiatori di calore

Coefficiente globale di trasmissione del calore; rendimento superfici alettate. Metodo e-NTU e DTML per dimensionamento

6

**Disciplina:** N246IMEA **FLUIDODINAMICA (A-L)**

ING-IND/06

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ARNONE ANDREA

P1 ING-IND/09

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**INTRODUZIONE:** Definizione di fluido, metodo di analisi differenziale ed integrale.

**CONCETTI FONDAMENTALI:** I fluidi come continui, campi di velocità e di sforzi, viscosità, fluidi Newtoniani.

**STATICA DEI FLUIDI:** Equazioni di base, idrostatica e forze su corpi sommersi, galleggiamento e stabilità.

**METODO AI VOLUMI DI CONTROLLO, EQUAZIONI DI BASE:** Equazioni integrali di continuità, momento, energia.

**ANALISI DIFFERENZIALE DEL MOTO DEI FLUIDI:** Equazione di continuità, campo di deformazione (cinematica dei fluidi). Equazioni del momento, cenni alle equazioni di Navier-Stokes.

**FLUSSI INCOMPRESSIBILI NON VISCOSI:** Equazioni di base, Equazioni di Eulero, Equazione di Bernulli, grandezze totali.

**FLUSSI INTERNI INCOMPRESSIBILI VISCOSI:** Flussi laminari e turbolenti in tubature e perdite di carico (diagramma di Moody). Perdite concentrate e distribuite, lunghezza equivalente.

**FLUSSI ESTERNI INCOMPRESSIBILI VISCOSI:** Concetto di strato limite laminare e turbolento, spessori di spostamento e di momento. Cenni all'equazione del momento ed alla separazione. Flussi intorno a corpi, portanza, resistenza.

**FLUSSI COMPRESSIBILI:** Richiami di termodinamica, velocità del suono e coni di Mach. Equazioni di base per il caso monodimensionale, flussi di Fanno e di Rayleigh.

**Disciplina:** 11123334 **FLUIDODINAMICA (M-Z)**

ING-IND/06

**Corso di Studio:** **IME**

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** **MARTELLI FRANCESCO**

P1

ING-IND/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N058IME **FONDAMENTI DI AUTOMATICA**

ING-INF/04

**Corso di Studio:** **IME** INE BMS IEL IIN

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** **GENESIO ROBERTO**

P1 ING-INF/04

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Sistemi e Informatica

---

vedi Fondamenti di Automatica - INE

**Disciplina:** N119IME **GESTIONE INDUSTRIALE DELL'ENERGIA** ING-IND/09

**Corso di Studio:** IME IAT **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:** .

**Docente:** CARNEVALE ENNIO ANTONIO P1 ING-IND/09 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Cenni alla situazione energetica nazionale ed internazionale

Richiami: Fondamenti di termodinamica. Termotecnica. Scambi termici. Scambiatori di calore.

Generatori termici a tubi di fumo, tubi di acqua, ad olio diatermico, prestazioni e caratteristiche. Caldaie a recupero.

Impianti con fluidi termovettori (vapore, acqua surriscaldata, olio diatermico).

La gestione dei sistemi energetici. Tecniche di monitoraggio e controllo. Aspetti economici. Analisi dei vari costi (combustibile, mano d'opera, ammortamenti ecc.). Cenni alla manutenzione programmata.

Struttura dei consumi energetici in alcuni processi industriali (Carta, vetro, concerie, laterizi, industrial tessile).

Ottimizzazione dell'uso di energia.

Impatto ambientale dei sistemi energetici.

**Disciplina:** N242IME **IMPIANTI INDUSTRIALI**

ING-IND/17

**Corso di Studio:** **IME** IGE INE TRA

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** **BANDELLONI MARTINO**

25U ING-IND/17

**Copertura:** CONCS

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

**Disciplina:** N103IMEA **MACCHINE (A-L)**

ING-IND/08

**Corso di Studio:** **IME**

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** **ARNONE ANDREA**

P1 ING-IND/09

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

ELEMENTI DI TURBOMACCHINE:

- Esempi di turbomacchine, triangoli di velocità, bilanci energetici, lavoro, equazione energia
- Turbomacchine multistadio, canale meridiano, scalatura aerodinamica, coefficienti di carico e portata, curve caratteristiche di stadio

