

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

## A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA AEROSPAZIALE

### ASTRODINAMICA

**Nome insegnamento:** Astrodinamica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/03 (MECCANICA DEL VOLO)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 18

**Ore di laboratorio assistito:** 12

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 135

**Docente responsabile:** Prof. Bianchini Gianandrea

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

#### **Programma:**

Richiami di dinamica del volo spaziale: il problema dei due corpi, momento angolare ed energia, parametri orbitali. Posizione e velocità in funzione del tempo: equazioni di Keplero, variabili universali, algoritmi. Manovre orbitali con più impulsi: effetti di un singolo impulso, tempo di trasferimento, manovre a due impulsi, manovre a tre impulsi (trasferimenti biellittici), casi tipici di manovre impulsive, trasferimenti orbitali a bassa spinta. Moto relativo in orbita: rendezvous orbitale, guida terminale, flyaround ed altri esempi, soluzioni di Clohessy-Wiltshire, esempi di manovre di rendezvous orbitale. Perturbazioni: perturbazioni di terzo corpo, pressione di radiazione solare, resistenza aerodinamica, equazioni del moto perturbato, metodi di soluzione (Enche e Cowell), le equazioni di Gauss e Lagrange. Effetti del potenziale gravitazionale: funzione geopotenziale, effetti del J<sub>2</sub>, inclinazione critica, orbite eliocentriche, effetti delle armoniche superiori del campo gravitazionale. Orbite Interplanetarie: sfere di influenza, metodo delle patched conics, traiettorie interplanetarie, gravity assist, cattura. Il problema ristretto dei tre corpi: punti Lagrangiani, regioni di Hill e costante di Jacobi, halo orbits, stabilità dei punti Lagrangiani.

Il sistema Terra-Luna. Traiettorie di trasferimento per la luna.

Cenni sui metodi di determinazione orbitale. metodo di Gibbs. il problema di Lambert. il metodo di Gauss. Esercitazioni con esempi di applicazioni attinenti ai temi del corso.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Far apprendere agli studenti nozioni di meccanica orbitale di secondo livello. Fornire gli elementi per poter effettuare calcoli orbitali più avanzati come sono necessari nei trasferimenti orbitali che richiedono più impulsi di velocità, nelle orbite intorno ai punti Lagrangiani, nelle orbite di trasferimento interplanetario, nei rendezvous orbitali e nella propagazione orbitale perturbata.

**Testi di riferimento:**

H.D. Curtis, *Orbital Mechanics for Engineering Students*, Elsevier, 2005; D.A. Vallado, *Fundamentals of Astrodynamics and applications*, Microcosm and Kluwer, 2001; V.A. Chobotov, *Orbital Mechanics*, AIAA Education Series, 1991.

**Testi per consultazione:**

O. Montenbruck, G. Eberhard, *Satellite Orbits*, Springer, 2000; R.H. Battin, *An introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics*, AIAA Education series, 1987.

**Propedeuticità:**

dinamica del volo spaziale

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### CONTROLLO TERMICO DEI VEICOLI SPAZIALI

**Nome insegnamento:** Controllo termico dei veicoli spaziali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 38

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 14

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof.ssa Rossetto Luisa

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 12-13

**Programma:**

Fondamenti: Richiami di trasmissione del calore.

Scambio termico in nano / micro strutture: teoria e applicazioni (raffreddamento dell' elettronica).

Scambio termico con cambiamento di fase nello spazio: condensazione e vaporizzazione.

Condizioni al contorno. Strato limite termico e compressibile: volo supersonico, rientro da missione spaziale.

Bilanci in ambiente spaziale. Carichi termici ambientali sui veicoli spaziali (radiazione solare, albedo, IR emessa dalla terra etc.).

Controllo termico in ambiente spaziale: superfici selettive, isolamento multistrato, tubi di calore, raffreddatori termoelettrici, materiali a cambiamento di fase, accumuli, circuiti a due

scambiatori con pompa.

Sistemi criogenici. Resistenza di contatto. Radiatori.

Applicazioni: Progetto termico dei satelliti. Modelli di simulazione numerica.

Controllo ambientale della cabina di un velivolo.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire allo studente le conoscenze fondamentali per il controllo termico di un veicolo spaziale.

**Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni.

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**FLUIDODINAMICA DEI VEICOLI SPAZIALI**

**Nome insegnamento:** Fluidodinamica dei veicoli spaziali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/06 (FLUIDODINAMICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Navarro Giampaolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Venerdì

**Orario di ricevimento:** 11.00-13.00

**Programma:**

Dinamica e termodinamica dei flussi comprimibili: equazioni del moto, regimi di moto dei flussi comprimibili. Entrata e discesa in atmosfere planetarie: modelli atmosferici, coefficienti aerodinamici dinamici. Onde d'urto normali: velocità del suono, equazioni delle onde d'urto normali. Onde d'urto e di espansione oblique: equazioni delle onde d'urto oblique, equazioni

dei flussi conici, onde di espansione. Flussi subsonici e transonici attorno a profili ed ali. Flussi supersonici attorno a profili sottili: teoria lineare dei profili sottili, teoria del secondo ordine dei profili sottili. Flussi Supersonici Attorno ad Ali: flussi supersonici linearizzati, metodo dei flussi conici, metodo della distribuzione di singolarità, metodo dei pannelli. Teoria delle ali a delta. Flussi ipersonici attorno a veicoli spaziali: modello newtoniano, modello newtoniano modificato, riscaldamento aerodinamico, coefficienti aerodinamici di profili sottili e di coni tozzi.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisire le metodologie della fluidodinamica dei flussi comprimibili necessarie per la progettazione fluidodinamica di veicoli spaziali.

**Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni.

**Testi per consultazione:**

J.D. Anderson, *Modern Compressible Flow*, Open University Press, 2nd Edition, June 1, 2004;

J.D. Anderson, *Fundamentals of Aerodynamics*, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 3rd edition, January 2, 2001;

J.J. Bertin, *Aerodynamics for Engineers*, Prentice Hall College Div, 4th edition, December, 2001;

J.J. Bertin, *Hypersonic Aerothermodynamics*, AIAA Education Series, 1994.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**IMPIANTI E SISTEMI AEROSPAZIALI 2**

**Nome insegnamento:** Impianti e sistemi aerospaziali 2

**Anno di corso:** 1 anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/05 (IMPIANTI E SISTEMI AEROSPAZIALI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 54

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 16

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Francesconi Alessandro

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

CONTROLLO D'ASSETTO. Richiami di cinematica e dinamica del corpo rigido: angoli di Eulero, matrici di rotazione, quaternioni, equazioni di Eulero, equazioni accoppiate della dinamica del volo e di assetto e loro scrittura per l'integrazione numerica. Sottosistema di controllo d'assetto: requisiti e tipologie di controllo. Spin stabilization. Moto libero di un satellite spin-nante. Nutazione. Condizioni di stabilità a breve e lungo termine. Smorzamento e controllo della nutazione. Rigidezza giroscopica e stabilizzazione durante lo sparo del motore principale. Riposta a regime a coppie esterne. Dual spin. Utilizzo di ruote di momento. Stabilizzazione a tre assi passiva. Gradiente gravitazionale. Smorzamento e controllo della librazione. Stabilizzazione a tre assi attiva. Selezione e dimensionamento preliminare degli attuatori sulla base di: autorità del controllo, impulso angolare e velocità di manovra. Manovre d'assetto con ruote di momento (MW) e ruote di reazione (RW): modello a parametri concentrati delle ruote, dimensionamento delle RW, desaturazione delle MW, controlli roll-yaw. Controlli non lineari mediante thrusters. Risposta dinamica del sistema in conseguenza di deformazioni strutturali e liquid sloshing.

TELECOMUNICAZIONI. Criteri di selezione del sistema di telecomunicazioni: orbita, spettro, data rate, link availability e access time. Disturbi nella trasmissione. Dimensionamento preliminare della connessione: modalità di coding, dimensioni antenna, potenza trasmettitore.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscenza delle problematiche di dinamica di assetto di un veicolo spaziale e delle più comuni soluzioni progettuali per il controllo. Applicazione delle principali tecniche per la modellazione matematica e numerica del sistema. Padronanza degli elementi di base per il dimensionamento preliminare del sottosistema di controllo d'assetto, per quanto riguarda le configurazioni di satellite e le soluzioni realizzative dei principali attuatori. Conoscenza dell'architettura dei sistemi di telecomunicazioni di un satellite da un punto di vista di sistema.

**Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni.

**Testi per consultazione:**

Sidi, "Spacecraft Dynamics and Control", Cambridge University Press; Hughes, "Spacecraft Attitude Dynamics", Wiley; Fortescue and Stark, "Spacecraft Systems Engineering", Wiley; Larson and Wertz "Space mission analysis and design", Kluwer

**Propedeuticità:**

Nessuna.

**Prerequisiti:**

Impanti e sistemi aerospaziali 1, Dinamica del volo spaziale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**MECCANICA DELLE VIBRAZIONI**

**Nome insegnamento:** Meccanica delle vibrazioni

Anno di corso: I anno  
Semestre: 1 semestre  
Crediti Formativi Universitari: 9  
Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)  
Ore di didattica in aula - lezioni: 78  
Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0  
Ore di laboratorio assistito: 0  
Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Lot Roberto  
Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)  
Giorno di ricevimento:  
Orario di ricevimento:

Programma:  
<http://www.dinamoto.it/UNIVERSITA/Vibrazioni/vibrazioni.html>  
Risultati di apprendimento previsti:  
  
Testi di riferimento:  
  
Testi per consultazione:  
  
Propedeuticità:  
  
Prerequisiti:  
  
Modalità di erogazione: Tradizionale  
Metodi di valutazione: Scritta  
Modalità di frequenza: Facoltativa  
Altre informazioni:

#### METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA INDUSTRIALE

Nome insegnamento: Metodi matematici per l'ingegneria industriale  
Anno di corso: I anno  
Semestre: 1 semestre  
Crediti Formativi Universitari: 9  
Settore Scientifico Disciplinare: MAT/05 (ANALISI MATEMATICA)  
Ore di didattica in aula - lezioni: 60  
Ore di didattica in aula - esercitazioni: 18

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Rampazzo Franco

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: su appuntamento email

Orario di ricevimento: su appuntamento email

**Programma:**

Richiami di Calculus in più variabili, Equazioni differenziali alle derivate parziali lineari, metodo di separazione delle variabili, spazi metrici e normati, serie di Fourier (convergenze puntuali, uniformi, in media quadratica, disug. di Bessel, uguaglianza di Parseval). Problemi con condizioni al contorno per l'equazione delle onde risolti con Serie di Fourier. Formula di D'Alembert. Soluzioni generalizzate per l'equazione delle onde.

Equazioni ordinarie (Esistenza, unicità, in piccolo e in grande, metodi risolutivi elementari). Richiamo del teorema della divergenza. L'equazione del calore (Deduzione fisico-matematica, principio del massimo, unicità per problemi al contorno e di Cauchy, buona posizione. Rappresentazione integrale della soluzione)

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisizione di nozioni elementari di Analisi Funzionale e familiarità con i problemi tipici per Equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali.

**Testi di riferimento:**

A first course in partial differential equations : with complex variables and transform methods / H. F. Weinberger

**Testi per consultazione:**

Giusti: Analisi 2, De Marco: Analisi Matematica 2, Evans: Partial Differential Equations.

**Propedeuticità:**

Ogni materia ingegneristica con contenuto matematico.

**Prerequisiti:**

Analisi Matematica in più variabili, elementi di Algebra Lineare.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROPULSIONE AEROSPAZIALE**

**Nome insegnamento:** Propulsione aerospaziale

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/07 (PROPULSIONE AEROSPAZIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0  
Ore di laboratorio assistito: 0  
Ore di attività riservate allo studio personale: 0

Docente responsabile: Dott. Pavarin Daniele  
Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)  
Giorno di ricevimento:  
Orario di ricevimento:

Programma:

Risultati di apprendimento previsti:

Testi di riferimento:

Testi per consultazione:

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione:

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### TECNOLOGIE DI LAVORAZIONE DEI MATERIALI AEROSPAZIALI

Nome insegnamento: Tecnologie di lavorazione dei materiali aerospaziali  
Anno di corso: I anno  
Semestre: 2 semestre  
Crediti Formativi Universitari: 9  
Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/16 (TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE)  
Ore di didattica in aula - lezioni: 78  
Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0  
Ore di laboratorio assistito: 0  
Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Dott. Lucchetta Giovanni  
Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì

**Orario di ricevimento:** 10:30 - 12:00

**Programma:**

Tecnologie dei materiali metallici: Tecnologie convenzionali: fusione, deformazione plastica, lavorazione alla macchina utensile. Sistemi CAM. Sistemi CAE di analisi e simulazione del processo. Tecnologie speciali: fresatura chimica, fresatura elettrochimica, elettro-erosione, formatura superplastica, sinterizzazione. Metodi di collegamento convenzionali: chiodatura, saldatura, incollaggio. Metodi di collegamento speciali: laser beam, electron beam, friction-stir-welding. Tecnologie dei materiali polimerici ed elatomerici: Materiali polimerici ed elatomerici. Leggi costitutive visco-elastica ed iper-elastica. Strutture, peculiarità ed applicazioni. Tecnologie. Tecnologie dei materiali compositi: Materiali compositi Legge costitutiva elastica ortotropa. Teoria della laminazione. Materiali convenzionali a matrice polimerica: rinforzi continui e discontinui, matrici, schiume e riempitivi. Materiali compositi innovativi: a matrice metallica ed a matrice polimerica. Tecnologie convenzionali: formatura in autoclave, avvolgimento, pultrusione, termoformatura, RIM, SMC, RTM, RFI, FML. Tecnologie di lavorazione: laser e water-jet. Metodi innovativi di collegamento: co-curing e fusion-bonding. Tecnologie di prototipazione rapida: Prototipazione del prodotto assistita da calcolatore. Classificazione dei prototipi. Tecnologie di prototipazione veloce del prodotto (Rapid Prototyping) e delle attrezzature (Rapid Tooling).

**Risultati di apprendimento previsti:**

Creazione nell'allievo di conoscenze di base sulle tecnologie di produzione proprie dei materiali metallici, polimerici e compositi che trovano utilizzo nelle costruzioni aeronautiche e spaziali.

**Testi di riferimento:**

Kalpakkjian, S., Schmid Steven R., Tecnologia meccanica, 5<sup>a</sup> Ed., Pearson Education Italia, 2008.

**Testi per consultazione:**

Campbell F. Jr., Manufacturing Technology for Aerospace Structural Materials, Elsevier, 2006.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

## A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE

### ANALISI REALE E COMPLESSA

**Nome insegnamento:** Analisi reale e complessa

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/05 (ANALISI MATEMATICA), MAT/07 (FISICA MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 46

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 32

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Marson Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Ottobre-Gennaio: lunedì e venerdì; Febbraio-Settembre: su appuntamento

**Orario di ricevimento:** Ottobre-Gennaio: 16:15-17:30

#### Programma:

Successioni e serie di funzioni. Analisi funzionale: spazi di Banach e di Hilbert. Integrale di Lebesgue e spazi  $L_p$ . Serie e trasformate di Fourier. Elementi di analisi complessa. Distribuzioni. Per un programma più si veda la pagina web del docente <http://www.math.unipd.it/~marson>

#### Risultati di apprendimento previsti:

Introduzione ai concetti e ai metodi fondamentali dell'analisi reale e complessa e dell'analisi funzionale.

#### Testi di riferimento:

G.C. Barozzi, Matematica per l'Ingegneria dell'Informazione, Zanichelli; dispense con esercizi fornite dal docente.

#### Testi per consultazione:

C. Minnaja, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Progetto; G. Gilardi, Analisi 3, McGraw-Hill; G. Di Fazio e M. Frasca, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Monduzzi Editore.

#### Propedeuticità:

Nessuna.

#### Prerequisiti:

Corsi di matematica della laurea triennale.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

Altre informazioni:

## AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

Nome insegnamento: Automazione industriale

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/04 (AUTOMATICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 40

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 12

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Sig. Vitturi Stefano

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: su appuntamento

Orario di ricevimento: su appuntamento

### Programma:

Componenti dei sistemi di automazione: controllori, sensori/attuatori, sistemi di comunicazione. Modellizzazione di processi industriali: sistemi dinamici a eventi discreti, automi e reti di Petri, controllo di sistemi dinamici a eventi discreti. Modellizzazione dei sistemi di comunicazione: reti e protocolli di comunicazione, teoria delle code, analisi stocastica di protocolli di comunicazione. Implementazione di sistemi di automazione: sistemi di automazione basati su PLC, sistemi di automazione basati su PC, programmi di automazione in sistemi operativi "general purpose", sistemi operativi in tempo reale.

### Risultati di apprendimento previsti:

Fornire le tecniche di modellizzazione di impianti industriali e di progetto di sistemi di automazione

### Testi di riferimento:

Appunti e dispense delle lezioni.

C. G. Cassandras, S. Lafortune: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer Academic Publishers 1999.

A. Di Febbraro, A. Giua. Sistemi ad Eventi Discreti, ed. McGraw-Hill 2002.

### Testi per consultazione:

F. Halsall: "Data Communications, Computer Networks and Open Systems", Addison Wesley 1996

Dimitri Bertsekas, Robert Gallager: Data Networks, Prentice Hall, 1992

### Propedeuticità:

### Prerequisiti:

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## CONTROLLO DIGITALE

**Nome insegnamento:** Controllo digitale

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 10

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 88

**Docente responsabile:** Prof. Ciscato Dorianò

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì - Martedì

**Orario di ricevimento:** 11.30-12.30

### Programma:

Equazioni alle differenze e trasformata zeta. Studio dei sistemi discreti ed a segnali campionati: scelta della frequenza di campionamento, stabilità e risposta frequenziale. Discretizzazione approssimata di controllori continui, algoritmi PID assoluti ed incrementali, metodi analitici e sperimentali di sintesi dei controllori PID. Sintesi nel discreto di sistemi di controllo digitale diretto: sintesi mediante trasformazione bilineare, sintesi diretta, sistemi a tempo di risposta finito (deadbeat).

