

Ing. Industriale

Disciplina: N015IND ANALISI MATEMATICA II

MAT/05

Corso di Studio: IND IAR

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: ZECCA PIETRO

P1 MAT/05

Copertura: AFF03

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

Disciplina: 31678980 **CALCOLO NUMERICO**

MAT/08

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: ROSSI FABIO

25U

Copertura: CRETR

Ente appartenenza:

Disciplina: 0000011 **COSTRUZIONE DI MACCHINE I**

ING-IND/14

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

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

Disciplina: 5465454 **COSTRUZIONE DI MACCHINE II**

ING-IND/14

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: ZONFRILLO GIOVANNI

P2 ING-IND/14

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Disciplina: N918IND **COSTRUZIONE DI MOTOVEICOLI**

ING-IND/14

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: PIERINI MARCO

P2 ING-IND/14

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Disciplina: N014IND **ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE** ING-IND/35
AZIENDALE

Corso di Studio: IND IDI **Crediti:** 6 **Tipo:** A

Note: .

Docente: RICCI CARLO RC ING-IND/35 **Copertura:** CRETR

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Disciplina: N236IND **ELETTROTECNICA**

ING-IND/31

Corso di Studio: IND IAR-IDI

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: SCARPINO PIETRO ANTONIO CRE

Copertura: CRETR

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

Disciplina: N174IND **ELETTROTECNICA INDUSTRIALE**

ING-IND/32

Corso di Studio: IND IDI

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note: .

Docente: GIORGI ALBERTO

25U

Copertura: CRETR

Ente appartenenza: Servizi Generali

Disciplina: N018IND **FISICA TECNICA INDUSTRIALE**

ING-IND/10

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: MARCHI GUGLIELMO

25U ING-IND/11

Copertura: CONCS

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

Disciplina: A999000 **FLUIDODINAMICA**

ING-IND/06

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: MARTELLI FRANCESCO

P1 ING-IND/08

Copertura: AFF03

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

Disciplina: N242IND **IMPIANTI INDUSTRIALI**

ING-IND/17

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note: 4 CFU Bandelloni

Docente: DE CARLO FILIPPO

RL ING-IND/17

Copertura: AFF03

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

Disciplina: 12222333 **MACCHINE**

ING-IND/08

Corso di Studio: **IND**

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: **MENGONI CHRISTIAN PAOLO** CRE

Copertura: CRETR

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

Disciplina: N267IND **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE I** ING-IND/13

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

Note:

Docente: GIUSTI ROBERTO RC ING-IND/13 **Copertura:** AFF03

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

Disciplina: N269IND **MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE** ING-IND/13
II

Corso di Studio: IND **Crediti:** 5 **Tipo:** A

Note: IN COMUNE TRA IL II NUOVO PROGETTO E TERZO ANNO VECCHIO

Docente: GIUSTI ROBERTO RC ING-IND/13 **Copertura:** AFF03

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

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: CAPITANI RENZO

P1 ING-IND/14

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Raddrizzatori a diodi

Raddrizzatori monofase a singola semionda, Parametri prestazionali, Raddrizzatori monofase a doppia semionda, Raddrizzatori monofase a doppia semionda con carico RL, Raddrizzatori multifase a stella, Raddrizzatori trifase a ponte, Raddrizzatori trifase a ponte con carico RL, Confronto fra raddrizzatori a diodi.

Raddrizzatori controllati

Principi del funzionamento di conversione a controllo di fase, Convertitori monofase a ponte intero, Convertitori monofase a ponte intero con carico RL, Convertitori monofase a doppio ponte, Principio di funzionamento dei convertitori trifase a singola semionda, Convertitori trifase a ponte intero, Convertitori trifase a ponte intero con carico RL, Convertitori trifase a doppio ponte.