COMPRESSORI ASSIALI:

COMPRESSORI CENTRIFUGHI:

TURBINE A GAS:

ELICHE:

PROPULSIONE AEREA:

TURBINE A VAPORE:

TURBINE IDRAULICHE:

POMPE:

COMBUSTIONE:

GENERATORI DI VAPORE:

**Note:**

- 
1. Elementi di Turbomacchine: Esempi di turbomacchine
    - Triangoli di velocità
    - Bilanci energetici, lavoro, equazione energia
    - Turbomacchine multistadio, canale meridiano
    - Considerazioni sulle velocità
    - Scalatura aerodinamica
    - Coefficienti di carico e portata
    - Variazioni di portata, portata massima
    - Grado di reazione
    - Scalatura dinamica, numero di Reynolds
    - Curve caratteristiche di stadio
  2. Macchine assiali
    - a. La turbina assiale a gas
      - Lo stadio di turbina
      - Turbine industriali
      - Turbine aeronautiche
    - b. La turbina a vapore - Caratteristiche del vapore
      - Campi di applicazione
      - Caratteristiche costruttive
      - Tipologia di turbine
      - Tipologia di stadi
      - Regolazione
    - c. Compressori assiali:
      - Palettature dei compressori assiali
      - Triangoli di velocità, carico, diffusione, Stallo
      - Accoppiamento stadi e caratteristiche di funzionamento
  3. Macchine Radiali
    - a. Compressori centrifughi:
      - Compressori centrifughi singolo stadio e multistadio
      - Giranti centrifughe, caratteristiche, curve di funzionamento
      - Diffusori, caratteristiche, curve di funzionamento
    - b. Turbine centripete
  4. Apparatì Propulsivi: Eliche -- Caratteristiche generali
    - Bilancio di quantità di moto
    - Rendimento di propulsione
    - Coefficienti aerodinamici
    - Curve caratteristiche
    - Generalità sulla propulsione aerea
    - Turboelica, turbofan, turbogetto
    - Tipologie, prestazioni e caratteristiche
    - Postcombustione ed inversione della spinta
    - Intakes
    - Prop-fan
  5. Macchine idrauliche
    - a. Pompe, Assiali-Centrifughe
      - Potenza e rendimenti
      - Numero di giri specifico
      - Curve caratteristiche
      - Cavitazione
    - b. Turbine idrauliche:
      - Equazione energia per macchine idrauliche
      - Potenza e rendimenti
      - Numero di giri specifico, classificazione
      - Turbine Pelton

- Turbine Francis
- Turbine Kaplan
- 6. Combustione :Richiami di chimica e termodinamica
  - Grandezze termochimiche fondamentali per le miscele di gas perfetti
  - Richiami di termodinamica, entalpie di formazione , potere calorifico
  - Classificazione dei combustibili tecnici
  - Combustibili gassosi, liquidi e solidi
  - Aspetti fluidodinamici delle fiamme
  - Fiamme premiscelate e diffusive
  - Stabilità della combustione
  - Emissioni inquinanti (incombusti, NOX, CO)
  - Unità di misura e normative
- 7. Camere di combustione TG- Cenni
- 8. Generatori di vapore
  - Classificazione generatori di vapore a tubi di fumo a tubi d'acqua
  - Circuito acqua-vapore
  - Caldaie a circolazione naturale
  - Caldaie a circolazione assistita e forzata
  - Circuito aria-fumi- · Combustione
  - Preriscaldatori dell'aria - Tiraggio
  - Esempi di generatori
  - Scambio termico nei generatori di vapore
  - Corrosione e incrostazioni
  - Emissioni inquinanti (Sox Nox articolato, CO)

## Parte prima (Prof. Toni)

Definizione di meccanismo, coppie cinematiche, coppie elementari.

Le forze di contatto nelle coppie cinematiche non lubrificate. L'attrito di strisciamento e quello di rotolamento.

L'usura e le leggi elementari (ipotesi di Reye) con applicazioni all'innesto a frizione, al pattino su superficie piana e al freno a ceppi. Il rendimento meccanico dei sistemi elementari e di quelli disposti in serie e in parallelo. Il moto retrogrado e i meccanismi ad arresto spontaneo. Applicazioni al calcolo del rendimento del piano inclinato, della guida prismatica, della coppia rotoidale e di quella elicoidale.