Problemi di realizzazione dei controllori digitali: strutture, messa in scala delle variabili, effetto delle quantizzazioni e cili limite. Esempio di controllo digitale.

Simulazione di sistemi continui, discreti ed a segnali campionati.

### Risultati di apprendimento previsti:

Fornire le basi per l'analisi ed il progetto di sistemi di controllo digitale

### Testi di riferimento:

Dispense delle lezioni.

### Testi per consultazione:

G.F.Franklin, J.D.Powell, M.L.Workman "Digital Control of Dynamic Systems" ed. Addison-Wesley Publ. Co. 1998.

M.L.Corradini, G.Orlando " Controllo digitale di sistemi dinamici" ed. Franco Angeli 2005.

### Propedeuticità:

Nessuna

**Prerequisiti:**

Fondamenti di automatica. Analisi dei sistemi.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**DATI E ALGORITMI 2**

**Nome insegnamento:** Dati e algoritmi 2

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Pucci Geppino

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Giovedì

**Orario di ricevimento:** 16:15-17:30

**Programma:**

1. Introduzione agli argomenti del corso. Richiami: definizione di problema e algoritmo; modello computazionale; modello di costo; uso dello pseudolinguaggio.
2. Il paradigma divide-and-conquer:
  - o Caratteristiche generali e strumenti per l'analisi
  - o Moltiplicazione di interi: algoritmo di Karatsuba
  - o Moltiplicazione di matrici: algoritmo di Strassen
  - o Moltiplicazione di polinomi: la Fast Fourier Transform e le sue applicazioni
  - o Selezione di order statistic
3. Il paradigma dynamic programming:
  - o Caratteristiche generali: sottoproblemi ripetuti e tecniche di risoluzione
  - o Algoritmo di Matrix-chain multiplication
  - o Problemi su stringhe: Longest Common Subsequence
  - o Memoizzazione
4. Il paradigma greedy
  - o Problemi risolvibili con l'approccio greedy
  - o Il problema della selezione di attività
  - o I codici di Huffman per la compressione dei dati
5. La teoria della NP-Completezza
  - o Classi di complessità P, NP, co-NP e NPC

o Tecniche di riducibilità in tempo polinomiale

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di introdurre paradigmi generali per il progetto e l'analisi di algoritmi efficienti per la risoluzione di problemi computazionali. Per concretezza, le tecniche generali verranno applicate alla risoluzione di problemi di grande importanza pratica. L'enfasi del corso è sulle metodologie di progetto e di analisi piuttosto che sulla programmazione.

**Testi di riferimento:**

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms - Second Edition. McGraw Hill/MIT Press, Cambridge Mass. USA, 2001.

**Testi per consultazione:**

Dispense del docente

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Strutture dati, Notazione asintotica, Fondamenti di matematica discreta

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**ECONOMIA DELL'INFORMAZIONE**

**Nome insegnamento:** Economia dell'informazione

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/35 (INGEGNERIA ECONOMICO-GESTIONALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Muffatto Moreno

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 10:00-12:00

**Programma:**

Principi generali di economia dell'informazione. I beni dell'informazione. Caratteristiche e modalità di sviluppo dei beni dell'informazione. Produzione e riproduzione dei beni dell'informazione. La distribuzione dei beni dell'informazione. Esternalità di rete. Switching costs e lock-in. La creazione di standard tecnologici e la competizione per gli standard. Strategie del-

le imprese nei settori dell'Information Technology.

Beni dell'informazione e diritti di proprietà intellettuale (IPR). Tipologie di diritti di proprietà intellettuale. Strategie di apertura e di controllo della proprietà intellettuale. Il prodotto software. Categorie di software e diritti di proprietà intellettuale. Il software Open Source. Estensione del concetto di apertura e peer production. Il business del software. Dal prodotto al servizio. Le tecnologie dell'informazione e Internet. ICT a supporto dei processi aziendali. Effetti economici e sociali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

L'insegnamento si propone di analizzare le caratteristiche peculiari dell'economia e della gestione dei beni dell'informazione ed il ruolo delle tecnologie dell'informazione a supporto dei processi aziendali.

**Testi di riferimento:**

Shapiro C., Varian H.R. Information Rules. Le regole dell'economia dell'informazione, Etas, Milano, 1999.

Varian H.R., Farrell J., Shapiro C., The Economics of Information Technology: An Introduction, Cambridge University Press, 2004.

Cusumano M, The Business of Software, Free Press, 2004.

Muffatto M. Open Source.A Multidisciplinary Approach, Imperial College Press, London 2006.

**Testi per consultazione:**

Brown J.S., Duguid P., La vita sociale dell'informazione, Etas, 2001.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI**

**Nome insegnamento:** Elaborazione numerica dei segnali

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Cortelazzo Guido

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Programma:**

Sistemi lineari a tempo discreto tempo invarianti: convoluzione; stabilità, causalità; equazioni lineari alle differenze finite; filtri lineari di tipo FIR e IIR. Trasformata Zeta; funzione di trasferimento e risposta in frequenza: semplici esempi di f.d.t. passa-basso/alto, passa/elimina-banda, passa tutto. FIR a fase lineare. DFT: definizione, proprietà e guida all'uso in contesti pratici; algoritmi FFT; algoritmi di convoluzione veloce.

Progetto di filtri IIR col metodo della trasformazione bilineare;

filtri di Butterworth, Chebyshev e Cauer; trasformazioni di frequenza. Tecniche di ottimizzazione applicate al progetto di filtri IIR. Progetto di filtri FIR a fase lineare: troncamento della serie di Fourier; campionamento della risposta in frequenza; progetto in norma di Chebyshev (algoritmo di Remez).

Realizzazioni: computabilità e algoritmo di ordinamento; realizzazioni in forma diretta, cascata e

parallelo; Sensibilità alle variazioni dei coefficienti moltiplicatori. Effetti della aritmetica a precisione finita. Strutture efficienti rispetto alla sensibilità alle variazioni dei coefficienti e agli effetti della aritmetica a precisione finita.

Sistemi lineari multi-rate: interpolazione e decimazione; realizzazioni efficienti.

Esempi di applicazioni.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Per segnale si intende una qualche grandezza fisica che varia nel tempo (o nello spazio, o in qualche altro dominio) e che fornisce informazione su un aspetto qualsiasi del mondo reale. Esempi tipici sono l'audio (segnale vocale), le immagini statiche (foto), il video (televisione), ma anche gli impulsi elettrici utilizzati ad esempio per trasmettere il segnale telefonico attraverso i cavi o altri canali. Il corso approfondisce sia in modo teorico che pratico due argomenti fondamentali nell'uso dei segnali, ovvero le modalità di utilizzo dei sistemi lineari e le possibilità ed implicazioni dell'analisi dei segnali nel dominio della frequenza. Questi metodi sono estremamente generali e si applicano a molteplici contesti: telecomunicazioni, elettronica, biomedica, elaborazione delle immagini, grafica 3D, etc. Ogni argomento è diffusamente illustrato da esempi Matlab per farne apprezzare le implicazioni pratiche. Vengono inoltre presentate specifiche applicazioni dell'elaborazione numerica dei segnali.

**Testi di riferimento:**

Sanjit K. Mitra, "Digital Signal Processing - A computer based approach", Third Edition, McGraw-Hill, Boston (USA), 2006

**Testi per consultazione:**

Dispense del prof. Gian Antonio Mian

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## ELETTRONICA ANALOGICA

**Nome insegnamento:** Elettronica analogica

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/01 (ELETTRONICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Rossetto Leopoldo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento (e-mail)

**Orario di ricevimento:** su appuntamento (e-mail)

### **Programma:**

Risposta in frequenza degli amplificatori elettronici: metodo delle costanti di tempo. Analisi di circuiti elettronici a retroazione. Metodi per la determinazione del guadagno d'anello. Stabilità e tecniche di compensazione in frequenza nei circuiti a retroazione. Teoria generalizzata per la determinazione delle funzioni di trasferimento di circuiti ad amplificatori operazionali. Filtri attivi. Applicazioni degli amplificatori operazionali. Struttura e caratteristiche degli amplificatori operazionali. Utilizzo di un programma di simulazione dei circuiti analogici.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

Sviluppare approfondite capacità di analisi di circuiti elettronici analogici. Essere in grado di effettuare semplici progetti di circuiti ed utilizzare correttamente un programma di simulazione circuitale.

### **Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni; Richard C. Jaeger: Microelettronica - Circuiti integrati analogici (vol.2), McGraw-Hill (ISBN 88-386-6198-9); Appunti disponibili sul sito web del corso.

### **Testi per consultazione:**

Jacob Millman, Arvin Grabel, Microelectronics, second edition, McGraw-Hill (ISBN 0-07-100596-X). S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits - Fourth Edition, 1998, Oxford University Press (ISBN 0-19-511690-9).

### **Propedeuticità:**

Nessuna

### **Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## ELETTRONICA DI POTENZA

**Nome insegnamento:** Elettronica di potenza

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/01 (ELETTRONICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 10

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Spiazzi Giorgio

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì

**Orario di ricevimento:** 16.00

### Programma:

analisi dell'influenza degli elementi parassiti nel comportamento dei convertitori cc/cc di base. Analisi ai piccoli segnali dei convertitori cc/cc sia in funzionamento continuo che discontinuo con controllo di tensione e di corrente. Esempi di progetto di regolatori e di uso del simulatore Simulink di Matlab. Schemi di reset per convertitori forward. Analisi di circuiti snubber passivi. Convertitori cc/cc soft-switching. Raddrizzatori ad elevato fattore di potenza: tecniche di analisi e di progetto. Aspetti di compatibilità elettromagnetica in elettronica di Potenza: analisi dei meccanismi di accoppiamento e tecniche di mitigazione dei disturbi. Esempi applicativi di progetto. Esercitazioni in laboratorio su alimentatori a commutazione.

### Risultati di apprendimento previsti:

L'obiettivo principale del corso è quello di far acquisire allo studente familiarità nell'analisi dei convertitori a commutazione, e fornire gli strumenti sia teorici che pratici per il progetto e la realizzazione di sistemi di conversione ad elevata frequenza di commutazione.

### Testi di riferimento:

Appunti dalle lezioni

### Testi per consultazione:

J. G. Kassakian, M. F. Schlecht, G. C. Verghese, Principle of Power Electronics, Addison Wesley, 1991, (ISBN 0-201-09689-7).

N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications, and Design, Second Edition, Wiley & Sons Inc., 1995, (ISBN 0-471-58408-8)

R. W. Erickson, D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, Second Edition, Kluwer Academic Publisher Group, 2001, (ISBN 0-7923-7270-0)

### Propedeuticità:

Nessuna

### Prerequisiti:

Elettronica Industriale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

Numero di turni di laboratorio: 2

## FISICA MATEMATICA

Nome insegnamento: Fisica matematica

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: MAT/07 (FISICA MATEMATICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 26

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Benettin Giancarlo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: qualunque giorno, su appuntamento

Orario di ricevimento: qualunque orario, su appuntamento

### Programma:

Teoria qualitativa delle equazioni differenziali ordinarie:

Esempi elementari. Equilibrio, stabilità e stabilità asintotica; il teorema di Ljapunov per la stabilità dei punti di equilibrio. Ritratto in fase per i sistemi a un grado di libertà. Linearizzazione delle equazioni e classificazione dei punti di equilibrio in due variabili; biforcazioni. Sistemi auto-oscillanti: il ciclo limite in oscillatori meccanici (un modello di orologio) e in circuiti amplificati (l'equazione di Van der Pol). Esempi di moto caotico. (2) - Meccanica Lagrangiana: Vincoli olonomi, coordinate libere, vincoli ideali; energia cinetica, forze e energia potenziale nelle coordinate libere. Equazioni di Lagrange: deduzione, forma normale, proprietà di invarianza. Potenziali dipendenti dalla velocità, carica in campo elettromagnetico. Leggi di conservazione in meccanica lagrangiana: conservazione dell'energia, coordinate ignorabili e riduzione, teorema di Noether. Equilibrio, stabilità e piccole oscillazioni: condizione per l'equilibrio, teorema di Lagrange--Dirichlet, linearizzazione attorno a una configurazione di equilibrio, modi normali di oscillazione. Introduzione ai metodi variazionali: funzionali, equazione di Eulero--Lagrange, esempi; il principio di Hamilton.

### Risultati di apprendimento previsti:

Si tratta di un corso di base a carattere fisico matematico. Lo studente acquisirà strumenti utili come il metodo di analisi qualitativa della dinamica, il formalismo lagrangiano e le basi del calcolo delle variazioni, ma soprattutto imparerà a analizzare il mondo fisico servendosi in modo critico del procedimento rigoroso caratteristico della matematica.

### Testi di riferimento:

Dispense del docente, dal titolo "Appunti di Fisica Matematica", reperibili sulla pagina web [www.math.unipd.it/~benettin](http://www.math.unipd.it/~benettin) e distribuite anche dalla Libreria Progetto.

**Testi per consultazione:**

Qualche testo di approfondimento è suggerito a lezione. Di regola tuttavia le dispense sono sufficienti.

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

i contenuti dei corsi di base di matematica e fisica della laurea triennale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

prova scritta per gli esercizi; a scelta prova orale o scritta per la teoria.

**LABORATORIO DI CONTROLLI 1**

**Nome insegnamento:** Laboratorio di controlli 1

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 48

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 10

**Ore di laboratorio assistito:** 20

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Ticozzi Francesco

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì (nel periodo di insegnamento)

**Orario di ricevimento:** 16:30-18:30

**Programma:**

Richiami di controlli automatici, modellistica e simulazione. Introduzione e uso degli ambienti matlab e simulink. Fasi della progettazione di un controllore. Trasduttori e attuatori. Descrizione dell'ambiente di laboratorio. Progettazione di controllori PID. Richiami di teoria dei sistemi. Schemi di controllo "feedback" e "feedforward". Progettazione di stimatori. Richiami di controllo digitale. Altre tecniche di progettazione.

Esperienze di Laboratorio previste: Introduzione al sistema e alle non idealità; Progettazione di controllori PID; Progettazione di controllori in spazio di stato; Progettazione di controllori digitali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso mira a preparare lo studente alla progettazione di sistemi di controllo e la loro implementazione a sistemi fisici. Lo studente imparerà a modellizzare, simulare e interfacciare con il calcolatore un motore elettrico, e a progettare e implementare controllori PID, nel dominio della frequenza e in spazio di stato per questo sistema. Verranno inoltre impartite no-

zioni fondamentali alla stesura di una relazione di laboratorio o tecnica.

**Testi di riferimento:**

Appunti delle lezioni.

**Testi per consultazione:**

"Feedback Control of Dynamic Systems", G. Franklin, J. Powell, A.E. Naeini, 5th edition, 2006.

R. Oboe, "Ingegneria e Tecnologie dei Sistemi di Controllo - Appunti dalle Lezioni".

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Fondamenti di automatica.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Metodi di valutazione: Discussione orale delle relazioni di laboratorio

Numero di turni di laboratorio: 2

#### MODELLISTICA E SIMULAZIONE DEI SISTEMI MECCANICI

**Nome insegnamento:** Modellistica e simulazione dei sistemi meccanici

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Lot Roberto

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

<http://www.dinamoto.it/UNIVERSITA/MSSM/MSSM.html>

**Risultati di apprendimento previsti:**

**Testi di riferimento:**

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## PROCESSI ALEATORI

**Nome insegnamento:** Processi aleatori

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Pierobon Gianfranco

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento (pierobon@dei.unipd.it)

**Orario di ricevimento:** su appuntamento (pierobon@dei.unipd.it)

**Programma:**

Richiami di teoria della probabilità. La teoria unificata dei segnali. Processi aleatori e loro descrizione statistica generale. Processi stazionari e ciclostazionari. Descrizione statistica di potenza: media, correlazione, densità spettrale. Trasformazioni lineari e non lineari, istantanee o con memoria, di processi aleatori. Conservazione della stazionarietà attraverso le trasformazioni. Processi aleatori gaussiani e loro proprietà. Teorema del campionamento per segnali determinati e per processi aleatori. Processi di Markov. Catene di Markov omogenee a stati finiti. Applicazione alle macchine sequenziali a stati finiti. Macchine di Moore e di Mealy.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Lo studente dovrà apprendere la teoria dei segnali determinati e dei processi aleatori, come modelli di sistemi, in particolare nel settore delle telecomunicazioni. Dovrà poi essere in grado di eseguire valutazioni probabilistiche su tali modelli.

**Testi di riferimento:**

Gianfranco Cariolaro, Gianfranco Pierobon, "Processi aleatori", Edizione Provvvisoria.

**Testi per consultazione:**

Athanasios Papoulis, "Probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici", Boringhieri.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Segnali e sistemi. Fondamenti di comunicazioni

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## RETI DI TELECOMUNICAZIONI

**Nome insegnamento:** Reti di telecomunicazioni

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 54

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 16

**Ore di laboratorio assistito:** 8

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Zanella Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento

**Orario di ricevimento:** su appuntamento

**Programma:**

Introduzione alle reti di telecomunicazioni: rete Internet e rete telefonica pubblica. Commutazione di circuito, di messaggio e di pacchetto. Modello protocollare a strati ISO/OSI. Funzionalità dello Strato Fisico. Codifica di linea. Funzionalità e servizi del Data Link Layer. Strategie di Accesso al Mezzo (MAC) deterministici (TDMA, FDMA), aleatori (Aloha, Slotted Aloha, CSMA), semialeatori (Polling). Standard per reti locali: IEEE 802.3 (Ethernet) e cenni a IEEE 802.11 (Wireless LAN) e Bluetooth. Strato di Rete. Funzionalità. Tipologia di Servizi. Cenni agli algoritmi di instradamento. Introduzione a Internet: protocolli IP, UDP e TCP.