Cenni sui convertitori DC-DC

Principio di funzionamento step-down, Generazione del duty cycle, Convertitori step-down con carico RL, Principio di funzionamento step-up, Convertitore step-up con carico resistivo, Prestazioni, Classificazione dei convertitori, Regolatori a commutazione, Regolatore buck, Regolatore boost, Regolatore buck-boost, Regolatore di Cúk, Limiti della conversione a stadio singolo, Confronto fra regolatori.

Circuiti magnetici e trasformatori

Campi magnetici, Circuiti magnetici, Induttanza e mutua induttanza, Materiali magnetici, Trasformatori ideali, Trasformatori reali.

Macchine in corrente continua (DC)

Generalità sui motori, Principi di funzionamento delle macchine in corrente continua, Macchine rotanti in corrente continua, Motori in corrente continua con eccitazione in parallelo e separata, Motori in corrente continua con eccitazione serie, Controllo della velocità dei motori in corrente continua, Generatori in continua.

Macchine in corrente alternata (AC)

Motori trifase a induzione, Circuiti equivalenti e calcolo del rendimento per i motori a induzione, Macchine sincrone, Motori monofase, Motori passo-passo e motori brushless in corrente continua.

Azionamenti in DC

Azionamenti monofase, Azionamenti monofase con convertitore a semionda, Azionamenti monofase con convertitore a semi-ponte, Azionamenti monofase con convertitore a ponte intero, Azionamenti monofase con convertitore a doppio ponte, Azionamenti con convertitori DC-DC, Controllo di potenza, Controllo di frenatura rigenerativa, Controllo di frenatura reostatica, Controllo di frenatura rigenerativa e reostatica combinata, Azionamenti con convertitori DC-DC a due e a quattro quadranti, Convertitori DC-DC multifase, Controllo ad anello chiuso di azionamenti DC, Funzione di trasferimento ad anello aperto, Funzione di trasferimento ad anello chiuso, Controllo di tipo PLL.

Azionamenti in AC

Azionamenti di motori asincroni, Caratteristiche prestazionali, Controllo della tensione di statore, Controllo della tensione di rotore, Controllo della frequenza, Controllo in tensione e frequenza, Controllo in corrente, Controllo della tensione, della corrente e della frequenza, Controllo ad anello chiuso di

motori a induzione, Controlli vettoriali, Il principio base del controllo vettoriale, Trasformazione diretta e in quadratura, Controllo vettoriale indiretto, Controllo vettoriale diretto, Azionamenti sincroni, Motori con rotore cilindrico, Motori a poli salienti, Motori a riluttanza, Motori a magneti permanente, Motori con riluttanza commutata, Motori sincroni con controllo ad anello chiuso, Azionamenti di brushless in continua e in alternata, Controllo con motori passo-passo, Motori passo-passo a riluttanza variabile, Motori passo-passo a magneti permanenti.

Disciplina: 0065447Q **MECCANICA RAZIONALE**

MAT/07

Corso di Studio: **IND** IAR

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note: IAR=MECCANICA DEI CONTINUI

Docente: **MODUGNO MARCO**

P1 MAT/07

Copertura: AFF03

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

Disciplina: 11222222 **MECCANICA SPERIMENTALE**

ING-IND/14

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: VANGI DARIO

P2 ING-IND/14

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Disciplina: 12222222 **METODI MATEMATICI**

MAT/05

Corso di Studio: IND IDI

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note: .

Docente: MUGELLI FRANCESCO

RL MAT/05

Copertura: AFF03

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

Richiami di dinamica analitica. Coordinate lagrangiane. Equazione di D'Alembert. Sistemi olonomi e anolonomi. Equazioni di Lagrange di seconda specie. Esempi di calcolo delle componenti lagrangiane delle forze attive.

Spazio di configurazione di un sistema meccanico. Coordinate naturali e coordinate lagrangiane o generalizzate. Varietà differenziabile, spazio tangente, campi vettoriali.

Sistemi olonomi ed anolonomi. Spazio tangente ad una varietà, campi vettoriali, Lie bracket, teorema di Frobenius, teorema di Chow.