Cenni alle coppie cinematiche lubrificate con particolare riferimento al sostentamento dei rotori nelle turbomacchine.

Analisi cinetostatica dei sistemi articolati piani (caso ideale e reale).

I sistemi meccanici con organi flessibili: trasmissione con cinghie, paranchi ordinari e differenziali, freni a nastro.

Analisi cinematica dei sistemi articolati piani con applicazioni al quadrilatero articolato e al manovellismo di spinta (risoluzioni grafiche e analitiche).

Analisi cinematica dei meccanismi con sagome e camme (risoluzioni grafiche e analitiche).

Le ruote dentate ad evolvente a dentatura diritta: generazione dei profili, caratteristiche geometriche (continuità del moto, condizioni non interferenza). Ruote dentate elicoidali, ruote coniche. Rotismi ordinari ed epicicloidali ad uno e più gradi di libertà (il differenziale).

Analisi dinamica dei sistemi meccanici. Forze sul telaio e loro bilanciamento con particolare attenzione al manovellismo di spinta mono e pluricilindrico.

Studio di sistemi lineari ad un grado di libertà tramite modelli semplici a parametri concentrati tempoinvarianti.

Equazioni di moto: studio del comportamento libero e forzato dei sistemi SDOF (Single Degree of Freedom) con smorzamento viscoso. Decremento logaritmico. Funzioni di Risposta in Frequenza (FRF): calcolo e rappresentazione tramite i diagrammi di Bode. Frequenza naturale, propria e di risonanza.

Modelli dinamici degli accelerometri e dei sismografi come sistemi SDOF. Isolamento dalle vibrazioni ed efficacia delle sospensioni elastiche.

## Parte seconda (Prof. Allotta)

DA RISCRIVERE

## Parte prima (Prof. Toni)

Definizione di meccanismo, coppie cinematiche, coppie elementari.

Le forze di contatto nelle coppie cinematiche non lubrificate. L'attrito di strisciamento e quello di rotolamento.

L'usura e le leggi elementari (ipotesi di Reye) con applicazioni all'innesto a frizione, al pattino su superficie piana e al freno a ceppi. Il rendimento meccanico dei sistemi elementari e di quelli disposti in serie e in parallelo. Il moto retrogrado e i meccanismi ad arresto spontaneo. Applicazioni al calcolo del rendimento del piano inclinato, della guida prismatica, della coppia rotoidale e di quella elicoidale.

Cenni alle coppie cinematiche lubrificate con particolare riferimento al sostentamento dei rotori nelle turbomacchine.

Analisi cinetostatica dei sistemi articolati piani (caso ideale e reale).

I sistemi meccanici con organi flessibili: trasmissione con cinghie, paranchi ordinari e differenziali, freni a nastro.

Analisi cinematica dei sistemi articolati piani con applicazioni al quadrilatero articolato e al manovellismo di spinta (risoluzioni grafiche e analitiche).

Analisi cinematica dei meccanismi con sagome e camme (risoluzioni grafiche e analitiche).

Le ruote dentate ad evolvente a dentatura diritta: generazione dei profili, caratteristiche geometriche (continuità del moto, condizioni non interferenza). Ruote dentate elicoidali, ruote coniche. Rotismi ordinari ed epicicloidali ad uno e più gradi di libertà (il differenziale).

Analisi dinamica dei sistemi meccanici. Forze sul telaio e loro bilanciamento con particolare attenzione al manovellismo di spinta mono e pluricilindrico.

Studio di sistemi lineari ad un grado di libertà tramite modelli semplici a parametri concentrati tempoinvarianti.

Equazioni di moto: studio del comportamento libero e forzato dei sistemi SDOF (Single Degree of Freedom) con smorzamento viscoso. Decremento logaritmico. Funzioni di Risposta in Frequenza (FRF): calcolo e rappresentazione tramite i diagrammi di Bode. Frequenza naturale, propria e di risonanza.

Modelli dinamici degli accelerometri e dei sismografi come sistemi SDOF. Isolamento dalle vibrazioni ed efficacia delle sospensioni elastiche.