Strumenti matematici per l'analisi delle prestazioni: catene di Markov a tempo discreto e continuo, equazioni di Chapman-Kolmogorov, distribuzione stazionaria e asintotica. Processi di nascita e morte a tempo discreto e continuo, condizioni di stabilità, distribuzione stazionaria degli stati. Formula di Little. Sistemi coda/servente (M/M/1, M/M/infinity, M/M/C, M/M/1/K, M/G/1). Statistica asintotica degli stati. Statistica dei tempi di servizio e attesa in coda. Formula di Erlang B e C. Esempi e esercizi sulla modellizzazione e l'analisi delle prestazioni delle

reti.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si prefigge lo scopo di fornire una conoscenza di base delle moderne architetture di reti di telecomunicazioni e dei servizi offerti, nonché gli strumenti analitici di base utili alla modellizzazione e la analisi delle prestazioni di una rete di telecomunicazioni.

**Testi di riferimento:**

Nessuno

**Testi per consultazione:**

Dimitri P. Bertsekas, Robert G. Gallager, 'Data Networks', Prentice Hall, Second Edition, 1992  
Fred Halsall, "Multimedia Communications, Applications, Networks, Protocols and Standards," Addison-Wesley, 2001, ISBN0-2012-39818-4

"SISTEMI A CODA: Introduzione alla teoria delle code" KLEINROCK L. HOEPLI; "Computer Networks," Andrew S. Tanenbaum; B. A. Forouzan, "I protocolli TCP/IP," Sec. Ed. McGraw-Hill  
Gianfranco Pierobon, "Reti di Comunicazione", Progetto;

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Matematica E

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Numero di turni di laboratorio: 2

**RICERCA OPERATIVA 1**

**Nome insegnamento:** Ricerca operativa 1

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/09 (RICERCA OPERATIVA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Fischetti Matteo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Martedì

**Orario di ricevimento:** 11.45-13.00

**Programma:**

Problemi di ottimizzazione: Programmazione matematica e programmazione convessa. Pro-

programmazione Lineare (PL) : Generalità. Modelli di PL. Geometria della PL. Algoritmo del semplice: metodo delle 2 fasi, forma matriciale e tableau, semplice rivisto. Degenerazione. Dualità in PL. Algoritmo del semplice duale. Analisi di sensitività. Programmazione Lineare Intera (PLI): Modelli di PLI. Totale unimodularità. Metodo dei piani di taglio di Chvatal-Gomory. Algoritmo branch-and-bound. Problema di separazione ed algoritmo branch-and-cut. Teoria della Complessità Computazionale: Classi P, NP, co-NP e problemi NP-completi. Riduzioni polinomiali. Teoria dei Grafi: Definizioni. Problemi polinomiali (con modelli ed algoritmi di risoluzione): albero minimo, cammini minimi, flussi. Problemi NP-completi (con modelli ed algoritmi di risoluzione): knapsack, commesso viaggiatore, set covering e set packing, alberi di Steiner, plant location.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Individuare e classificare un modello matematico di decisione (decisori, obiettivi, variabili, vincoli, dati, contesto decisionale). Conoscere i fondamenti della Ricerca Operativa, ed in particolare le tecniche di ottimizzazione per problemi di tipo lineare e di tipo combinatorio, applicandole ad esempi (semplificati) di interesse applicativo.

#### **Testi di riferimento:**

M. Fischetti: Lezioni di ricerca operativa, Progetto, Padova, 1999  
L. Brunetta, Ricerca Operativa - Esercizi, Città Studi Edizioni, 2008.

#### **Testi per consultazione:**

F. Hillier e G. Lieberman, Ricerca Operativa 8ed, The McGraw-Hill Companies, Milano, 2005.  
M. Dell'Amico, 120 Esercizi di Ricerca Operativa 2 ed, Pitagora edizioni, Bologna, 2006.

#### **Propedeuticità:**

Nessuna

#### **Prerequisiti:**

Geometria, Fondamenti di Informatica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### **SISTEMI ECOLOGICI**

**Nome insegnamento:** Sistemi ecologici

**Anno di corso:**

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Marchesini Giovanni

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Su appuntamento

**Orario di ricevimento:** Su appuntamento

**Programma:**

Dinamica di una popolazione singola, Interazione tra popolazioni. Metapopolazioni, Diffusione di infezioni, Sfruttamento di una popolazione naturale.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Impiego di modelli matematici per rappresentare la dinamica di sistemi naturali.

**Testi di riferimento:**

Marino Gatto: Introduzione all'ecologia delle popolazioni Ed.CLUP Milano.

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Analisi dei sistemi

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### SISTEMI MULTIVARIABILI

**Nome insegnamento:** Sistemi multivariabili

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Fornasini Ettore

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì

**Orario di ricevimento:** 13.00 - 14.00

**Programma:**

Struttura delle matrici polinomiali: unimodularità', forme di Smith e di Hermite, matrici prime (a destra o a sinistra), matrici ridotte (per righe o per colonne), grado interno e grado ester-

no.

Equazioni diofantee.

Struttura delle matrici razionali e loro rappresentazione (MFD), identità di Bezout generalizzata, rappresentazione delle matrici razionali proprie.

Rappresentazioni fratte bilatere e raggiungibilità e osservabilità dei sistemi multivariabili interconnessi.

Teoremi di struttura per i sistemi lineari e costruzione diretta di realizzazioni minime dei sistemi multivariabili

Retroazione: struttura dei sistemi retroazionati, progetto di controllori dead beat, invarianza degli zeri nei sistemi retroazionati, teorema di Rosenbrock.

Codici convoluzionali: definizione e notazioni

Codificatori, codificatori equivalenti, codificatori polinomiali. Codificatori basici, ridotti, canonici e loro relazioni Codificatori catastrofici; caratterizzazione dei cod. non catastrofici.

Codificatori sistematici e condizioni per la loro polinomialità Codificatori causali e minimali.

Condizioni di minimalità. Parametrizzazione di tutti i codificatori minimali e loro ottenimento mediante feedback e precompensazione (cenni).

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso intende fornire una sintetica introduzione allo strumento delle matrici polinomiali e alle principali loro applicazioni nell'analisi e nella sintesi dei sistemi dinamici lineari nonché nella rappresentazione dei codici convoluzionali.

#### **Testi di riferimento:**

E. Fornasini. Appunti dalle lezioni, disponibili in rete.

#### **Testi per consultazione:**

M.Vidyasagar "Control System Synthesis: a factorization Approach", MIT Press, 1985.

V.Kucera "Discrete Linear Control: the Polynomial Equation Approach", Wiley, 1979.

#### **Propedeuticità:**

Nessuna

#### **Prerequisiti:**

Analisi dei sistemi

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

#### **Altre informazioni:**

### STIMA E FILTRAGGIO

**Nome insegnamento:** Stima e filtraggio

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 65

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 13

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Pinzoni Stefano

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 10.30 - 12.00

**Programma:**

Stima Bayesiana, stimatori lineari a minima varianza d'errore.  
Filtri lineari per segnali aleatori: predittori, interpolatori e ricostruttori di segnale.  
Filtri di Wiener-Kolmogorov. Fattorizzazione spettrale e modelli ARMA.  
Modelli di stato. Filtro di Kalman e sua implementazione.  
Applicazioni al controllo e a vari problemi di comunicazioni.  
Controllo stocastico a minima varianza.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscenza e capacità di utilizzo delle principali metodologie di elaborazione statistica dei segnali aleatori, con applicazioni a vari settori dell'ingegneria.

**Testi di riferimento:**

G. Picci, Filtraggio statistico (Wiener, Levinson, Kalman) e applicazioni, Libreria Progetto, 2007.

**Testi per consultazione:**

P. Caines, Linear Stochastic Systems, Wiley, 1988.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Metodi di valutazione: Homework + Relazioni MATLAB + Prova scritta

**TEORIA DEI SISTEMI**

**Nome insegnamento:** Teoria dei sistemi

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Fornasini Ettore

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì

**Orario di ricevimento:** 13.00 - 14.00

**Programma:**

generalita' sui sistemi a tempo discreto: modelli di stato , modelli ingresso uscita e loro rappresentazione.

Stabilita' dei modelli di stato e criteri di stabilita'.

Movimenti periodici e teorema di Li-Yorke.

Realizzazione con modelli di stato lineari.

Stabilita' esterna (BIBO).

Proprieta' strutturali della connessione di modelli lineari e dei sistemi campionati.

Controllo ottimo LQ, su intervallo finito e infinito. Equazioni di Riccati, alle differenze e algebrica.

Sistemi lineari discreti positivi: proprieta' spettrali e combinatorie, dinamica asintotica, statica comparativa, raggiungibilita'.

Applicazioni dei sistemi positivi: catene di Markov.

**Risultati di apprendimento previsti:**

padronanza di alcune metodologie di base per l'analisi e la sintesi dei sistemi a tempo discreto.

**Testi di riferimento:**

E.Fornasini, G.Marchesini "Appunti di Teoria dei Sistemi" Progetto Publ. , Padova, 2002

E.Fornasini, G.Marchesini "Esercizi di Teoria dei Sistemi" Progetto Publ. , Padova, 1994

integrato dalle lezioni sui sistemi positivi disponibili in rete.

**Testi per consultazione:**

D.G.Luenberger "Introduction to Dynamic Systems", J. Wiley & Sons, New York, 1979

T.Kailath "Linear Systems" Prentice Hall, Engelwood Cliffs, New York, 1980

**Propedeuticit :**

**Prerequisiti:**

Analisi dei Sistemi

**Modalit  di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalit  di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI  
A.A. 2008/2009**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN BIOINGEGNERIA**

**ANALISI REALE E COMPLESSA**

**Nome insegnamento:** Analisi reale e complessa

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/05 (ANALISI MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 44

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 34

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Colombo Giovanni

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** da febbraio a settembre 2009: su appuntamento

**Orario di ricevimento:** su appuntamento

**Programma:**

Integrale e misura di Lebesgue; spazi  $L^p$ . Funzionale lineari e continui tra spazi normati. Serie di potenze, funzioni olomorfe. Trasformate di Fourier. Serie di Fourier. Distribuzioni, distribuzioni temperate e loro trasformata di Fourier. Applicazioni alle equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Uso pienamente consapevole di alcuni strumenti dell'analisi matematica e dell'analisi funzionale.

**Testi di riferimento:**

G.C. Barozzi, Matematica per l'ingegneria dell'informazione, Zanichelli (2001)  
Dispense in rete all'URL <http://www.math.unipd.it/~colombo/didattica>

**Testi per consultazione:**

W. Rudin, Analisi reale e complessa, Boringhieri (1974)

**Propedeuticità:**

Nessuna.

**Prerequisiti:**

La matematica della laurea triennale.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**BIOMATERIALI E TESSUTI BIOLOGICI**

**Nome insegnamento:** Biomateriali e tessuti biologici

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/34 (BIOINGEGNERIA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Bagno Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 10-12

**Programma:**

la superficie dei biomateriali: tecniche di caratterizzazione, analisi e modifica. La funzionaliz-

zazione biochimica e i materiali biomimetici. Biomolecole di interesse applicativo. L'adesione cellulare: adesione cellula-cellula, adesione cellula-ECM. Interazioni tra biomateriali e proteine. Interazioni tra biomateriali e sangue. Il processo di infiammazione. L'infezione: immediata e ritardata. Sistema immunitario. Guarigione di una ferita. Rimodellamento. Guarigione attorno ad un dispositivo implantare. Carcinogenesi da corpo estraneo. Biocompatibilità: definizione e metodi di valutazione. Tecnologie dell'ingegneria tessutale: definizioni e principi di base. Applicazioni correnti dell'ingegneria tessutale.

**Risultati di apprendimento previsti:**

è previsto che gli studenti comprendano: 1) i processi che regolano le complesse interazioni tra la superficie di un dispositivo impiantare e l'ambiente biologico circostante; 2) i metodi per favorire/migliorare dette interazioni; 3) le recenti applicazioni della medicina rigenerativa nella sostituzione di tessuti/organi.

**Testi di riferimento:**

C. Di Bello e A. Bagno, Interazioni tra Biomateriali e Tessuti, Patron, 2009.

**Testi per consultazione:**

- K.C. Dee, D.A. Puleo, R. Bizios: An Introduction to Tissue-Biomaterial Interactions, Wiley, 2002
- J.S. Temenoff, A.G. Mikos, Biomaterials: The Intersection of Biology and Materials Science, Pearson International Edition, 2008.

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuna

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

2 accertamenti in itinere (scritti), prova orale

**DATI E ALGORITMI 2**

**Nome insegnamento:** Dati e algoritmi 2

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Pucci Geppino

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Giovedì

Orario di ricevimento: 16:15-17:30

**Programma:**

1. Introduzione agli argomenti del corso. Richiami: definizione di problema e algoritmo; modello computazionale; modello di costo; uso dello pseudolinguaggio.
2. Il paradigma divide-and-conquer:
  - o Caratteristiche generali e strumenti per l'analisi
  - o Moltiplicazione di interi: algoritmo di Karatsuba
  - o Moltiplicazione di matrici: algoritmo di Strassen
  - o Moltiplicazione di polinomi: la Fast Fourier Transform e le sue applicazioni
  - o Selezione di order statistic
3. Il paradigma dynamic programming:
  - o Caratteristiche generali: sottoproblemi ripetuti e tecniche di risoluzione
  - o Algoritmo di Matrix-chain multiplication
  - o Problemi su stringhe: Longest Common Subsequence
  - o Memoizzazione
4. Il paradigma greedy
  - o Problemi risolvibili con l'approccio greedy
  - o Il problema della selezione di attività
  - o I codici di Huffman per la compressione dei dati
5. La teoria della NP-Completezza
  - o Classi di complessità P, NP, co-NP e NPC
  - o Tecniche di riducibilità in tempo polinomiale

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di introdurre paradigmi generali per il progetto e l'analisi di algoritmi efficienti per la risoluzione di problemi computazionali. Per concretezza, le tecniche generali verranno applicate alla risoluzione di problemi di grande importanza pratica. L'enfasi del corso è sulle metodologie di progetto e di analisi piuttosto che sulla programmazione.

**Testi di riferimento:**

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms - Second Edition. McGraw Hill/MIT Press, Cambridge Mass. USA, 2001.

**Testi per consultazione:**

Dispense del docente

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Strutture dati, Notazione asintotica, Fondamenti di matematica discreta

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**ELABORAZIONE SEGNALI BIOLOGICI**

**Nome insegnamento:** Elaborazione segnali biologici

**Anno di corso:** I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/06 (BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 58

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 20

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof.ssa Toffolo Gianna Maria

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: su appuntamento

Orario di ricevimento:

#### Programma:

Aspetti generali dell'analisi e interpretazione dei segnali biologici. Identificazione di modelli AR/MA/ARMA mono e multivariati. Metodi parametrici di analisi spettrale. Analisi di ordine superiore: bispettri e coerenza. Analisi spettrale tempo-frequenza: trasformate wavelet. Classificazione diagnostica di biosegnali: estrazione e selezione di parametri, metodi di classificazione bayesiana, reti neurali. Laboratorio: identificazione AR, analisi spettrale e di coerenza di segnali EEG ; progetto e validazione di classificatori bayesiani e reti neurali.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Verranno fornite le conoscenze di base di metodi per l'analisi e l'interpretazione di segnali biologici, anche attraverso una integrazione tra l'approccio modellistico e di trattamento del segnale. Verranno esaminati vari settori applicativi di interesse, sia per scopi clinici che di ricerca. La comprensione delle metodologie sarà facilitata attraverso esperienze pratiche di laboratorio

#### Testi di riferimento:

Dispense delle lezioni

#### Testi per consultazione:

S. Cerutti e C. Marchesi: Metodi Avanzati di Elaborazione di Segnali Biomedici, Patron editore, Bologna 2004.

#### Propedeuticità:

nessuna

#### Prerequisiti:

nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### ELETTRONICA ANALOGICA

Nome insegnamento: Elettronica analogica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/01 (ELETTRONICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Rossetto Leopoldo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento (e-mail)

**Orario di ricevimento:** su appuntamento (e-mail)

**Programma:**

Risposta in frequenza degli amplificatori elettronici: metodo delle costanti di tempo. Analisi di circuiti elettronici a retroazione. Metodi per la determinazione del guadagno d'anello. Stabilità e tecniche di compensazione in frequenza nei circuiti a retroazione. Teoria generalizzata per la determinazione delle funzioni di trasferimento di circuiti ad amplificatori operazionali. Filtri attivi. Applicazioni degli amplificatori operazionali. Struttura e caratteristiche degli amplificatori operazionali. Utilizzo di un programma di simulazione dei circuiti analogici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Sviluppare approfondite capacità di analisi di circuiti elettronici analogici. Essere in grado di effettuare semplici progetti di circuiti ed utilizzare correttamente un programma di simulazione circuitale.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni; Richard C. Jaeger: Microelettronica - Circuiti integrati analogici (vol.2), McGraw-Hill (ISBN 88-386-6198-9); Appunti disponibili sul sito web del corso.

**Testi per consultazione:**

Jacob Millman, Arvin Grabel, Microelectronics, second edition, McGraw-Hill (ISBN 0-07-100596-X). S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits - Fourth Edition, 1998, Oxford University Press (ISBN 0-19-511690-9).

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**Nome insegnamento:** Fisica matematica  
**Anno di corso:** I anno  
**Semestre:** 2 semestre  
**Crediti Formativi Universitari:** 9  
**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/07 (FISICA MATEMATICA)  
**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52  
**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 26  
**Ore di laboratorio assistito:** 0  
**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Benettin Giancarlo  
**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)  
**Giorno di ricevimento:** qualunque giorno, su appuntamento  
**Orario di ricevimento:** qualunque orario, su appuntamento

#### **Programma:**

Teoria qualitativa delle equazioni differenziali ordinarie:  
Esempi elementari. Equilibrio, stabilità e stabilità asintotica; il teorema di Ljapunov per la stabilità dei punti di equilibrio. Ritratto in fase per i sistemi a un grado di libertà. Linearizzazione delle equazioni e classificazione dei punti di equilibrio in due variabili; biforcazioni. Sistemi auto-oscillanti: il ciclo limite in oscillatori meccanici (un modello di orologio) e in circuiti amplificati (l'equazione di Van der Pol). Esempi di moto caotico. (2) - Meccanica Lagrangiana: Vincoli olonomi, coordinate libere, vincoli ideali; energia cinetica, forze e energia potenziale nelle coordinate libere. Equazioni di Lagrange: deduzione, forma normale, proprietà di invarianza. Potenziali dipendenti dalla velocità, carica in campo elettromagnetico. Leggi di conservazione in meccanica lagrangiana: conservazione dell'energia, coordinate ignorabili e riduzione, teorema di Noether. Equilibrio, stabilità e piccole oscillazioni: condizione per l'equilibrio, teorema di Lagrange--Dirichlet, linearizzazione attorno a una configurazione di equilibrio, modi normali di oscillazione. Introduzione ai metodi variazionali: funzionali, equazione di Eulero--Lagrange, esempi; il principio di Hamilton.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Si tratta di un corso di base a carattere fisico matematico. Lo studente acquisirà strumenti utili come il metodo di analisi qualitativa della dinamica, il formalismo lagrangiano e le basi del calcolo delle variazioni, ma soprattutto imparerà a analizzare il mondo fisico servendosi in modo critico del procedimento rigoroso caratteristico della matematica.