Metodologie per il controllo cinematico di sistemi anolonomi: ingressi di tipo periodico (sinusoidali). Applicazione al caso dell'uniciclo: cambio di variabili di configurazione e di ingresso. Parcheggio dell'uniciclo.

Modello cinematico dell'uniciclo. Progetto del sistema di controllo per l'inseguimento di una traiettoria con il metodo diretto di Lyapunov.

Storia, tipologie e metodi di navigazione utilizzati per gli AGV (Automated Guided Vehicles).

Controllo backstepping di un triciclo: controllo dell'uniciclo equivalente, calcolo dei controlli virtuali per l'uniciclo, trasformazione nel sistema di riferimento della motoruota e controllo a dinamica inversa della motoruota.

Controllo sliding mode di sistemi ad un solo ingresso.

Chattering del segnale di controllo e metodi per evitarlo: boundary layer, second order sliding.

Sliding mode control di sistemi multivariabile. Modelli di incertezza. Teorema di Frobenius-Perron, calcolo dei guadagni.

Controllo robusto di manipolatori.

Introduzione al Visual Servoing. Il controllo eterocettivo. Architetture di controllo inner-outer loop. Tipi di telecamere. Sensori a CCD e a C-MOS. Modello pinhole camera. Distanza focale. Modello di telecamera full perspective: matrice della lente e matrice di campionamento spaziale.

Esercitazioni:

- 1)
- 2) Svolgimento in aula di esercizi sulla controllabilità di sistemi anolonomi: uniciclo, automobile semplificata.
- 3) Esercizio svolto in aula: applicazione del controllo sliding mode ad un motoriduttore con attrito ed incertezza del modello.
- 4) Esercizio svolto in aula: applicazione della tecnica di controllo robusto di manipolatori ad un sistema ad un grado di libertà.

Disciplina: N919IND **METODI PER LA MODELLAZIONE E LA PROGETTAZIONE** ING-IND/15

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

Note:

Docente: GOVERNI LAPO RL ING-IND/15 **Copertura:** AFF03

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Disciplina: N957IND **MOTORI PER MOTOVEICOLI**

ING-IND/08

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: FERRARA GIOVANNI

RC ING-IND/09

Copertura: AFF03

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

Disciplina: 00078256 **PRINCIPI DELLA PROGETTAZIONE** ING-IND/14
MECCANICA

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

Note:

Docente: ZONFRILLO GIOVANNI P2 ING-IND/14 **Copertura:** AFF03

Ente appartenenza: Dip. Meccanica e Tecn. Indust.

Disciplina: 55555555 **PROGETTARE PER LA SICUREZZA E L'AFFIDABILITA'**

ING-IND/14

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:**

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 Bath tub ; 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: N718IND **PROGETTO DI IMPIANTI**

ING-IND/17

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note: .

Docente: BORGIA ORLANDO

CRE

Copertura: CRETR

Ente appartenenza:

Disciplina: N322IND **SISTEMI ENERGETICI**

ING-IND/09

Corso di Studio: IND

Crediti: 6 **Tipo:** A

Note:

Docente: DE LUCIA MAURIZIO

P1 ING-IND/09

Copertura: AFF03

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

SISTEMI ENERGETICI

Raggruppamento Scientifico Disciplinare: ING-IND 08/09

Situazione energetica nazionale ed internazionale. Problematiche ambientali.

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.

Sperimentazione su macchine ed impianti: misure di pressione, portata, velocità e temperatura. Prove su motori a combustione interna alternativi. Misura delle emissioni.

Disciplina: N305IND **TECNOLOGIA MECCANICA**

ING-IND/16

Corso di Studio: IND

Crediti: 9 **Tipo:** A

Note: 2 PERIODO 3 CFU+ 3 PERIODO 6 CFU

Docente: FANTOZZI CLAUDIO

RCS ING-IND/16

Copertura: AFF03

Ente appartenenza: Servizi Generali