## Parte seconda (Prof. Allotta)

DA RISCRIVERE

**Disciplina:** N279IME **MISURE E DIAGNOSTICA INDUSTRIALE**

ING-IND/14

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** REALE SERGIO

P1 ING-IND/14

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Valutazione del comportamento meccanico strutturale di organi o componenti di macchine

La tecnica estensimetrica: la misura delle deformazioni, gli estensimetri elettrici a resistenza; tipi di estensimetri elettrici e loro modalità di scelta; installazione degli estensimetri elettrici, ponte di Wheastone; strumentazione; normative per la utilizzazione degli estensimetri elettrici, analisi dei risultati delle misure con estensimetri elettrici.

Valutazione della difettosità in organi o componenti di macchine: i controlli non distruttivi;

Il metodo ultrasonoro: gli ultrasuoni, le sonde; la catena di misura per i rilievi con ultrasuoni; calibrazione, esecuzione dei rilievi; identificazione, caratterizzazione, localizzazione e dimensionamento di un difetto; interpretazione dei risultati; prescrizioni per la accettazione / rigetto di una struttura difettata.

**Note:**

Concetto di media e di varianza. Distribuzione di probabilità. Errori casuali e bias, classificazione e valutazione degli errori di misura. La propagazione dell'errore nelle misure non ripetitive. Esempi applicativi.

Analisi dei campioni digitali. Costruzione della media e del valore rms della fluttuazione. Spettri di potenza.

Autocorrelazione di un segnale. Analisi bicanale: spettri e correlazioni incrociati. Significato fisico dell'analisi spettrale. Filtri analogici e digitali.

Richiami di concetti da altri corsi in termini di:

- Nozioni di estensimetria: Misure di forza, spostamenti e deformazioni.
- Misura della coppia
- Misure di deformazione, sforzi e tensioni
- Misure di velocità e accelerazioni
- Rumore

Sistemi di misura e misure di:

Pressione: Esecuzione delle prese, influenza delle linee di trasmissione. Manometri e trasduttori.

.Minimizzazione dell'errore di misura. Sensori di temperatura: termocoppie, termoresistenze, termistori.

Portata: contatori, dispositivi a strozzamento, sensori magnetici, ad ultrasuoni, ad effetto Coriolis, vortex-shedding.

Velocità/turbolenza: sonde pneumatiche, anemometria a filo caldo, velocimetria laser.; tecniche descrittive della turbolenza.

Utilizzo di strumenti elettrici comuni di misura: voltmetri digitali, oscilloscopi, filtri, generatori di segnali, ponti estensimetrici, frequenzimetri

Criteri di similitudine per l'analisi delle prove e la riduzione a condizioni standard dei risultati nonche i criteri base e le normative, ove reperibili, per il loro collaudo di:

Pompe: circuiti di prova; determinazione delle prestazioni; prove di cavitazione; spinte assiali, problemi e collaudo.

Compressori: circuiti e definizione delle classi di prova, problemi e collaudo.

Turbine a vapore: problemi e collaudo.

Gruppi turbogas: problemi e collaudo.

Motori a combustione interna alternativi problemi e collaudo

Generatori di vapore e caldaie a recupero: Determinazione del rendimento. Metodi diretti ed indiretti. Stima delle perdite. Problemi e collaudo

Generici Impianti termo-fluido-meccanici di servizio: Problemi e collaudo

**Disciplina:** P498IME **QUALITA, AFFID. E SICUREZZA DELLE** ING-IND/14  
**COSTRUZ. MECCANICHE**

**Corso di Studio:** IME **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** CITTI PAOLO P1 ING-IND/14 **Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Nella progettazione delle costruzioni meccaniche, sono tre gli aspetti fondamentali di cui l'ingegnere, oggi, deve tenere conto:

- La qualità
- L'affidabilità
- La sicurezza

Qualità, Affidabilità e Sicurezza sono materie strettamente connesse in quanto l'assenza di non conformità nel prodotto, obiettivo primo di ogni Sistema di Qualità, significa assenza di guasti, caratteristica di un prodotto affidabile, che soddisfa il cliente e limita i rischi connessi al malfunzionamento del prodotto, rendendolo sicuro.