#### **Testi di riferimento:**

Dispense del docente, dal titolo "Appunti di Fisica Matematica", reperibili sulla pagina web [www.math.unipd.it/~benettin](http://www.math.unipd.it/~benettin) e distribuite anche dalla Libreria Progetto.

#### **Testi per consultazione:**

Qualche testo di approfondimento è suggerito a lezione. Di regola tuttavia le dispense sono sufficienti.

#### **Propedeuticità:**

nessuna

#### **Prerequisiti:**

i contenuti dei corsi di base di matematica e fisica della laurea triennale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

prova scritta per gli esercizi; a scelta prova orale o scritta per la teoria.

## INFORMATICA MEDICA

**Nome insegnamento:** Informatica medica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/06 (BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 58

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 20

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Sparacino Giovanni

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lu-Ve (previo appuntamento via e-mail)

**Orario di ricevimento:** Per appuntamento

### Programma:

Programmazione in Matlab. Elementi di Organizzazione Sanitaria. Sistemi Informativi Sanitari. Problemi di interoperabilità in clinica. La Cartella Clinica Elettronica. Gestione di Dati Sanitari. Elementi di Algebra Relazionale e di SQL. Progettazione ed interrogazione di data base clinici. Tecnologie Informatiche e Sanità. Trasmissione e sicurezza dei dati clinici: principali sistemi di compressione e di crittografia. Firma digitale in Sanità. Applicazioni in Telemedicina. Sistemi Decisionali in Medicina. Analisi economica delle decisioni cliniche. Principi di Ingegneria Clinica.

### Risultati di apprendimento previsti:

Rendere l'allievo in grado di effettuare, insieme alla controparte medica, l'analisi di un certo problema di trattamento di dati sanitari (strutturazione, archiviazione, trasmissione) e di individuare, ed implementare al calcolatore, le metodologie di soluzione più opportune

### Testi di riferimento:

Dispense a cura del docente

### Testi per consultazione:

F.Taroni. DRG/ROD e Nuovo Sistema di Finanziamento degli Ospedali, il Pensiero Scientifico Editore, 1996

E.Coiera. Guida all'Informatica Medica, Internet e Telemedicina, Il Pensiero Scientifico Editore, 1999

G.Naldi, L.Pareschi. Matlab: Concetti e Progetti, Apogeo, 2007

A.Quarteroni, F.Saleri: Introduzione al Calcolo Scientifico: Esercizi e Problemi Risolti con Matlab, Springer,

F. Pinciroli, C. Combi, G. Pozzi. Basi di Dati per l'Informatica Medica - Concetti Linguaggi Ap-

plicazioni - Patron Editore, 1998

P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone. Basi di Dati - Modelli e Linguaggi di Interrogazione, 2/ed. McGraw-Hill, 2006

S.Foresti, E.Pedrini, S.De Capitani. Eserciziario di Basi di Dati, Pitagora Editrice, 2006  
2006

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Fondamenti di Informatica; Elaborazione di dati, segnali e immagini biomed

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Prova Scritta (include verifica al calcolatore)

### MECCANICA PER BIOINGEGNERIA

**Nome insegnamento:** Meccanica per bioingegneria

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 54

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 24

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Rossi Aldo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** venerdì

**Orario di ricevimento:** 10.00 -12.00

**Programma:**

INTRODUZIONE equazioni di congruenza, di equilibrio e di legame per i sistemi meccanici, ipotesi di lavoro - analisi e sintesi nei sistemi meccanici, definizione di analisi cinematica e dinamica, diretta ed inversa

CINEMATICA DELLE MACCHINE Moto relativo, Cinematica degli accoppiamenti - equazione di struttura, equazione di Grubler, equazioni di chiusura di un meccanismo, scelta di equazioni indipendenti, definizione di gruppi di Assur, scomposizione di meccanismi in gruppi di Assur - definizione di matrice Jacobiana delle equazioni di chiusura, soluzione iterativa delle equazioni di chiusura di posizione; schema iterativo di Newton-Raphson per meccanismi ad uno o due gradi di libertà - soluzione dell'analisi cinematica di posizione velocità accelerazione, rapporti di velocità e di accelerazione, esempi elementari: meccanismo biella-manovella, quadrilatero articolato, glifo oscillante -

DINAMICA DELLE MACCHINE richiami di meccanica del corpo rigido e di geometria delle masse

- principio dei lavori virtuali: enunciato ed applicazione diretta in problemi di dinamica inversa - principio di d'Alembert; applicazione cineto-statica del principio dei lavori virtuali- equazioni di Lagrange: enunciato; deduzione a partire dal principio dei lavori virtuali, definizione di inerzia ridotta - soluzione di problemi di dinamica inversa mediante approccio Newtoniano, calcolo delle reazioni vincolari - cenni alla soluzione di problemi di dinamica diretta . Attrito di rotolamento e Strisciamento

Rendimenti di macchine e Meccanismi, Equivalenza di sistemi a parametri distribuiti e a parametri concentrati; Bilanci energetici delle macchine a regime periodico e assoluto; Irregolarità delle macchine a regime periodico. Dinamica del veicolo. Vibrazioni di sistemi a un grado di libertà. Sistemi del primo e del secondo ordine, risposta in frequenza isolamento delle vibrazioni.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere delle nozioni fondamentali (leggi, equazioni, teoremi) per la modellistica in campo meccanico

Fornire le metodologie e gli strumenti per la soluzione di problemi di analisi cinematica e dinamica delle macchine, con particolare riferimento al moto piano.

**Testi di riferimento:**

M. Giovagnoni - A. Rossi "Introduzione allo studio dei meccanismi" Edizioni Libreria Cortina Padova 1996

**Testi per consultazione:**

C.U.Galletti - R.Ghigliazza "Meccanica applicata alle macchine" UTET 1986-K.Bachshmid, S. Bruni et alii " Fondamenti di Meccanica applicata"Mc GrawHill

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**MODELLI E CONTROLLO DI SISTEMI BIOLOGICI**

**Nome insegnamento:** Modelli e controllo di sistemi biologici

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/06 (BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 26

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Cobelli Claudio

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: per appuntamento

Orario di ricevimento: per appuntamento

**Programma:**

Modelli compartimentali. Teoria dei traccianti. Identificabilità a priori. Stima parametrica: minimi quadrati, massima verosimiglianza, Bayes. Progetto ottimo dell'esperimento. Deconvoluzione di sistemi fisiologici. Modellistica di popolazione: metodi two-stage, modelli ad effetti misti. Controllo di sistemi fisiologici. Modelli per capire/misurare il sistema di controllo glucosio-insulina. Modelli per simulare il metabolismo del glucosio nel diabete. Controllo del diabete: il pancreas artificiale. Modelli per la quantificazione di immagini PET del sistema neurorettoriale.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Lo studente sarà in grado di mettere a punto modelli matematici per lo studio e il controllo di sistemi biologici complessi. Acquisirà inoltre la capacità di valutare criticamente protocolli sperimentali e qualità dei dati. Attraverso le esperienze pratiche di laboratorio, lo studente acquisirà anche la capacità di implementare al calcolatore le metodologie di modellistica e stima parametrica.

**Testi di riferimento:**

Dispense a cura del docente

**Testi per consultazione:**

"Bioingegneria dei sistemi metabolici", C. Cobelli e R. Bonadonna, Patron Editore, 1998.

"Modeling Methodology for Physiology and Medicine ", E. Carson & C. Cobelli, Academic Press, San Diego, 2001.

"Introduction to Modeling in Physiology and Medicine", C. Cobelli & E. Carson, Elsevier/Academic Press, New York, 2008.

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**STRUMENTAZIONE PER BIOIMMAGINI**

**Nome insegnamento:** Strumentazione per bioimmagini

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/06 (BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

Ore di laboratorio assistito: 12

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Ruggeri Alfredo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: lunedì

Orario di ricevimento: 12:30-13:30

#### Programma:

Architettura e prestazioni di un sistema per la generazione di immagini biomediche. Principali modalità di generazione e caratteristiche delle immagini biomediche. Radiologia: principi fisici, interazione della radiazione con la materia; strumentazione: sorgenti, rivelatori, realizzazioni tecnologiche; mezzi di contrasto; radiologia digitale (DSA). Tecniche tomografiche (CT). Risonanza magnetica: principi fisici, strumentazione, formazione dell'immagine, sequenze di stimolazione. Medicina nucleare: principi fisici, strumentazione, tecniche tomografiche (SPECT, PET). Proprietà delle immagini digitali. Strumenti matematici di base (2D FT, trasformata Radon, teorema della sezione centrale). Tecniche di ricostruzione da proiezioni (iterative, a retroproiezione filtrata).

Laboratorio: visite ai servizi ospedalieri di diagnostica per immagini; applicazioni degli strumenti matematici di base e delle tecniche di ricostruzione di immagini biomediche.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Lo studente apprenderà le conoscenze di base relative ai principi fisici impiegati ed alle realizzazioni tecnologiche proposte per le principali tipologie di strumentazione biomedica per immagini (radiologia, risonanza magnetica, medicina nucleare).

#### Testi di riferimento:

G. VALLI, G. COPPINI, Bioimmagini, Patron Editore, Bologna, 2002.

J.L. PRINCE, J.M. LINKS, Medical Imaging Signal and Systems, Pearson Prentice Hall, 2006

#### Testi per consultazione:

A.T. DHAWAN, Medical Image Analysis, IEEE Press - Wiley, 2003.

Z. LIANG, P.C. LAUTERBUR, Principles of Magnetic Resonance Imaging, IEEE Press, 2000.

#### Propedeuticità:

nessuna

#### Prerequisiti:

Strumentazione Biomedica

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: On-line

Modalità di frequenza: Facoltativa

#### Altre informazioni:

prova al calcolatore

## TEORIA DEI SISTEMI

Nome insegnamento: Teoria dei sistemi

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/04 (AUTOMATICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 65

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 13

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Pinzoni Stefano

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: lunedì

Orario di ricevimento: 10.30 - 12.00

### Programma:

Modelli ingresso-uscita e modelli di stato (casi continuo e discreto). Sistemi lineari e non lineari. Linearizzazione. Struttura dei sistemi lineari in forma di stato. Movimento libero e forzato. Matrice di trasferimento. Stabilità interna ed equazione di Lyapunov. Raggiungibilità, controllabilità e retroazione dallo stato. Allocazione degli autovalori e stabilizzabilità. Controllo dead beat. Osservabilità, ricostruibilità e stima dello stato. Stimatori alla Luenberger e rivelabilità. Stimatori dead-beat. Stimatori di ordine ridotto. Regolatori. Realizzazione minima di una matrice di trasferimento. Connessione di sistemi

### Risultati di apprendimento previsti:

Conoscere e saper utilizzare le principali metodologie per l'analisi, il controllo, la stima e la realizzazione di sistemi dinamici lineari e stazionari, con più ingressi ed uscite, mediante tecniche basate sulla rappresentazione nello spazio degli stati.

### Testi di riferimento:

E. Fornasini, G. Marchesini, Appunti di teoria dei sistemi, Libreria Progetto, 2002.

E. Fornasini, G. Marchesini, Esercizi di teoria dei sistemi, Libreria Progetto, 1997.

### Testi per consultazione:

G. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini, Feedback control of dynamic systems, 4a ed., Prentice Hall, 2002.

### Propedeuticità:

Nessuna

### Prerequisiti:

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

## A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CHIMICA E DEI PROCESSI INDUSTRIALI

### ANALISI DEL RISCHIO NELL'INDUSTRIA DI PROCESSO

**Nome insegnamento:** Analisi del rischio nell'industria di processo

**Anno di corso:**

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/25 (IMPIANTI CHIMICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 45

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 10

**Ore di laboratorio assistito:** 10

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 85

**Docente responsabile:** Prof. Maschio Giuseppe

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì presso DIPIC

**Orario di ricevimento:** 14.30-15.30

#### Programma:

Generalità

Concetti di rischio da incidente rilevante, di rischio d'area e di accettabilità del rischio. Quadro normativo nazionale ed europeo. Concetti di rischio individuale e sociale. Definizione qualitativa e quantitativa del rischio e valutazione dei limiti di accettabilità in relazione alla normativa italiana e di altri paesi. Ruolo delle istituzioni pubbliche.

Principi della sicurezza.

Il progetto della sicurezza: analisi dei principali fattori di rischio nelle attività produttive e dell'efficacia dei sistemi di sicurezza. Rilevamento e misura dei fattori di rischio. La protezione individuale e collettiva. Riferimenti e criteri per la scelta delle soglie di danno rispetto alle persone, strutture, impianti ed alle componenti ambientali.

Metodologie per la valutazione dei rischi

Metodologie qualitative e quantitative per la valutazione del rischio (elementi conoscitivi),

Procedure di primo approccio per l'analisi e la valutazione del rischio.

Metodi per l'individuazione qualitativa dei rischi (screening) Metodi di valutazione probabilistica dei rischi; identificazione e quantificazione delle sequenze incidentali. Metodologie e strumenti del Risk Assessment: Hazard Analysis, Hazop, What If, Fault Tree Analysis, Fmea. Valutazione dell'incidenza dell'errore umano. Criteri e modelli di calcolo per la stima delle conseguenze di incidenti. Rischio d'area e criteri di accettabilità, pianificazione del territorio, Metodologie per la ricomposizione del rischio d'area. Metodologie per la valutazione del rischio nel trasporto di merci pericolose. Piani di emergenza esterni. Esempi di eventi incidentali.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso prevede di fornire conoscenze base sui diversi aspetti della sicurezza negli impianti e nei processi industriali, nella prevenzione dei rischi per i lavoratori, per i beni e per l'ambiente. Saranno fornite metodologie di valutazione dei rischi industriali, dell'affidabilità dei siste-

mi, dell'analisi dei rischi d'area e della gestione delle emergenze, facendo riferimento alle principali norme di legge vigenti in materia.

**Testi di riferimento:**

Raccolta del materiale didattico del docente disponibile su server.

S. Zanelli, Affidabilità e sicurezza nell'Industria di Processo. Università di Pisa (1999)

**Testi per consultazione:**

F.P. Lees, Loss prevention in the process industries : hazard identification, assessment and control. Vol.1-3 Butterworth-Heinemann Ed. (1996)

TNO book : Guidelines for Quantitative Risk Assessment (1999)

TNO book : Methods for determining probabilities and calculation of physical effect (1997)

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Termodinamica, Principi di ingegneria chimica 1, Principi di ingegneria chimica 2, Impianti Chimici , Impianti chimici per processi di separazione

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**BIOCHIMICA ED ELEMENTI DI BIOLOGIA MOLECOLARE**

**Nome insegnamento:** Biochimica ed elementi di biologia molecolare

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** CHIM/06 (CHIMICA ORGANICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott.ssa Dettin Monica

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Giovedì

**Orario di ricevimento:** 9-10

**Programma:**

Reattività dei composti carbonilici: aldeidi e chetoni, ammidi, esteri e acidi carbossilici. Struttura, proprietà e funzioni delle biomolecole quali proteine, acidi nucleici, lipidi e carboidrati. Gli enzimi. Processi di auto-aggregazione. Le interazioni deboli in ambiente acquoso. La cellula e i suoi componenti. Le membrane cellulari: trasporto passivo e trasporto attivo. I virus. La cellula procariote. La cellula eucariote. Cenni di ingegneria genetica.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisizione di conoscenze di base indispensabili per la comprensione, la razionalizzazione e il controllo dei processi biotecnologici e di ingegneria biologica.

**Testi di riferimento:**

CK Mathews, KE van Holde, KG Ahern, "Biochimica", 3° edizione, Ambrosiana 1994 (Milano)

**Testi per consultazione:**

JM Berg, JL Tymoczko, L Stryer, "Biochimica", 6° edizione, Zanichelli 1975 (Bologna)

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

Chimica Organica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**DINAMICA E CONTROLLO DI PROCESSO**

**Nome insegnamento:** Dinamica e controllo di processo

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/26 (TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Barolo Massimiliano

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** sempre, ma preferibilmente su appuntamento

**Orario di ricevimento:** sempre, ma preferibilmente su appuntamento

**Programma:**

Modellistica di processi chimici. Comportamento dinamico dei processi: funzioni di trasferi-

mento; dinamiche del primo e del secondo ordine; dinamiche più complesse; modelli empirici da dati di processo. Controllo dei processi: regolazione in retroazione, stabilità in anello chiuso, progettazione, sintonizzazione e troubleshooting di regolatori PID; risposta in frequenza, regolazione in anteazione e di rapporto. Tecniche avanzate di controllo: in cascata, infereziabile, multivariabile, predittivo. Cenni di monitoraggio e controllo statistico di processo. Cenni sul controllo plantwide.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Apprendere le tecniche: di analisi del comportamento dinamico delle apparecchiature e degli impianti dell'industria chimica; di progettazione dei sistemi di controllo; di verifica delle prestazioni dei regolatori per la gestione in economia e sicurezza dei processi produttivi.

**Testi di riferimento:**

Seborg, D.E., T.F. Edgar and D.E. Mellichamp (2004). "Process dynamics and control", 2nd edition. Wiley, New York (U.S.A.).

**Testi per consultazione:**

Ogunnaike, B.A. and W.H. Ray (1994). "Process Dynamics, modeling and control". Oxford University Press, New York (U.S.A.).