Qualità significa prima di tutto soddisfazione del cliente, ma anche progettazione nell'ottica del miglioramento continuo dei processi aziendali

Il corso tratta quindi:

- La storia della qualità
- La garanzia e la certificazione della qualità:ISO 9000
- L'analisi della qualità
- Premi e modelli di eccellenza:EFQM, Deming, Baldrige
- Il miglioramento della qualità:Sei Sigma, Robust Design

Sia le normative che i modelli di eccellenza sottolineano l'importanza in un sistema di qualità dell'approccio per processi e del miglioramento continuo; in questa ottica sono fondamentali:

- Gli strumenti della qualità
- Strumenti per la misura del processo (Istogramma e diagramma di Pareto, QFD, etc.)
- Strumenti per l'analisi del processo (Capacità del processo,
- Strumenti per il miglioramento e il controllo del processo (carte di controllo,...)

L'affidabilità è la probabilità che un prodotto sia funzionante dopo un certo periodo di tempo; è quindi un concetto strettamente legato al guasto e ha conseguenze sia dal punto di vista della qualità, in quanto il malfunzionamento del prodotto implica l'insoddisfazione del cliente, che della sicurezza, perché un prodotto con una bassa affidabilità può generare rischi per l'utilizzatore.

L'affidabilità come scienza si è sviluppata grazie alla statistica, necessaria per la valutazione numerica della probabilità di guasto (inaffidabilità) di un prodotto a partire dai dati raccolti.

Il corso tratta quindi:

- Analisi affidabilistica:le funzioni Affidabilità  $R(t)$  e Inaffidabilità  $F(t)$ ; densità di guasto  $f(t)$  e tasso di guasto  $I(t)$ ;
- Andamento del tasso di guasto nel tempo: le curve Bathub ; MTTF, MTBF e tempo di missione; Densità di probabilità di guasto: Distribuzione normale (di Gauss), Distribuzione esponenziale, Distribuzione di Weibull;
- Campionamento nel caso di distribuzione normale, esponenziale e di Weibull;
- Affidabilità dei sistemi: Dal prodotto al sistema: schematizzazione dei sistemi mediante diagrammi a blocchi; affidabilità dei sistemi in serie, in parallelo e in stand-by; Teorema di Bayes

Nell'ottica del Design for Reliability (Progettazione per l'affidabilità) il corso tratta:

- Progettazione dell'affidabilità del prodotto: Tecniche FMEA e FMECA
- Analisi preventiva dell'affidabilità di un sistema meccanico: FTA
- Probabilistic Design
- Sperimentazione prototipi (prove accelerate)

Il corso tratta inoltre la Sicurezza da due punti di vista:

- Sicurezza delle macchine: Direttive sociali e di prodotto, Direttiva Macchine e marcatura CE (Manuale di Istruzioni, Analisi dei rischi delle macchine)
- Sicurezza negli ambienti di lavoro: 626

**Disciplina:** N271IME **ROBOTICA INDUSTRIALE**

ING-IND/13

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** ALLOTTA BENEDETTO

P1 ING-IND/13

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

1. Complementi di cinematica differenziale e statica

Analisi della ridondanza - Inversione della cinematica differenziale e relativi algoritmi - Ellissoidi di manipolabilità

4. Dinamica

Formulazione lagrangiana - Proprietà del modello dinamico dei manipolatori - Identificazione dei parametri dinamici - Problema dinamico diretto e problema dinamico inverso - Modello dinamico nello spazio operativo

5. Pianificazione di traiettorie

Percorso geometrico e traiettoria - Traiettorie nello spazio dei giunti - Traiettorie nello spazio operativo

6. Controllo del movimento

Controllo nello spazio di giunto - Controllo indipendente al giunto - Controllo con compensazione in avanti a coppia calcolata - Controllo centralizzato - Controllo nello spazio operativo - Confronto tra le varie tecniche di controllo

Elenco degli argomenti oggetto di esercitazioni

1. Richiami di algebra lineare

Matrici - Vettori - Trasformazioni lineari - Autovalori e autovettori - Forme bilineari e quadratiche - Pseudoinversa - Decomposizione ai valori singolari

2. Dinamica

Calcolo del modello dinamico per alcune strutture di manipolatori con il metodo di Lagrange

3. Pianificazione di traiettorie

Algoritmi di generazione di traiettorie con leggi orarie paraboliche, cubiche, quintiche, spline

4. Controllo del moto libero

Confronto tra algoritmi di controllo del movimento di tipo centralizzato e decentralizzato

Programma del corso di Scienza delle Costruzioni  
Ingegneria Meccanica – Nuovo Ordinamento  
Prof. Paolo Maria Mariano

1. RICHIAMI DI CINEMATICA E STATICA DEI SISTEMI ARTICOLATI DI CORPI RIGIDI.

- 1.1 Corpi rigidi e cambiamenti di assetto: cinematica.
- 1.2 Vincoli e classificazione cinematica dei sistemi articolati di corpi rigidi.
- 1.3 Equazioni di bilancio per sistemi articolati di corpi rigidi. Riduzione di sistemi di forze. Caratterizzazione statica dei vincoli.
- 1.4 Dualità statica-cinematica.
- 1.5 Caratteristiche della sollecitazione e determinazione dei relativi diagrammi.
- 1.6 Principio dei lavori virtuali per sistemi articolati di corpi rigidi.

2. INTRODUZIONE ALLA MECCANICA DEI CORPI DEFORMABILI.

- 2.1 Corpi: morfologia e configurazioni.
- 2.2 Misura delle deformazioni finite: tensore destro di Cauchy-Green.
- 2.3 Linearizzazione: misura delle deformazioni infinitesime.
- 2.4 Valori e direzioni principali di deformazione.
- 2.5 Congruenza delle deformazioni.
- 2.6 Interazioni. La tensione: lemma e teorema di Cauchy.
- 2.7 Valori e direzioni principali del tensore della tensione.
- 2.8 Bilancio delle forze e dei momenti: formulazione integrale ed equazioni puntuali.
- 2.9 Principio dei lavori virtuali per corpi deformabili: esistenza del lavoro interno.
- 2.10 Introduzione al problema della determinazione dei legami costitutivi.

3. TEORIA DELL'ELASTICITÀ LINEARE.

- 3.1 Materiali iperelastici: legame costitutivo elastico lineare con particolare riferimento ai materiali (iper)elastici omogenei ed isotropi.
- 3.2 Teorema di Betti.
- 3.3 Teorema del minimo dell'energia potenziale.
- 3.4 Teorema di unicità di Kirchhoff.
- 3.5 Equazioni di Navier.
- 3.6 Equazioni di Beltrami-Mitchell.
- 3.7 Il problema di de Saint Venant.
  - 3.7.1 Determinazione della tensione normale.
  - 3.7.2 Trazione semplice.
  - 3.7.3 Flessione semplice.
  - 3.7.4 Tenso-flessione retta.
  - 3.7.5 Tenso-flessione deviata.
  - 3.7.6 Taglio: teoria di Jourawsky.
  - 3.7.7 Torsione. Teoria di Bredt.

4. SCHEMI MONODIMENSIONALI DI TRAVI.

- 4.1 Il modello di Timoshenko.
- 4.2 Il modello di Bernoulli.

5. SISTEMI IPERSTATICI DI TRAVI. IL METODO DELLE FORZE.

6. L'INSTABILITÀ EULERIANA.

7. CRITERI DI RESISTENZA (Tresca, Beltrami, Huber-von Mises-Hencky).

**Disciplina:** N052IMEA **SISTEMI ENERGETICI (A-L)**

ING-IND/09

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** C

**Note:**

**Docente:** FACCHINI BRUNO

P2 ING-IND/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Situazione energetica nazionale ed internazionale. Problematiche ambientali.

Impianti motori a vapore. Cicli a vapore semplici e perfezionati. Surriscaldamenti ripetuti. Rigenerazione.

Componenti: condensatori, scambiatori a superficie ed a miscela, torri di raffreddamento.