Romagnoli, J.A. and A. Palazoglu (2006). "Introduction to process control". CRC Press, Boca Raton (U.S.A.).

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**ELEMENTI DI STATISTICA**

**Nome insegnamento:** Elementi di statistica

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/26 (TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 22

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 88

**Docente responsabile:** Prof. Gola Everardo

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Lunedì

**Orario di ricevimento:** 8:00-12:00

**Programma:**

Il ruolo dei metodi statistici e probabilistici nell'ingegneria di processo. Metodologie e criteri per la raccolta dei dati sperimentali. I fondamentali concetti della probabilità. Le variabili casuali, discrete e continue. Le principali distribuzioni di frequenza e le distribuzioni di frequenza cumulata. La covarianza e la correlazione. La distribuzione normale bivariata. Gli indici statistici e la rappresentazione dei dati. Teoria della stima statistica, generalità e scopi. I test di ipotesi: loro formulazione e metodologie di interpretazione. Test ad una e due code. Test sulla media e sulla varianza. I test sulla bontà dell'adattamento. La distribuzione di Fischer e l'F-test. La regressione lineare semplice; I tests di ipotesi nella regressione lineare semplice. L'analisi della varianza e l'analisi dei residui; coefficienti di determinazione. La regressione lineare multipla; l'approccio matriciale. Modelli polinomiale e modelli di regressione non lineari. Brevi cenni di pianificazione degli esperimenti, a uno o più fattori.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire le basi della Statistica e del calcolo delle Probabilità per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati sperimentali nonché per l'identificazione, sviluppo ed analisi di modelli empirici, nelle applicazioni dell'Ingegneria Industriale ed Ambientale

**Testi di riferimento:**

Appunti; dispense delle lezioni ed altro materiale didattico fornito durante il corso.

M. M Spiegel, J. Schiller, R.A. Srinivasan "Probabilità e Statistica", Collana Schaum # 98 McGraw-Hill, Milano 2000

D. C. Montgomery, G. C. Runger "Applied Statistics and Probability for Engineers" John Wiley & Sons, New York (2003)

**Testi per consultazione:**

D. H. Himmelblau "Process Analysis by Statistical Methods", J. Wiley & Sons, New York (1970)

Wayne R. Ott "Environmental Statistics and Data Analysis", Lewis Publishers, New York (1995)

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## FONDAMENTI DI INGEGNERIA BIOLOGICA

**Nome insegnamento:** Fondamenti di ingegneria biologica

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/24 (PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 42

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 4

**Ore di laboratorio assistito:** 6

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Elvassore Nicola

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Orario di ricevimento:** 9.00 - 10.00

### **Programma:**

Termodinamica dei sistemi biologici: sistemi contenenti elettroliti, macromolecole e colloidali. La pressione osmotica, fenomeni di interfaccia e membrane biologiche.

Fenomeni di trasporto nei sistemi biologici: trasporto in miscele multi-componente non ideali, trasporto attivo in membrane, trasporto di materia in mezzi porosi idratati, biopolimeri. Trasporto di materia in presenza di campi elettrici, elettrosmosi.

Analisi dei processi metabolici e regolatori dei sistemi biologici. Formulazione delle cinetiche delle reazioni enzimatiche. Costruzione e simulazione di un intero processo metabolico e regolatore. Cinetiche di crescita cellulare. Descrizione dei meccanismi competitivi.

Tempi caratteristici e la loro importanza nella biologia e fisiologia dei sistemi biologici.

Esempio di applicazioni industriali.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di integrare la formazione classica di un ingegnere chimico con conoscenze ed applicazioni tipiche dei sistemi biologici. Saranno forniti i principi di base per descrivere in termini spazio-temporali fenomeni dei sistemi biologici e per affrontare con metodi ingegneristici problematiche della biologia, delle biotecnologie e della medicina. Il corso prevede la discussione di casi studio attraverso cui acquisire un approccio quantitativo alla descrizione dei sistemi biologici.

### **Testi di riferimento:**

Appunti di lezione

### **Testi per consultazione:**

### **Propedeuticità:**

### **Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Da definire

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Numero di turni di laboratorio: 5

### GESTIONE AMBIENTALE STRATEGICA

**Nome insegnamento:** Gestione ambientale strategica

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/27 (CHIMICA INDUSTRIALE E TECNOLOGICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Scipioni Antonio

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Lunedì

**Orario di ricevimento:** 14.30 - 17.00

#### **Programma:**

Introduzione alla gestione ambientale strategica: opportunità di mercato e politiche comunitarie a supporto. Strumenti per l'eco-efficienza d'impresa e sistemi di gestione ambientale. Politica integrata di prodotto e approccio Life Cycle Thinking. Life Cycle Assessment: approfondimenti teorici e casi pratici. Etichettatura ambientale di prodotto: approfondimenti teorici e casi pratici. Regolamento REACH: panorama normativo e analisi di casi studio.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si pone l'obiettivo di fornire ai partecipanti le metodologie e le competenze per progettare, attuare e gestire nel tempo le politiche e gli strumenti di una gestione ambientale strategica (sia in ambito aziendale che nella pubblica amministrazione), approfondendo in particolare gli strumenti più innovativi a disposizione delle organizzazioni per dimostrare la loro proattività ambientale (gli strumenti per l'eco-efficienza, gli indicatori di sostenibilità, la valutazione degli impatti ambientali lungo il ciclo di vita dei prodotti, l'etichettatura ambientale di prodotto, il monitoraggio).

#### **Testi di riferimento:**

Dispense del docente e appunti delle lezioni

#### **Testi per consultazione:**

D. F. Ciambone, Environmental Life Cycle Analysis, Lewis Publishers, 1997.

R. U. Ayres - L. W. Ayres, Industrial Ecology: Towards Closing the Material Cycle, Edward Elgar Publishing Ltd, 1996

The ISO 14001 Handbook, Edited by Joseph Cascio, ASQ Quality Press, 1998.

#### **Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### GESTIONE E RECUPERO SISTEMI CONTAMINATI

**Nome insegnamento:** Gestione e recupero sistemi contaminati

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/27 (CHIMICA INDUSTRIALE E TECNOLOGICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 6

**Ore di laboratorio assistito:** 6

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Bonora Renato

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

La salvaguardia del territorio: politiche ambientali nell'EU e in Italia. Normativa nazionale di riferimento. Tipologie di degrado ambientale. Gli acquiferi. Meccanismi chimico fisici nel terreno. Criteri per la valutazione delle caratteristiche dei suoli e della loro qualità. Tipologia e classi di contaminanti. Persistenza ed effetti sugli ecosistemi di materiali contaminanti. Inquinamento delle falde freatiche. Procedure di intervento. Analisi del rischio. Tecniche di indagine. Tecniche di messa in sicurezza provvisoria e permanente. Tecniche ingegneristiche di bonifica off site, on site ed in situ. Individuazione della tecnica di bonifica ottimale. Conseguenze ecologiche dovute ad alcuni materiali impiegati a fini bellici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire le conoscenze e competenze teoriche ed applicative sulle problematiche tecniche connesse alla bonifica di siti ambientali degradati da attività antropiche.

**Testi di riferimento:**

Appunti delle lezioni.

**Testi per consultazione:**

Durante il corso sarà data indicazione di bibliografia di approfondimento.

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

: Lezioni in aula attrezzata con audiovisivi, esercitazioni su casi reali, applicazione di modelli di calcolo e proposte di approfondimento.

**IMPIANTI PER BIOCARBURANTI**

**Nome insegnamento:** Impianti per biocarburanti

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/25 (IMPIANTI CHIMICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 38

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 4

**Ore di laboratorio assistito:** 12

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 96

**Docente responsabile:** Macchietto Sandro

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Introduzione alla produzione di energia pulita da fonti fossili e biologiche. Tecnologie ed impianti per la produzione di elettricità in impianti di potenza: processi supercritici, a letti fluidizzati, IGGC, oxyfuels, etc. Tecnologie ed impianti per il sequestro della CO<sub>2</sub>: correnti e futuri. Processi ed impianti di gassificazione e separazione dei gas di scarico. Utilizzo del gas naturale per la produzione di potenza e di combustibili: CCGT, LNG. Reforming del gas, ossidazione parziale ed altre vie alla produzione di syngas ed idrogeno. Produzione di combustibili alternativi: syndiesel, DME, GTL. Tecnologie ed impianti per la produzione di biocarburanti di prima e seconda generazione. Sistemi integrati per la poligenerazione di combustibili, prodotti chimici ed elettricità. Cenni alle reti di distribuzione di biocombustibili, gas ed idrogeno.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire gli strumenti teorici e applicativi per la descrizione ed il calcolo delle principali operazioni di produzione, conversione, separazione e purificazione nell'industria chimica ai fini della produzione energetica, e per la progettazione funzionale e la gestione di alcune apparecchiature per processi di produzione di biocombustibili. Acquisire strumenti tecnologici per la progettazione, verifica operativa e gestione funzionale di impianti per la produzione di biocombustibili, impianti di gassificazione, e co- e poli-generazione.

**Testi di riferimento:**

: 'J.W. Tester et al., Sustainable energy - Choosing among the options", The MIT Press, Cambridge, Mass, 2005.

**Testi per consultazione:**

'J.W. Tester et al., Sustainable energy - Choosing among the options", The MIT Press, Cambridge, Mass, 2005.

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Prerequisiti: Calcolo numerico e laboratorio di calcolo, Principi di ingegneria chimica 1, Principi di ingegneria chimica 2, Termodinamica, Impianti chimici 1 e 2. nessuna:

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## INGEGNERIA DELLE REAZIONI CHIMICHE

**Nome insegnamento:** Ingegneria delle reazioni chimiche

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/23 (CHIMICA FISICA APPLICATA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 4

**Ore di laboratorio assistito:** 16

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 127

**Docente responsabile:** Prof. Canu Paolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì e Giovedì

**Orario di ricevimento:** 17 (Lun) e 14.30 (Giov)

**Programma:**

Reattori multifase: catalisi eterogenea e diverse tipologie di reattori catalitici, con approfondimento dei processi di trasporto e reazione interni ed esterni. Sviluppo di una schematizzazione generalizzata dei contatti fra fasi, con e senza reazione, omogenea ed eterogenea. Altri reattori multifase (gas-liquido, gas-liquido-solido). Reazioni di solidi con variazione (accrescimento o consumo) della fase solida.

Reattori monofase non-ideali: il metodo sperimentale e teorico della distribuzione dei tempi di residenza. Estensione a reattori multifase.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Prevedere il comportamento di sistemi reagenti influenzati dal trasferimento di massa, di quantità di moto e di calore; conoscere, simulare e progettare reattori industriali.

**Testi di riferimento:**

Smith J.M., Chemical Engineering Kinetics McGraw-Hill, 1981

**Testi per consultazione:**

- Fogler H.S., Elements of Chemical Reaction Engineering, PrenticeHall International Ed., 2005

- Canu P. Cinetica Chimica per l'Ingegneria, CLEUP Press, 1998

- Froment G.F., Bischoff K.B., Chemical Reactor Analysis and Design, Wiley, 1990

- Levenspiel O., Chemical Reaction Engineering, Wiley, 1999

-Missen R.W., Mims C.A., Saville B.A. Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics, Wiley, 1998

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

Cinetica Chimica Applicata Principi di Ingegneria chimica/Fenomeni di trasporto

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

le esercitazioni di laboratorio potranno svolgersi su più turni, in funzione del numero di studenti frequentanti.

**METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA**

**Nome insegnamento:** Metodi numerici per l'ingegneria

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/08 (ANALISI NUMERICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 4

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Putti Mario

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 12-13

**Programma:**

Programma:

Soluzione di sistemi lineari sparsi di grande dimensione. Metodi (proiettivi) del gradiente e del gradiente coniugato e spazi di Krylov. Precondizionatori. Metodi iterativi per la soluzione di sistemi nonlineari. Equazioni alle differenze e Differenze Finite (FD) per equazioni alle derivate ordinarie (ODE). Equazioni alle derivate parziali (PDE) del 1° e del 2° ordine di tipo ellittico, parabolico ed iperbolico. PDE della diffusione, del calore, delle onde, del trasporto reattivo. Condizioni al contorno. Rappresentazioni integrali della soluzione. Sistemi iperbolici. Metodo delle caratteristiche. Principi variazionali per PDE auto aggiunte e non. Formulazioni deboli. Metodo FEM (Finite Element Method), compreso cenni alle formulazioni miste e al metodo dei volumi finiti. Analisi dell'errore e della stabilità. Relazione tra i diversi metodi di discretizzazione. Progetto numerico di ingegneria chimica comprendente la soluzione ai volumi finiti di un problema di flusso e di trasporto di soluti (soluzione dell'equazione di diffusione e convezione con reazione).

**Risultati di apprendimento previsti:**

Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di fornire agli studenti della laurea specialistica le basi per la formulazione, lo sviluppo e la messa a punto di modelli numerici per la soluzione di equazioni differenziali del 1° e 2° ordine ("boundary value problems" e "initial boundary value problems") che dominano nelle applicazioni dell'ingegneria chimica, con particolare riferimento a leggi di conservazione con reazione

**Testi di riferimento:**

Testi di riferimento:

Appunti dalle lezioni.

Giuseppe Gambolati, *Lezioni di Metodi Numerici per Ingegneria e Scienze Applicate*, con esercizi, Cortina, 2° Ed., 619 pp, 2002.

**Testi per consultazione:**

Johnson, Claes, *Numerical solution of partial differential equations by the finite element method*. Cambridge University Press, 1987.

Hirsch, Charles. *Numerical computation of internal and external flows*. Wiley, 1990.

**Propedeuticità:**

corsi di matematica e calcolo numerico della laurea triennale

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## PREVENZIONE E CONTROLLO INTEGRATO DELL'INQUINAMENTO

**Nome insegnamento:** Prevenzione e controllo integrato dell'inquinamento

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** CHIM/07 (FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Mantovani Antonio

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

**Contenuti\_:**

1. Normativa: - sulla qualità dell'aria: limiti e valori guida; esposizione critica e cronica; protezione degli ecosistemi; - sulle emissioni in atmosfera: IPPC, dir. 2000/76/CE, dir. 2001/80/CE e 2001/81/CE. Normativa sui combustibili e sui carburanti./ Emissioni convogliate, diffuse e fuggitive./ Protocolli internazionali e Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera.

2. Cinetica Chimica: richiami dei concetti fondamentali ( $t_{1/2}$ , tempi di vita, espressioni cinetiche, costanti di velocità, ordine di reazione, legge di Arrhenius). Condizioni di pseudo-1° ordine.

3. Modellistica dell'aria: Modelli di dispersione degli inquinanti in atmosfera. Sorgenti puntuali, lineari, areali.

4. Particolato: caratteristiche, meccanismi di formazione e tecniche di abbattimento. Le polveri fini: PM10 e PM2,5. Pericolosità del particolato. Tecniche di depolverazione a secco: camere di calma, cicloni, precipitatori elettrostatici (EF/ESPs), filtri a maniche; criteri di progettazione e dimensionamento. Tecniche di depolverazione a umido: scrubber Venturi, scrubbers a piatti, scrubber a spruzzo.

5. Adsorbimento a carboni attivi: capacità di adsorbimento; PAC/GAC; impiego di PAC nell'abbattimento di microinquinanti organici e inorganici. Rigenerazione del GAC in situ e off site. Problemi applicativi ed Esercizi.

6. Assorbimento. L. di Henry: effetto sulla solubilità di T e P; pH e reagenti; cinetica e termodinamica. Condizioni per l'applicazione.

Controllo dei parametri operativi (pH, livello, conducibilità elettrica, pot. redox, perdita di carico,..). Spurghi delle colonne di assorbimento. L/G; B/L. Pre-trattamenti dei flussi gassosi e post-riscaldamento. Consumo di acqua, pennacchio visibile, condensazione, corrosione, plume rise. Applicazioni: inceneritori di rifiuti, impianti di termocombustione, centrali termoelettriche e impianti industriali. Assorbimento selettivo: aspetti cinetici e termodinamici.

7. Ossidi di Azoto: condizioni termodinamiche e cinetiche per la loro formazione. Sorgenti di NO<sub>x</sub>. Problemi connessi: smog fotochimico, piogge acide. Controllo degli NO<sub>x</sub>: tecniche di prevenzione (DLN) e di abbattimento (SCR e SNCR) per i fumi di combustione di impianti industriali (centrali termoelettriche, inceneritori di rifiuti). SCR high/low dust. Slip di NH<sub>3</sub>. Sorgenti mobili: sistemi catalitici 3-vie, ricircolo dei fumi.

8. Composti Organici Volatili (COV): Tecniche di controllo: con recupero e /senza recupero. /

**Risultati di apprendimento previsti:**

Illustrare le tecniche fondamentali per la prevenzione e riduzione integrate delle emissioni di inquinanti e risparmio di risorse dalle attività industriali, di produzione di energia e di incenerimento di rifiuti. Applicare le migliori tecniche disponibili per la prevenzione ed abbattimento degli inquinanti, minimizzando gli effetti incrociati dell'inquinamento.

**Testi di riferimento:**

Dispense di lezione.