Introduzione alla combustione (sistemi reattivi). Potere calorifico superiore ed inferiore. Eccesso d'aria; rapporto di equivalenza. Stechiometria della combustione. Temperatura adiabatica di fiamma. Equilibri chimici e dissociazione, cenni di cinetica chimica. Generatori di vapore. Tipologia: caldaie a tubi da fumo e a tubi d'acqua. Sistemi di combustione. Problemi di corrosione e pulizia dei generatori di vapore. Cenni al contenimento delle emissioni. Scambio termico nei generatori di vapore: irraggiamento e convezione. Cenni alla regolazione dei generatori di vapore. Rendimento dei generatori di vapore (metodo diretto ed indiretto).

Cicli frigoriferi a compressione semplici e perfezionati. Cicli frigoriferi ad assorbimento. Caratteristiche e compatibilità ambientale dei fluidi frigoriferi.

Impianti motori con turbine a gas. Ciclo semplice. Rigenerazione e miglioramento del ciclo. Mappe di prestazioni e regolazione. Camere di combustione e refrigerazione delle parti calde. Tendenze di sviluppo.

Motori a combustione interna alternativi. Ciclo ideale e ciclo limite per accensione comandata e spontanea a quattro tempi. Ciclo reale e prestazioni.

Cogenerazione e cicli combinati. Vantaggi termodinamici della cogenerazione: parametri di analisi e cenni normativi. Impianti cogenerativi con turbine a vapore, a gas e con motori termici volumetrici. Cicli combinati gas-vapore. Principi di funzionamento e tipologie.

**Disciplina:** 0065502 **SISTEMI ENERGETICI (M-Z)**

ING-IND/09

**Corso di Studio:** IME

**Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** MANFRIDA GIAMPAOLO

P1 ING-IND/08

**Copertura:** AFF03

**Ente appartenenza:** Dip. di Energetica "S.Stecco"

---

Situazione energetica nazionale ed internazionale. Problematiche ambientali.

Impianti motori a vapore. Cicli a vapore semplici e perfezionati. Surriscaldamenti ripetuti. Rigenerazione.

Componenti: condensatori, scambiatori a superficie ed a miscela, torri di raffreddamento.

Introduzione alla combustione (sistemi reattivi). Potere calorifico superiore ed inferiore. Eccesso d'aria; rapporto di equivalenza. Stechiometria della combustione. Temperatura adiabatica di fiamma. Equilibri chimici e dissociazione, cenni di cinetica chimica. Generatori di vapore. Tipologia: caldaie a tubi da fumo e a tubi d'acqua. Sistemi di combustione. Problemi di corrosione e pulizia dei generatori di vapore. Cenni al contenimento delle emissioni. Scambio termico nei generatori di vapore: irraggiamento e convezione. Cenni alla regolazione dei generatori di vapore. Rendimento dei generatori di vapore (metodo diretto ed indiretto).

Cicli frigoriferi a compressione semplici e perfezionati. Cicli frigoriferi ad assorbimento. Caratteristiche e compatibilità ambientale dei fluidi frigoriferi.

Impianti motori con turbine a gas. Ciclo semplice. Rigenerazione e miglioramento del ciclo. Mappe di prestazioni e regolazione. Camere di combustione e refrigerazione delle parti calde. Tendenze di sviluppo.

Motori a combustione interna alternativi. Ciclo ideale e ciclo limite per accensione comandata e spontanea a quattro tempi. Ciclo reale e prestazioni.

Cogenerazione e cicli combinati. Vantaggi termodinamici della cogenerazione: parametri di analisi e cenni normativi. Impianti cogenerativi con turbine a vapore, a gas e con motori termici volumetrici. Cicli combinati gas-vapore. Principi di funzionamento e tipologie.

**Disciplina:** 21232333 **SISTEMI INTEGRATI DI PRODUZIONE** ING-IND/16

**Corso di Studio:** **IME** IGE MES **Crediti:** 6 **Tipo:** A

**Note:**

**Docente:** **BEDINI RAFFAELE** 25U ING-IND/16 **Copertura:** CONCS

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

**Disciplina:** N264IME **STUDI DI FABBRICAZIONE**

ING-IND/16

**Corso di Studio:** IME IGE MES

**Crediti:** 6 **Tipo:** C

**Note:** .

**Docente:** **BEDINI RAFFAELE**

25U ING-IND/16

**Copertura:** CONCS

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Gli studi di fabbricazione durante la progettazione del prodotto, esempi d'analisi evidenziando i vantaggi conseguibili in questa fase.