**Testi per consultazione:**

Normativa europea, nazionale e regionale. Documenti Bref (Best available techniques REFERENCE documents) della Commissione Europea:

§ Large combustion plants ( May 2005)

§ Waste incineration (July 2005)

§ Industrial cooling systems (December 2001)

§ General principle of monitoring (July 2003)

§ Common Waste water and waste gas treatment / management systems (February 2003)

§ Emissions from storage (January 2005)

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROCESSI CHIMICI INNOVATIVI**

**Nome insegnamento:** Processi chimici innovativi

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/27 (CHIMICA INDUSTRIALE E TECNOLOGICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 47

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 5

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Conte Lino

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** martedì o su appuntamento

**Orario di ricevimento:** 11.00-12.00

**Programma:**

Miglioramento ed innovazione di un processo chimico: considerazioni economiche ed ambientali. Analisi di processi industriali e dei possibili interventi innovativi. Green chemistry. Sintesi elettrochimiche: studio delle reazioni e loro realizzazione pratica, elettrocatalisi. Esempi di produzioni industriali e di possibili applicazioni industriali di processi elettrochimici, bilanci di materia e di energia in processi elettrochimici. Le membrane: caratteristiche, produzione, uso in processi industriali. Processi per la sintesi di molecole e materiali innovativi; la chimica del fluoro e del silicio, materiali polimerici a bassa tensione superficiale per il trattamento di superfici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di fornire una panoramica sui criteri di realizzazione di processi chimici caratterizzati dall'impiego di tecnologie in grado di influire sul miglioramento delle rese e sugli impatti ambientali. Vengono inoltre prese in considerazione tecnologie di sintesi uniche per la produzione di prodotti ad elevato contenuto tecnologico e per applicazioni particolari.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni e materiale fornito

**Testi per consultazione:**

Organofluorine Chemistry Principles and Commercial Application, Ed. by Plenum Press, 1994

Membrane Technology in the chemical Industry, Ed. By Wiley-VCH, 2001

Handbook of Green Chemistry and Technology, Ed. By Blackwell Publishing, 2002

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Turni di laboratorio: 3

## SPERIMENTAZIONE INDUSTRIALE E IMPIANTI PILOTA

**Nome insegnamento:** Sperimentazione industriale e impianti pilota

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/26 (TEORIA DELLO SVILUPPO DEI PROCESSI CHIMICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Buso Anselmo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 15:00-16:00

### **Programma:**

Impianti di laboratorio ed impianti pilota. Utilizzo dei risultati per lo sviluppo della progettazione su scala industriale.

Applicazioni: processi in discontinuo ed in continuo con e senza reazione chimica.

Esempi: sistemi elettrochimici, adsorbimento.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

Essere in grado di applicare le tecniche di impostazione dei modelli di simulazione. Saper seguire lo sviluppo di un processo dal laboratorio attraverso l'impianto pilota fino all'impianto industriale

### **Testi di riferimento:**

: A. Buso, Similitudine chimica ed impianti pilota, CLEUP, Padova 1995

### **Testi per consultazione:**

: D.M. Ruthven, Principles of Adsorption & Adsorption Processes, J. Wiley & Sons, New York, 1984.

R.T. Yang, Gas Separation by Adsorption Processes, Butterworths, Boston, 1987.

M.N. Das, N.C. Giri, Design and Analysis of Experiments, J. Wiley & Sons, New York, 1986.

A. Bisio, R.L. Kabel, Scaleup of Chemical Processes, J. Wiley & Sons, New York, 1985

### **Propedeuticità:**

nessuna

### **Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## TERMODINAMICA MULTISCALA

**Nome insegnamento:** Termodinamica multiscala

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/24 (PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Elvassore Nicola

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Orario di ricevimento:** 9.00 - 10.00

### Programma:

Principi di termodinamica statistica. Dalla microscala alla macroscala. Tecniche di simulazione molecolare: MonteCarlo e dinamica molecolare. Derivazione di un modello termodinamico o di un'equazione di stato dal potenziale di interazione intermolecolare. Equazioni di stato cubiche ed equazioni di stato basate sulla teoria delle perturbazioni per fluidi puri e per miscele. Tecniche numeriche per la risoluzione dell'equazione di stato. Applicazione dell'equazione di stato al calcolo degli equilibri di fase. Equilibri liquido-vapore, liquido-liquido e fluido-solido. Descrizione termodinamica di sistemi contenenti fluidi associativi, polimeri, membrane e gel. Termodinamica dei sistemi colloidali. Pressione osmotica e termodinamica di sistemi biologici. Strategie per la determinazione delle proprietà termodinamiche e dei parametri di un modello termodinamico.

### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di fornire gli strumenti per il calcolo delle proprietà termodinamiche e di equilibrio per fluidi puri reali e per miscele reali di fluidi reali. Inoltre, il corso si propone di quantificare e razionalizzare l'influenza della proprietà termodinamiche di microscala su quelle di macroscala in modo da consentire l'individuazione di un modello o di una teoria per la descrizione di sistemi contenenti fluidi reali, polimeri, fluidi associativi, biomolecole e colloidali.

### Testi di riferimento:

D. Chandler, Introduction to modern Statistical Mechanics, Oxford University Press.

J. M. Prausnitz, N. Lichtenthaler and E. G. de Azevedo, Molecular thermodynamics of fluid-phase equilibria, Prentice Hall.

### Testi per consultazione:

J. M. Smith, Introduction to chemical engineering thermodynamics, McGraw Hill.

### Propedeuticità:

### Prerequisiti:

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

## A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

### COMPLEMENTI DI IDRAULICA

**Nome insegnamento:** Complementi di idraulica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/01 (IDRAULICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 44

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 6

**Ore di laboratorio assistito:** 2

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Defina Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** tutti i giorni

**Orario di ricevimento:** la mattina

#### **Programma:**

Moto vario nelle reti di condotte. Problemi di moto vario trattati in ipotesi di comportamento anelastico del sistema fluido-condotta. Le equazioni per il moto vario elastico nelle condotte. Soluzione di alcuni problemi elementari ed introduzione alle tecniche di soluzione numerica.

Reti di condotte.

Problemi di moto uniforme e gradualmente vario nei corsi d'acqua: resistenze, effetti legati alla forma e alle caratteristiche delle sezioni, profili di moto permanente in presenza di brusche variazioni geometriche, immissioni o sottrazioni di portata.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Completamento delle basi concettuali della meccanica dei fluidi ed approfondimento di alcuni temi trattati durante i corsi di Idraulica 1 e 2. Illustrazione delle principali applicazioni nell'ambito della progettazione e della verifica idraulica.

#### **Testi di riferimento:**

IDRAULICA di A.Ghetti, ed. Cortina, Padova

Appunti dalle lezioni

#### **Testi per consultazione:**

A. DEFINA. Profili di moto permanente: alcuni appunti. Dispensa stampata a cura del Dip. IMAGE

I.H.SHAMES Mechanics of Fluids McGRAW-HILL.

M.C.POTTER & D.C.WIGGERT Mechanics of Fluids Prentice-Hall, Inc

#### **Propedeuticità:**

#### **Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### COMPLEMENTI DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

**Nome insegnamento:** Complementi di scienza delle costruzioni

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/08 (SCIENZA DELLE COSTRUZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 42

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 10

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Simoni Luciano

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** giovedì

**Orario di ricevimento:** 10.30-12-30

#### **Programma:**

Richiami di analisi della deformazione e della soluzione del problema della torsione nel cilindro di de Saint-Venant. Studio dei profili in parete sottile con ingobbamento impedito, problemi di stabilità. Sistemi piani di tensione e di deformazione: formulazione del problema, soluzioni analitiche notevoli, soluzioni numeriche mediante codici di biblioteca. La lastra in flessa con spostamenti piccoli e moderatamente grandi: formulazione del problema per materiale isotropo e ortotropo, soluzioni notevoli, soluzioni numeriche. Stabilità dell'equilibrio della lastra. Il problema elastoplastico e le sue proprietà. Analisi evolutiva di sistemi di travi elastoplastiche, determinazione del carico limite. Introduzione a modelli di materiali complessi: termoelasticità, viscosità, modelli con danno. Introduzione alla meccanica della frattura.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Completamento dello studio dei modelli strutturali monodimensionali introdotti nel corso di Scienza delle costruzioni. Formulazione di modelli strutturali bidimensionali dei quali verranno proposte soluzioni analitiche. Introduzione a modelli di materiali complessi e allo studio di comportamenti meccanici avanzati. Il corso si propone di fornire il quadro teorico degli argomenti studiati e di affrontarne lo studio con metodi numerici, facendo uso di codici di biblioteca.

#### **Testi di riferimento:**

L. Corradi dell'Acqua: Meccanica delle strutture, Vol. 1 (1992), 2 (1992), 3 (1994), McGraw-Hill.

**Testi per consultazione:**

J. Lemaitre and J.L. Chaboche: Mechanics of solid materials, Cambridge University Press (1990)

L. Simoni: Lezioni di Scienza delle costruzioni, Progetto (1998)

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Sono previste esercitazioni (fuori orario) presso il PINECA per un'introduzione all'uso di codici di calcolo strutturale di biblioteca.

Lo studente deve presentare all'orale delle esercitazioni su temi pertinenti il programma e redatte in power-point.

**COSTRUZIONI IDRAULICHE 2**

**Nome insegnamento:** Costruzioni idrauliche 2

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/02 (COSTRUZIONI IDRAULICHE E MARITTIME E IDROLOGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 67

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 9

**Ore di laboratorio assistito:** 2

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Da Deppo Luigi

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 8.00-9.00

**Programma:**

Scopi delle opere idrauliche e criteri di progettazione. Nozioni di idrografia, idrologia ed idraulica fluviale. Schemi delle opere idrauliche di difesa e di utilizzazione. Opere di presa e di derivazione. Opere fluviali e sistemazione naturalistica dei corsi d'acqua. Opere di sbarramento: dighe murarie ed in materiali sciolti (cenni). Paratoie ed organi di intercettazione. Canali: problemi idraulici, statici e costruttivi. Navigazione interna (cenni). Opere idrauliche nelle costruzioni stradali. Problemi ambientali delle opere idrauliche. Stima delle opere e conduzione dei lavori.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire una conoscenza adeguata degli aspetti metodologici - operativi relativamente ad opere di utilizzazione e di difesa dei corsi d'acqua allo scopo di poter identificare, formulare e risolvere i problemi, utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati, inquadrando tali conoscenze nel contesto più generale delle Costruzioni idrauliche.

**Testi di riferimento:**

L. Da Deppo, C. Datei e P. Salandin, Sistemazione dei corsi d'acqua, 5a Ed., Libreria Cortina, Padova, 2004.

**Testi per consultazione:**

F. Marzolo, Costruzioni idrauliche, CEDAM, Padova, 1963.

L. Da Deppo e C. Datei, Navigazione Interna, Libreria Cortina, Padova, 2004.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA**

**Nome insegnamento:** Metodi numerici per l'ingegneria

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/08 (ANALISI NUMERICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

**Docente responsabile:** Prof. Gambolati Giuseppe

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

**Risultati di apprendimento previsti:**

Testi di riferimento:

Testi per consultazione:

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione:

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### METODI STATISTICI E PROBABILISTICI PER L'INGEGNERIA

Nome insegnamento: Metodi statistici e probabilistici per l'ingegneria

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: SECS-S/01 (STATISTICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Dott. Corain Livio

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Su appuntamento.

Orario di ricevimento: Su appuntamento.

**Programma:**

Il programma del corso prevede:

- elementi di statistica descrittiva
- elementi di calcolo delle probabilità
- stima e verifica di ipotesi ad uno e due campioni
- analisi della varianza ad una e due vie
- piani fattoriali
- regressione lineare semplice e multipla
- introduzione al controllo statistico della qualità

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso mira a fornire una approfondita conoscenza delle moderne tecniche statistiche e informatiche necessarie per la sintesi e l'analisi dei dati. Gli obiettivi sono di fornire allo studen-

te della Laurea in Ingegneria Civile alcuni importanti strumenti metodologici e pratici necessari a supportare tutte le diverse fasi di acquisizione ed analisi dei dati sperimentali e osservazionali in ambito ingegneristico. Tali fasi comprendono principalmente i) l'appropriata metodologia di indagine campionaria e/o di progettazione di esperimenti sul campo; ii) la corretta sintesi e rappresentazione dei dati; iii) la scelta ragionata e l'applicazione di uno specifico metodo di analisi statistica, anche di tipo complesso. Particolare enfasi verrà data alla parte pratica, mediante la trattazione di casi studio reali relativi a problemi tipici connessi a tematiche relative all'ingegneria civile.

**Testi di riferimento:**

D.C. Montgomery, Programmazione e Analisi degli Esperimenti, McGraw-Hill, Milano, 2005. (Capitoli 1-6, 8, 10)

**Testi per consultazione:**

D.C. Montgomery, Controllo statistico della qualità 2/ed, McGraw-Hill, Milano, 2006. (Capitoli 4-6)

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## SISTEMI DI TRASPORTO

**Nome insegnamento:** Sistemi di trasporto

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/05 (TRASPORTI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Vescovi Romeo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Martedì

**Orario di ricevimento:** 10.00-12.00

**Programma:**

Presentazione del corso. Generalità sulla teoria dei sistemi, con particolare riferimento ai trasporti. Concetto di sistema e di sistema di analisi. Classificazione ed evoluzione dei sistemi di

trasporto.

Richiami ed integrazioni sulla teoria della produzione; le funzioni di costo di lungo periodo.

La produzione dei servizi di trasporto: analisi tecnica del funzionamento e delle prestazioni dei principali modi di trasporto. Analisi economica della produzione dei servizi di trasporto. Le funzioni di costo. Analisi sistemica del processo di produzione e utilizzazione dei servizi di trasporto. Il costo generalizzato risentito dagli utenti. Le esternalità.

Caratterizzazione dell'offerta con riferimento specifico al trasporto stradale. Funzioni di tempo e di costo di percorrenza.

Il trasporto ferroviario: classificazioni, capacità nel caso di circolazione omotatica ed eterotatica. Sistemi di trazione. Cenni sull'alta velocità ferroviaria.

Domanda di mobilità e domanda d'uso dei servizi di trasporto. Equilibri in un servizio di trasporto. Controllo tariffario. Equilibrio in una rete di trasporto monomodale.

Metodi di rilevazione della domanda di mobilità: indagini campionarie ed esaustive. Modelli di simulazione della domanda di mobilità: formulazioni esplicite e calibrazione.

Elementi per la concezione dei piani urbani del traffico, aspetti tecnici e aspetti normativi.

Strumenti per la gestione dello stazionamento, l'uso della tariffa, aspetti connessi all'integrazione modale. Sostenibilità ambientale e mobility management.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Consentire agli allievi del corso di laurea in Ingegneria civile l'acquisizione di elementi conoscitivi propedeutici alla progettazione dei sistemi di trasporto; fornire una preparazione che consenta di interagire efficacemente con gli specialisti del settore trasporti.

#### **Testi di riferimento:**

Appunti delle lezioni

#### **Testi per consultazione:**

G.E. Cantarella (a cura di), Introduzione alla tecnica dei trasporti e del traffico con elementi di economia dei trasporti.

#### **Propedeuticità:**

nessuna

#### **Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### **STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI**

**Nome insegnamento:** Strade, ferrovie ed aeroporti

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/04 (STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 69

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 9

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Pasetto Marco

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento:

Orario di ricevimento:

#### Programma:

A) Inquadramento delle problematiche progettuali. Il progetto delle infrastrutture viarie, dagli studi di fattibilità alla progettazione preliminare, definitiva, esecutiva-costruttiva: il quadro normativo (compendio). La prestazione professionale del Progettista, del Coordinatore per la sicurezza e del Direttore dei Lavori. Le indagini e gli studi di supporto alla progettazione.

B) La progettazione stradale: Richiami della Normativa per la progettazione geometrica e funzionale di strade ed intersezioni. L'applicazione pratica della Norma nel progetto di una infrastruttura. Il solido stradale (approfondimenti): composizione, materiali, tecniche costruttive. Le pavimentazioni: composizione e criteri di dimensionamento.

C) Ferrovie: Il sistema ferroviario in Italia e nel mondo: le normative; la gestione; la circolazione; il materiale mobile; gli impianti; le stazioni. Infrastrutture ferroviarie speciali: Tramvie, metropolitane, metrobus: sovrastrutture ed impianti.

D) Aeroporti: L'aeroporto come sistema e la sua evoluzione: le normative (ICAO, FAA, ENAC); la gestione; la capacità e il traffico aereo. Meccanica del volo; gli aeromobili (caratteristiche costruttive e tipologie). Localizzazione degli aeroporti. Master plan aeroportuale. Caratteristiche geometrico-funzionali delle aree terminali, operative e di manutenzione. Le sovrastrutture. Il Regolamento ENAC.

#### Risultati di apprendimento previsti:

L'insegnamento si pone l'obiettivo di fornire all'allievo nozioni di approfondimento dei principi di progettazione, costruzione, esercizio e manutenzione delle infrastrutture stradali/ferroviarie/aeroportuali. Vengono anche forniti gli elementi per un primo approccio pratico alla progettazione delle infrastrutture viarie.

A tal fine, il corso sarà articolato in lezioni di didattica frontale, completate - secondo necessità - da seminari di approfondimento ed esercitazioni di progettazione.

#### Testi di riferimento:

Dispense dalle lezioni, testo in fase di preparazione.

#### Testi per consultazione:

G. Tesoriere - Strade, Ferrovie, Aeroporti. Volumi 1, 2, 3. UTET, Torino.

P. Ferrari, F. Giannini - Ingegneria stradale. Volumi 1, 2. ISEDI, Torino.

M. Agostinacchio, D. Ciampa, S. Olita - Strade Ferrovie Aeroporti. EPC, Roma.

T. Esposito, R. Mauro - Fondamenti di infrastrutture viarie. Volumi 1, 2. Hevelius, Benevento.

F. Annunziata, M. Coni, F. Maltinti, F. Pinna, S. Portas - Progettazione stradale integrata. Zanichelli,

A. Tocchetti - Infrastrutture aeroportuali. Aracne, Roma 2006.

#### Propedeuticità:

Nessuna.

#### Prerequisiti:

Nessuno.

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale, Pratica

Modalità di frequenza: Facoltativa

**Altre informazioni:**

## TECNICA DELLE COSTRUZIONI 2

**Nome insegnamento:** Tecnica delle costruzioni 2

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/09 (TECNICA DELLE COSTRUZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

**Docente responsabile:** Prof. Vitaliani Renato

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

**Risultati di apprendimento previsti:**

**Testi di riferimento:**

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:**

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRICA

## APPLICAZIONI INDUSTRIALI DEI PLASMI

Nome insegnamento: Applicazioni industriali dei plasmi

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/31 (ELETTROTECNICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 40

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 14

Ore di attività riservate allo studio personale: 96

Docente responsabile: Prof. Sonato Piergiorgio

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento: lunedì

Orario di ricevimento: 15.15-17.15

### Programma:

Scariche nei gas: dark discharge, breakdown, corona discharge, glow discharge, arco, scariche capacitive e induttive

Concetti fondamentali nella fisica del plasma, Parametri fondamentali del plasma, Interazione tra particelle, Diffusione e mobilità, Moto di fluido di particelle cariche, teoria di Townsend sulla ionizzazione, curva di Paschen

Diagnostica di plasma; sonde elettrostatiche

Torçe al plasma: torçe per taglio e saldatura, torçe per trattamento rifiuti e per metallurgia

Trattamento al plasma delle superfici, torçe, physical vapour deposition, chemical vapour deposition, plasma enhanced vapour deposition, magnetron sputtering sterilizzazione al plasma

Processi al plasma nella tecnologia dei semiconduttori: plasma etching

Display al plasma, corpi illuminanti al plasma

Impianti di conversione MHD, propulsione spaziale al plasma

### Risultati di apprendimento previsti:

conoscenza della fisica dei plasmi "freddi", conoscenza delle diagnostiche per plasmi freddi, conoscenza della tecnologia da vuoto, conoscenza dei principali campi e tecnologie di applicazioni dei plasmi per uso in processi industriali.

### Testi di riferimento:

Appunti e dispense delle lezioni

### Testi per consultazione:

J. Reece Roth, Industrial Plasma Engineering, vol. I, Institute of Physics Publishing, Bristol (UK), 1995

Yu. P. Raizer, Gas Discharge Physics, Springer, Berlin (D), 1991

M. A. Lieberman and A. J. Lichtenberg, Principles of Plasma Discharges and Materials Proces-

sing, Wiley, New York (USA), 1994

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale, Pratica

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA INDUSTRIALE

**Nome insegnamento:** Compatibilita' elettromagnetica industriale

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/31 (ELETTROTECNICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 76

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 4

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 145

**Docente responsabile:** Prof. Desideri Daniele

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 11:30-13:30

**Programma:**

Introduzione. Direttive Europee e marcatura CE. Elementi di comportamento non ideale dei componenti. Induttanza parziale.

Diafonia (crosstalk). Tecniche di protezione dai disturbi condotti. Collegamento a terra e a massa.

Onde piane uniformi; linea di trasmissione; campo trasverso elettromagnetico; antenne. Emissioni irradiate.

Schermi elettromagnetici: efficienza di schermatura, analisi con sorgenti in campo lontano ed in campo vicino.

Elementi di scariche elettrostatiche. Misure di emissione suscettività condotte e irradiate

Elementi di esposizione del corpo umano ai campi elettromagnetici.

Prove di laboratorio (4 prove da 1 ora ciascuna).

**Risultati di apprendimento previsti:**

L'insegnamento ha l'obiettivo di far apprendere gli elementi fondamentali per la progettazione di un'apparecchiatura elettrica dal punto di vista della compatibilità elettromagnetica industriale.

**Testi di riferimento:**

M. D'Amore, Compatibilità Elettromagnetica, Edizioni scientifiche Siderea, Roma, 2003. Appunti delle lezioni.

**Testi per consultazione:**

C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, seconda edizione, Wiley, 2006; T. Williams, K. Armstrong, EMC for Systems and Installations, Newnes, 2000.

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**COMPLEMENTI DI MATEMATICA**

**Nome insegnamento:** Complementi di matematica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/05 (ANALISI MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Minnaja Carlo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Martedì

**Orario di ricevimento:** dalle 11 alle 12

**Programma:**

Funzioni di variabile complessa, loro derivate e loro integrali. Funzioni olomorfe, singolarità, residui. Spazi di Hilbert e alcuni spazi funzionali. Convergenza puntuale e convergenza in media. Serie di Fourier e loro convergenza. Trasformata di Fourier e di Laplace e applicazione alle equazioni differenziali. Introduzione alla teoria delle distribuzioni. Introduzione alla teoria delle variabili aleatorie.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Capacità di risolvere problemi matematici avanzati inerenti all'elettrotecnica.

**Testi di riferimento:**

Testi consigliati: C. Minnaja, Metodi Matematici per l'Ingegneria, 2 voll. Progetto, 2000.

Testi per consultazione:

Testi per consultazione: verranno volta a volta suggeriti durante il corso.

Propedeuticità:

nessuna

Prerequisiti:

nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### COMPLEMENTI DI MISURE ELETTRICHE

Nome insegnamento: Complementi di misure elettriche

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/07 (MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 42

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 10

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Dott. Gobbo Renato

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento:

Orario di ricevimento:

Programma:

Approfondimenti di metrologia; caratteristiche statiche e dinamiche della strumentazione, cenni di statistica per la elaborazione dei risultati di misura; richiami di teoria dei sistemi per la valutazione del comportamento dinamico dei sistemi di misura.

Problemi legati alla conversione analogica/digitale e alla ricostruzione dei segnali campionati; tecniche per aumentare il rapporto segnale disturbo.

Richiami sui segnali periodi, quasi periodici e casuali, richiami sulla serie e trasformata di Fourier per segnali continui. Modalità di interpolazione e utilizzo di funzioni ortogonali.

Trasformata discreta di Fourier e il suo impiego in segnali periodici e transitori, uso delle finestre per ridurre problemi di dispersione energetica.

Wattmetri a campionamento, strumenti per la misura della qualità dell'energia, configurazioni di misura per sistemi, monofasi trifasi a tre fili e quattro fili.

Misure su motori alimentati da convertitori statici di frequenza.

Sistemi di acquisizione dati e condizionamento di segnali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Capacità di eseguire e interpretare misure di grandezze elettriche in un contesto analogo a quello incontrato in ambienti industriali e di laboratorio, utilizzando le più recenti tecniche sia nella strumentazione che nell'elaborazione numerica.

**Testi di riferimento:**

appunti dalle lezioni e materiale didattico fornito dal docente

**Testi per consultazione:**

Principles of electrical measurement, S. Tumanski, Taloy & Francis; Electrical measurement, signal processing, and displays, J.G. Webster, CRC Press ; Metodi e strumenti per le misure elettriche, G. Zingales, UTET; Signal processing of power quality disturbances, M.H.J. Bollen I.Y.H. Gu, J. Wiley IEEE press series on power engineering; Spectrum and network measurements, R. Witte, HP; note applicative tratte dal sito della Yokogawa, Voltech, Agilent, Tektronix

**Propedeuticità:**

Elettrotecnica, Misure Elettriche

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## CONVERSIONE STATICA DELL'ENERGIA

**Nome insegnamento:** Conversione statica dell'energia

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI), ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Andriollo Mauro

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì

**Orario di ricevimento:** 14.00:15.00

**Programma:**

## Concetti fondamentali sui raddrizzatori

- Carico puramente resistivo
- Carico induttivo
- Carico con un generatore interno di tensione continua

## Raddrizzatori monofase a ponte di diodi

- Circuito idealizzato con  $L_s=0$
- Effetti di  $L_s$  sulla commutazione della corrente
- Tensione costante  $v_d(t)=V_d$  sul lato corrente continua
- Caratteristiche del raddrizzatore
- Raddrizzatore reale a ponte di diodi
- Calcolo analitico con correnti fortemente discontinue
- Simulazione del circuito per condizioni di funzionamento generali
- Distorsione della corrente di linea
- Distorsione della tensione di linea

## Raddrizzatore (monofase) con tensione raddoppiata

Effetto di un raddrizzatore monofase sulla corrente dc in sistemi trifase a quattro fili

## Raddrizzatore trifase a ponte

- Circuito idealizzato con  $L_s=0$
- Effetto di  $L_s$  sulla commutazione della corrente
- Tensione costante  $v_d(t)=V_d$  sul lato continua
- Distorsione nelle forme d'onda della corrente di linea
- Raddrizzatore trifase reale a ponte di diodi

## Confronto tra raddrizzatori monofase e trifase

## Picchi di corrente e sovratensioni all'accensione

Considerazioni e rimedi per le armoniche della corrente di linea e per un basso fattore di potenza

## Raddrizzatori e inverter a frequenza di linea con controllo di fase: da alternata a continua controllata 6 h

### Introduzione

### Circuiti con tiristori e loro controllo

- Circuiti base con tiristori
- Comando di gate del tiristore
- Convertitori reali a tiristori

### Convertitori monofase

- Circuito ideale con  $L_s=0$  e  $i_d(t)=I_d$
- Tensione sul lato in continua
- Corrente di linea  $i_s$
- Potenza, fattore di potenza e potenza reattiva
- Effetti prodotti da  $L_s$
- Corrente  $i_s$  della linea di alimentazione
- Convertitori reali a tiristori
- Conduzione discontinua della corrente
- Modalità di funzionamento da inverter
- Avviamento dell'inverter
- Forma d'onda della tensione ac (buchi e distorsioni nella tensione di linea)

### Convertitori trifase

- Circuito ideale con  $L_s=0$  e  $i_d(t)=I_d$
- Tensione sul lato dc
- Correnti  $i_a$ ,  $i_b$  e  $i_c$  della linea di alimentazione
- Potenza, fattore di potenza e potenza reattiva
- Effetto di  $L_s$
- Corrente  $i_s$  nella linea di alimentazione
- Convertitore reale

- Conduzione discontinua della corrente
  - Modalità di funzionamento da inverter
  - Avviamento dell'inverter
  - Forma d'onda della tensione lato ac (buchi e distorsioni)
  - Buchi di tensione
  - Distorsione della tensione
- Altri convertitori trifase

Convertitori dc-dc a commutazione 10 h

Introduzione

Controllo dei convertitori dc-dc

Convertitore abbassatore (buck)

- Modalità di conduzione continua
- Confine tra conduzione continua e discontinua
- Modalità di conduzione discontinua
- Modalità di conduzione discontinua con  $V_d$  costante
- Modalità di conduzione discontinua con  $V_0$  costante
- Ripple della tensione di uscita

Convertitore elevatore (boost)

- Modalità di conduzione continua
- Confine tra conduzione continua e discontinua
- Modalità di conduzione discontinua
- Effetti degli elementi parassiti
- Ripple della tensione d'uscita

Convertitore abbassatore-elevatore (buck-boost)

- Modalità di conduzione continua
- Confine tra conduzione continua e discontinua
- Modalità di conduzione discontinua
- Effetto degli elementi parassiti
- Ripple della tensione di uscita

Convertitore dc-dc di tipo Cùk

Convertitore dc-dc a ponte (full-bridge)

- PWM con tensione bipolare
- PWM con tensione unipolare

Confronto tra convertitori dc-dc

Inverter dc-ac a commutazione: dc ↔ ac sinusoidale 10 h

Introduzione

Concetti fondamentali sugli inverter

- Commutazione con modulazione a larghezza d'impulso
- con  $m_f$  piccolo ( $m_f < 21$ )
- con  $m_f$  grande ( $m_f > 21$ )
- Sovramodulazione ( $m_a > 1.0$ )
- Funzionamento a onda quadra

Inverter monofase

- Inverter a mezzo ponte (monofase)
- Inverter a ponte (monofase)
- PWM con tensione bipolare
- PWM con tensione unipolare
- Funzionamento a onda quadra
- Controllo dell'uscita mediante cancellazione della tensione
- Sfruttamento delle valvole negli inverter a ponte
- Ripple all'uscita di un inverter monofase
- Inverter in configurazione push-pull
- Sfruttamento delle valvole negli inverter monofase

## Inverter trifase

- PWM in un inverter trifase a tensione impressa
- Modulazione in zona lineare ( $m_a < 1.0$ )
- Sovramodulazione ( $m_a > 1$ )
- Funzionamento a onda quadra negli inverter trifase
- Sfruttamento delle valvole negli inverter trifase
- Ripple nelle grandezze di uscita dell'inverter
- Corrente  $I_d$  del lato dc
- Conduzione degli interruttori negli inverter trifase
- Funzionamento a onda quadra
- Funzionamento PWM

## Effetti del tempo morto sulla tensione negli inverter PWM

### Altre tecniche di commutazione per inverter

- Commutazione con impulsi ad onda quadra
- Commutazione con eliminazione programmata delle armoniche (metodo degli angoli memorizzati)
- Modulazione con regolazione della corrente (current mode)
- Controllo a isteresi
- Controllo a frequenza fissa
- Schemi di commutazione che comprendono la neutralizzazione delle armoniche mediante modulazione e le connessioni di un trasformatore

### Modalità di funzionamento come raddrizzatore

## Convertitori risonanti: commutazione a tensione zero e/o corrente zero 10 h

### Introduzione

- Commutazione di una corrente induttiva
- Commutazione a tensione zero e corrente zero

### Classificazioni dei convertitori risonanti

- Convertitori con risonanza lato carico (load-resonant)
- Convertitori con risonanza relativa all'interruttore (resonant-switch)
- Convertitori con risonanza lato dc (resonant-dc-link)
- Convertitori con collegamento in alta frequenza a semiperiodi

### Concetti fondamentali sui circuiti risonanti

- Circuiti con risonanza di tipo serie
- Circuito risonante serie non smorzato
- Circuito risonante serie con condensatore in parallelo al carico
- Risposta in frequenza di un circuito risonante serie
- Circuiti con risonanza di tipo parallelo
- Circuito risonante parallelo non smorzato
- Risposta in frequenza del circuito risonante di tipo parallelo

### Convertitori con risonanza lato carico (load-resonant)

- Convertitori dc-dc risonanti con carico in serie (SLR)
- Modalità di conduzione discontinua con  $\omega_s < (1/2) \omega_0$
- Modalità di conduzione continua con  $(1/2)\omega_0 < \omega_s < \omega_0$
- Modalità di conduzione continua con  $\omega_s > \omega_0$
- Caratteristiche di funzionamento in regime permanente
- Controllo dei convertitori dc-dc SLR
- Convertitori dc-dc risonanti con carico in parallelo
- Modalità discontinua di funzionamento
- Modalità continua di funzionamento al di sotto di  $\omega_0$
- Modalità continua di funzionamento al di sopra di  $\omega_0$
- Caratteristiche di funzionamento in regime permanente
- Convertitori dc-dc risonanti ibridi
- Inverter a corrente impressa con risonanza di tipo parallelo, per riscaldamento a induzione
- Avviamento

- Convertitori in classe E

Convertitori con risonanza relativa all'interruttore (resonant-switch).

- Convertitori risonanti ZCS

- Convertitori risonanti ZVS

- Confronto tra topologie ZCS e ZVS

Topologie con commutazione a tensione zero e tensione limitata (ZVC-CV)

- Convertitori dc-dc ZVS-CV

- Inverter dc-ac ZVS-CV

- Convertitore dc-dc ZVS-CV con cancellazione della tensione

Inverter con risonanza lato dc (resonant-dc-link) con commutazioni a tensione zero

Convertitori a mezzo periodo con collegamento in alta frequenza

Alimentatori switching in continua 10 h

Introduzione

Alimentatori lineari

Generalità sugli alimentatori switching

Convertitori dc-dc con isolamento galvanico

- Introduzione ai convertitori dc-dc con isolamento

- Eccitazione unidirezionale del nucleo

- Eccitazione bidirezionale del nucleo

- Rappresentazione del trasformatore di isolamento

- Controllo dei convertitori dc-dc con isolamento galvanico

- Convertitori flyback (derivati da convertitori buck-boost)

- Altre topologie di convertitori flyback

- Convertitori forward (derivati da convertitori abbassatori-step-down)

- Altre topologie di convertitori forward

- Convertitori push-pull (derivati dai convertitori abbassatori)

- Convertitore a mezzo ponte (derivato dal convertitore abbassatore)

- Convertitore a ponte (derivato dal convertitore abbassatore)

- Convertitori dc-dc a corrente impressa

- Scelta del nucleo del trasformatore nei convertitori dc-dc con isolamento galvanico

Dispositivi per la qualità dell'energia e gruppi di continuità - Applicazioni in ambito domestico e industriale 10 h

Dispositivi per la qualità dell'energia e gruppi di continuità

Introduzione

Disturbi sulla linea elettrica

- Tipi di disturbi

- Sorgenti di disturbo

- Effetti sulle apparecchiature sensibili

Dispositivi per la qualità dell'energia (Power Conditioner)

Gruppi di continuità (UPS)

- Raddrizzatore

- Batterie

- Inverter

- Commutatore statico di bypass

Applicazioni in ambito domestico e industriale

Introduzione

Applicazioni in ambito domestico

- Riscaldamento degli ambienti e condizionamento dell'aria

- Illuminazione a fluorescenza ad alta frequenza

- Cottura a induzione

Applicazioni industriali

- Riscaldamento a induzione

- Saldatura elettrica

- Controllori a numero intero di semiperiodi

Applicazione dei convertitori alla trazione elettrica ferroviaria - 6h

- Sistemi di alimentazione della rete ferroviaria europea
- Impieghi principali dei convertitori
- Componenti elettronici per la trazione elettrica: requisiti, caratteristiche, evoluzione tecnologica
- Architetture dei convertitori per le sottostazioni elettriche (SSE)
- Architetture dei convertitori per locomotori in cc
- Architetture dei convertitori per locomotori in ca
- Locomotori politensione
- Utilizzo del chopper (abbassatore/elevatore)
- Commutazione in tensione ed in corrente
- Circuiti di controllo della corrente di eccitazione per la regolazione continua del campo
- Chopper multi-fase e illustrazione della loro applicazione nei locomotori
- Frenatura a recupero con chopper
- Gruppi raddrizzatori trifase in SSE
- Regolazione della tensione
- Sistemi di filtraggio
- Gruppi trifase controllati

Applicazioni per le reti elettriche 10 h

Introduzione

Trasmissione in continua ad alta tensione

- Convertitori a frequenza di linea a dodici impulsi
- Potenza reattiva assorbita dal convertitore
- Modalità di funzionamento da raddrizzatore
- Modalità di funzionamento da inverter
- Controllo dei convertitori HVDC
- Filtri per le armoniche e condensatori per la correzione del fattore di potenza
- Filtri per le armoniche sul lato dc
- Filtri per le armoniche sul lato alternata e condensatori per la correzione del fattore di potenza

Compensatori statici

- Induttori controllati da tiristori
- Condensatori commutati da tiristori
- Controllo istantaneo di potenza reattiva mediante l'uso di convertitori switching con minimo accumulo di energia

Interconnessione di sorgenti ad energia rinnovabile e di sistemi di immagazzinamento di energia con la rete elettrica

- Interconnessione di array fotovoltaici
- Interconnessione monofase
- Interconnessione trifase
- Interconnessione per impianti di produzione eolica e di piccola produzione idroelettrica
- Interconnessione di sistemi di accumulo dell'energia per livellare i carichi elettrici

Filtri attivi

Esercitazioni di laboratorio informatico 6 h

Simulazioni in ambiente PSPICE relative ad argomenti trattati nel corso

Risultati di apprendimento previsti:

conoscenza di:

- problematiche basilari relative alla conversione statica per le tipologie di convertitori più comuni tenendo conto delle non-idealità dei componenti e dei sistemi/reti a cui i sistemi di conversione sono connessi;

- impatto dei convertitori sulla rete;
- tecniche di commutazione più diffuse e corrispondenti prerogative, limitazioni e controindicazioni;
- tipologie di convertitori risonanti con specifico riferimento alle sollecitazioni sui componenti;
- configurazioni di alimentatori switching;
- apparati per la conversione statica e relative applicazioni in ambito civile, industriale e per le reti elettriche con riferimento alle problematiche connesse alle varie tipologie di disturbo;
- applicazioni per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili e la generazione distribuita.