Criteri di scelta del semilavorato. Principi generali per la stesura di uno studio di fabbricazione (SdF). Le attrezzature standard: Autocentranti, piattaforme a morsetti indipendenti, spine elastiche, lunette; morse e piani magnetici; Forze di taglio e calcolo della staffatura. I semilavorati indefiniti, disponibilità e costi; Laminati, tubi, barre in colata continua, estrusi, pelati, trafilati, torniti, rettificati, etc. Semilavorati definiti: fusi, stampati a caldo e a freddo, microfusi. Cenni sulla generazione delle superfici. Le principali lavorazioni con asportazione di truciolo. Utensili e lavorazioni di foratura, foratura profonda, allargatura, alesatura, barenatura; Campi di impiego e limiti dimensionali. Tornitura, sulle punte, a sbalzo, limiti di lunghezza. Pezzi lunghi, lavorazione con autocentrante e contropunta, uso della lunetta mobile per lavorazioni esterne, lunetta fissa limiti di impiego nelle lavorazioni esterne ed interne. Scelta degli utensili e dei parametri di taglio, influenza sui costi. Fresatura, concorde e discorde, tecniche di spianatura; fresatura di forma, HSM cenni, confronto con elettroerosione a tuffo. Rettifica in tondo eterna ed interna, sovrametalli, lunette.

Rettifica in piano, piani magnetici, limiti d'impiego. Rettifica con mola frontale e tangenziale. Bocciatura, Elettroerosione, tornitura in lastra, rotomartellatura. Esempio d'ottimizzazione di una lavorazione di tornitura in finitura e in sgrossatura. Esempi di studi di fabbricazione.

---

**Disciplina:** N247IME **TECNOLOGIA MECCANICA**

ING-IND/16

**Corso di Studio:** **IME** IGE-INE-BMS

**Crediti:** 9 **Tipo:** A

**Note:** COND. 6 CFU CON IGE

**Docente:** **DEL TAGLIA ANDREA**

25U ING-IND/16 **Copertura:** CONCS

**Ente appartenenza:** Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

---

Inquadramento della materia e introduzione ai sistemi di produzione. La Tecnologia Meccanica nel mondo dei sistemi produttivi; classificazione dei processi; criteri di scelta del processo.

Caratterizzazione dei materiali. Comportamento dei materiali in campo plastico; prove meccaniche, macchine e modalità di prova.

Integrità superficiale, attrito ed usura. Caratterizzazione microgeometrica delle superfici; teoria adesiva dell'attrito; usura e meccanismi di usura.

Processi di fonderia. Formatura in forma temporanea e permanente; prestazioni dei vari processi di fonderia e criteri generali di scelta del processo.

Processi di deformazione plastica. Principali processi di deformazione plastica: descrizione dei processi, delle loro prestazioni e delle macchine per deformazione plastica.

Processi di asportazione. Principali processi di lavorazione per asportazione di truciolo. Materiali e geometria degli utensili; architettura e caratteristiche costruttive ed operative delle principali famiglie di macchine utensili.

Processi di giunzione. Processi di saldatura; classificazione e descrizione dei principali processi: tecnologia degli incollaggi.

Processi di lavorazione dei materiali polimerici e polimerici rinforzati. Panoramica sui processi di lavorazione dei materiali polimerici e compositi a matrice polimerica.

Processi ad alta densità di energia. Panoramica sulle lavorazioni non convenzionali; laser, plasma, idrogetto, elettroerosione.

Misure e collaudi. Strumenti di misura e collaudo; strumenti meccanici ed elettrici; trasduttori digitali ed analogici; macchine di misura a coordinate e macchine speciali.

Introduzione al Controllo Numerico. Architettura del controllo numerico; elementi meccanici e azionamenti delle macchine a controllo numerico; concetti di base di programmazione; i Centri di Lavorazione.

Introduzione agli Studi di Fabbricazione. Problematiche inerenti la scelta del grezzo e del processo primario; criteri di scelta delle superfici di riferimento, delle macchine, delle attrezzature e degli utensili necessari.

Introduzione alla organizzazione e programmazione della produzione. Modelli di Layout; obiettivi della programmazione; elementi fondamentali sulla gestione dei materiali e sulla gestione operativa della produzione.