Testi di riferimento:

Mohan, Undeland, Robbins - ELETTRONICA DI POTENZA - Ed. Hoepli;  
appunti dalle lezioni disponibili su [www.die.unipd.it/personale/doc/Andriollo\\_Mauro/didattica/corsi/Conversione\\_statica/](http://www.die.unipd.it/personale/doc/Andriollo_Mauro/didattica/corsi/Conversione_statica/)

Testi per consultazione:

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

Per informazioni sul Corso e materiale didattico fare riferimento al link:

[http://www.die.unipd.it/personale/doc/Andriollo\\_Mauro/didattica/corsi/Conversione\\_statica/](http://www.die.unipd.it/personale/doc/Andriollo_Mauro/didattica/corsi/Conversione_statica/)

## DINAMICA DELLE MACCHINE ELETTRICHE

Nome insegnamento: Dinamica delle macchine elettriche

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 58

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 12

Ore di laboratorio assistito: 8

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Martinelli Giovanni Attilio

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Lunedì ; Giovedì

Orario di ricevimento: 16.30-18.30 ; 10.30-11.30

## Programma:

Principi di conversione elettromeccanica dell'energia. Equazioni dinamiche dei convertitori elettromeccanici. Metodi numerici per l'integrazione di equazioni differenziali; linguaggi di simulazione.

Teoria unificata delle macchine elettriche rotanti: trasformazioni attive e passive; trasformazioni ortogonali; vettori di spazio; macchina primitiva equivalente alla macchina sincrona e asincrona.

Macchina a collettore: equazioni di funzionamento di una macchina a eccitazione indipendente, composta, serie; avviamento, variazione del carico meccanico e variazione tensione di alimentazione di motori a eccitazione separata e serie.

Macchina sincrona: forma operatoriale delle equazioni: induttanze e costanti di tempo transitorie e subtransitorie; transitorio di cortocircuito di un generatore sincrono; oscillazioni pendolari.

Macchina asincrona: forma vettoriale delle equazioni; modelli ridotti; transitorio di avviamento e variazione tensione di alimentazione di un motore asincrono

## Risultati di apprendimento previsti:

Acquisizione dei concetti fondamentali sulla conversione elettromeccanica dell'energia, sulla teoria unificata e sulla dinamica delle macchine elettriche.

## Testi di riferimento:

G.Martinelli, A.Morini, "Lezioni di teoria unificata delle macchine elettriche rotanti", SGE, Padova, 1992.

## Testi per consultazione:

O'Kelly, Simmons, "Introduction to generalized machine theory", McGraw-Hill, London, 1968

Boldea, Nasar, "Electric machine dynamics", McMillan, New York, 1986

Retter, "Matrix and space-phasor theory of electrical machines", Akademiai Kiado, Budapest, 1987

E.E.Fitzgerald, G.Kinsley, A.Kusko, "Macchine elettriche", F.Angeli, Milano, 1992

Krause et al., "Analysis of electric machinery", IEEE, New York, 1994

Chee-Mun Ong, "Dynamic simulation of electric machinery using Matlab/Simulink", Prentice Hall, New York, 1998.

## Propedeuticità:

## Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

## Altre informazioni:

Sito del corso:

[http://www.die.unipd.it/personale/doc/Martinelli\\_Giovanni/didattica/corsi/Dinamica\\_macchine\\_elettriche/](http://www.die.unipd.it/personale/doc/Martinelli_Giovanni/didattica/corsi/Dinamica_macchine_elettriche/)

Nome insegnamento: Elettrotecnica computazionale  
Anno di corso: I anno  
Semestre: 1 semestre  
Crediti Formativi Universitari: 9  
Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/31 (ELETTROTECNICA)  
Ore di didattica in aula - lezioni: 78  
Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0  
Ore di laboratorio assistito: 0  
Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Alotto Piergiorgio  
Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)  
Giorno di ricevimento: Martedì  
Orario di ricevimento: 14.30 - 18.30

#### Programma:

- 1) Richiami di elettromagnetismo: equazioni alle derivate parziali nei potenziali, equazioni di diffusione scalari e vettoriali.
- 2) Richiami di analisi numerica: Errori e precisione negli elaboratori. Algebra lineare: sistemi di equazioni lineari, calcolo matriciale mediante elaboratore; metodi diretti ed iterativi; integrazione numerica.
- 3) Metodo delle differenze finite: reticoli regolari e irregolari. Metodo theta.
- 4) Metodo degli elementi finiti: elementi triangolari e rettangolari, funzioni di forma, formulazioni variazionali ed ai residui pesati. Applicazioni dei metodi alle geometrie 2D, 2D assial-simmetriche e 3D; Ambiti di applicazione e limiti dei diversi metodi.
- 5) Reti elettriche: Descrizione matriciale della topologia, scrittura matriciale delle relazioni topologiche. Reti lineari in regime stazionario e variabile sinusoidale, metodi di tableau e di nodo. Reti lineari in regime variabile aperiodico.
- 6) Metodo delle differenze finite nel dominio del tempo
- 7) Ottimizzazione automatica di dispositivi elettromagnetici: Principali classi di metodi, sensibilità, ottimizzazione secondo Pareto

#### Risultati di apprendimento previsti:

Lo studente apprenderà le formulazioni dei modelli dei campi elettromagnetici e delle reti elettriche più idonee alla soluzione numerica mediante elaboratore. Inoltre svilupperà sensibilità sui problemi insiti nelle soluzioni numeriche e sulle risorse macchina necessarie. Lo studente acquisirà dimestichezza con la struttura generale dei programmi di calcolo più diffusi, verrà addestrato all'uso dei codici commerciali più diffusi e acquisirà le basi per sviluppare codici originali.

#### Testi di riferimento:

- Appunti delle lezioni;
- Gambolati G., Lezioni di Metodi Numerici per Ingegneria e Scienze Applicate, Ed. Lib. Corti-

na, 617 pp., Padova, 1994.

- A. Quarteroni, F. Saleri, Introduzione al calcolo scientifico, Springer, 2002

- F. Trevisan, F. Villone, Modelli numerici per campi e circuiti, SGEEditoriali, Padova, 2003

- I. Gallimberti, Applicazioni dei calcolatori ai sistemi elettrici di potenza, dispensa CUSL, Padova

Testi per consultazione:

- O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, The Finite Element Method, vol.1, McGraw Hill, London, 1997

- K.J. Binn, P.J. Lawrenson, C.W. Trowbridge, The Analytical and Numerical Solution of Electromagnetic Fields, John Wiley & Sons, Chirchester, 1992

- Pei-Bei Zhou, Numerical Analysis of Electromagnetic Fields, Springer 1993

- K. Hameyer and R. Belmans, Numerical Modelling and Design of Electrical Machines and Devices, WIT Press, 1999

- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, Numerical Mathematics, Springer, 2000

- L.O. Chua, C.A. Desoer, E.S. Kuh, Circuiti lineari e non lineari, Jackson, Milano, 1991

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Solide conoscenze di matematica ed elettrotecnica ed elettromagnetismo.

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

## ILLUMINOTECNICA E FOTOMETRIA

Nome insegnamento: Illuminotecnica e fotometria

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/07 (MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 36

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 16

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Fiorentin Pietro

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: martedì

Orario di ricevimento: 12:30-13:30

#### Programma:

**Fotometria:** Descrizione del fenomeno della visione umana: descrizione dei fenomeni legati alla luce ed in particolare anche alla sua percezione. Definizioni delle grandezze fotometriche e radiometriche fondamentali e dei principi che le legano e descrivono il loro comportamento. Esempi tipici di tali grandezze.

**Luce e materia:** Interazione con la materia. Coefficiente di riflessione e coefficiente di luminanza.

**Colorimetria:** Metodi di classificazione del colore secondo gli spazi cromatici.

**Strumentazione:** Descrizione della strumentazione di misura delle grandezze fotometriche, radiometriche e colorimetriche.

**Sorgenti luminose:** Illustrazione delle principali tipologie e tecnologie attuali, delle caratteristiche luminose ed elettriche. Presentazione delle fondamentali proprietà degli apparecchi d'illuminazione: rendimento, caratteristiche di emissione luminosa, emissione cumulativa. Descrizione delle metodologie, della strumentazione, dei sistemi di misura e delle prescrizioni normative relative alle misurazioni su sorgenti luminose (lampade e apparecchi).

**Illuminazione d'interni:** Principali prescrizioni normative, illustrazione di semplici esempi di progetto e sistemi e metodi per la verifica delle prestazioni. Ambito museale: fruibilità delle opere e effetto che la luce ha sul degrado delle stesse.

**Illuminazione stradale:** Concetto di visibilità sulla strada e modello della visione utilizzato nella normativa. Prescrizioni normative vigenti e possibili sviluppi (criterio della luminanza e approccio "small target visibility"). Illuminazione in galleria. Esempi di progetto. Sistemi e i metodi per la verifica delle prestazioni.

**Dimostrazioni di laboratorio:** Presentazione della principale strumentazione fotometrica e radiometrica e dei diversi metodi di misura evidenziandone limiti e ambiti applicativi.

**Esercitazioni in laboratorio informatico:** Utilizzo di codici di calcolo illuminotecnico per la progettazione e la verifica di sistemi per l'illuminazione di interni e esterni.

#### Risultati di apprendimento previsti:

L'insegnamento fornisce le nozioni fondamentali relative al dimensionamento di massima degli impianti di illuminazione con particolare attenzione anche alle metodologie, tecniche e strumentazione utilizzate in fase di verifica delle prestazioni degli impianti stessi. Le conoscenze acquisite sono alla base di una progettazione illuminotecnica attenta, tra l'altro, al risparmio energetico all'incremento della sicurezza stradale, alla creazione di ambienti di lavoro o svago il più possibile confortevoli, alla creazione di condizioni che permettano la migliore fruizione di opere d'arte garantendo la loro migliore conservazione.

#### Testi di riferimento:

G. Moncada Lo Giudice, A.de Lieto Vollaro, "Illuminotecnica"

#### Testi per consultazione:

C.DeCusatis, "Handbook of Applied Photometry"

L. Fellin, G. Forcolini, P. Palladino, "Manuale di illuminotecnica"

M. Bonomo, "Teoria e tecnica dell'illuminazione d'interni"

P. Palladino, "Lezioni di illuminotecnica"

D. Ravizza, "Progettare con la luce"

G. Wyszecki, W.S. Stiles, Color Science, John Wiley and Sons

P. Palladino, Manuale d'Illuminazione, Tecniche nuove

#### Propedeuticità:

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

**Nome insegnamento:** Meccanica applicata alle macchine

**Anno di corso:**

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Boschetti Giovanni

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Introduzione: equazioni di congruenza, di equilibrio e di legame per i sistemi meccanici, ipotesi di lavoro - analisi e sintesi nei sistemi meccanici, definizione di analisi cinematica e dinamica, diretta ed inversa. Cinematica delle macchine: moto relativo, Cinematica degli accoppiamenti - equazione di struttura, equazione di Grubler, equazioni di chiusura di un meccanismo, scelta di equazioni indipendenti, definizione di gruppi di Assur, scomposizione di meccanismi in gruppi di Assur - definizione di matrice Jacobiana delle equazioni di chiusura, soluzione iterativa delle equazioni di chiusura di posizione; schema iterativo di Newton-Raphson per meccanismi ad uno o due gradi di libertà - soluzione dell'analisi cinematica di posizione velocità accelerazione, rapporti di velocità e di accelerazione, esempi elementari: meccanismo biella-manovella, quadrilatero articolato, glifo oscillante. Dinamica delle macchine: richiami di meccanica del corpo rigido e di geometria delle masse - principio dei lavori virtuali: enunciato ed applicazione diretta in problemi di dinamica inversa - principio di d'Alembert; applicazione cineto-statica del principio dei lavori virtuali- equazioni di Lagrange: enunciato; deduzione a partire dal principio dei lavori virtuali, definizione di inerzia ridotta - soluzione di problemi di dinamica inversa mediante approccio Newtoniano, calcolo delle reazioni vincolari - cenni alla soluzione di problemi di dinamica diretta.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere delle nozioni fondamentali (leggi, equazioni, teoremi) per la modellistica in campo meccanico. Fornire le metodologie e gli strumenti per la soluzione di problemi di analisi cine-

matica e dinamica delle macchine, con particolare riferimento al moto piano.

Testi di riferimento:

Appunti dalle lezioni; M. Giovagnoni, A. Rossi, Introduzione allo studio dei meccanismi, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.

Testi per consultazione:

C.U. Galletti, R. Ghigliazza, Meccanica applicata alle macchine, UTET, 1986.

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

nessuna

#### MISURE E COLLAUDO DI MACCHINE E IMPIANTI ELETTRICI

Nome insegnamento: Misure e collaudo di macchine e impianti elettrici

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/07 (MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 64

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 14

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Pesavento Giancarlo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Venerdì

Orario di ricevimento: 12.30 - 13.30

Programma:

Aspetti normativi e requisiti per l'effettuazione delle prove in ambito industriale. Misure sui trasformatori e sui motori asincroni. Caratteristiche delle macchine sincrone ed a corrente continua. Reattanze transitorie, subtransitorie e costanti di tempo delle macchine sincrone. Misure di grandezze meccaniche e termiche. Sensori e loro caratteristiche statiche e dinamiche. Prove termiche. Prove di isolamento. Prove di tenuta alla corrente dinamica e termica. Sistemi di diagnostica non distruttiva. Misura delle scariche parziali. Misure sugli impianti.

Risultati di apprendimento previsti:

Introduzione alle problematiche di misura in ambito industriale. Identificazione dei parametri delle macchine in regime statico e dinamico. Criteri di valutazione del comportamento nelle

condizioni di impiego.

Testi di riferimento:

Testi consigliati: Dispensa delle lezioni.

Testi per consultazione:

G. Zingales , Misure sulle macchine e sugli impianti elettrici, CLEUP, Padova, 1977, G. Zingales, Misure elettriche. Metodi e strumenti, UTET, Torino, 1992.

E. O. Doebelin, Strumenti e metodi di misura, McGraw-Hill

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Elettrotecnica I e II, Impianti elettrici, Misure elettriche

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

TURNI DI LABORATORIO : 2

#### SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI

Nome insegnamento: Sistemi di telecomunicazioni

Anno di corso:

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Dott. Tomasin Stefano

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Mercoledì

Orario di ricevimento: 10-12, 14-16

Programma:

Architettura di un sistema di telecomunicazioni con applicazione a trasmissioni domestiche su cavo elettrico. Elementi di teoria dei segnali e di teoria della probabilità. Rumore e disturbo su linee elettriche. Principi e prestazioni della modulazione analogica. Principi e prestazioni della modulazione digitale. Dimensionamento del sistema di trasmissione a onde convogliate. Modelli di riferimento per reti di comunicazioni. Introduzione ai protocolli di accesso al mezzo e loro prestazioni. Controllo degli errori. Introduzione ai protocolli di instradamento e trasporto con esempi di applicazione del protocollo TCP/IP per la realizzazione di reti powerline domestiche di tipo intranet.

### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base sui sistemi di telecomunicazione, con particolare attenzione alle telecomunicazioni su linee elettriche, sia per il controllo e monitoraggio della rete che per la distribuzione di servizi internet e multimediali. Il corso permetterà allo studente di conoscere l'architettura di questi sistemi di comunicazione, comprendendone i principi di funzionamento, dalle modalità fisiche di trasmissione fino ai protocolli di rete oggi universalmente utilizzati nelle reti di computer (intranet/internet).

### Testi di riferimento:

Testi consigliati: Appunti e dispense delle lezioni.

### Testi per consultazione:

N. Benvenuto, R. Corvaja, T. Erseghe, N. Laurenti, "Communication systems", Wiley 2006.

### Propedeuticità:

### Prerequisiti:

nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

## SISTEMI ELETTRICI PER I TRASPORTI

Nome insegnamento: Sistemi elettrici per i trasporti

Anno di corso:

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/33 (SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Turri Roberto

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento: Venerdì

Orario di ricevimento: 9.00 - 10.00

### Programma:

Classificazione dei sistemi di trasporto e convenienza della trazione elettrica.

Meccanica della trazione: struttura dei veicoli ferroviari, trasmissione del moto, il fenomeno dell'aderenza, equazione del moto, diagramma di percorso e sintesi di progetto. Dimensionamento delle linee di contatto: cadute di tensione con alimentazione a sbalzo e bilaterale, sot-

tostazioni funzionanti alla stessa tensione e a tensioni diverse; collegamento in parallelo dei binari. Accoppiamento pantografo/catenaria e problemi di captazione della corrente elettrica: elasticità della catenaria, velocità critica teorica, dinamica del pantografo, evoluzione degli standard delle linee di contatto. Sottostazioni di conversione per l'alimentazione in corrente continua: criteri progettuali per il dimensionamento e di verifica della potenzialità degli impianti TE a 3 kVCC, configurazione standard delle SSE, Sezioni, enti e componenti, protezione e distribuzione TE, gruppi di conversione al silicio, governo, telecomando e servizi ausiliari, impianti di terra e di ritorno.

Correnti di cortocircuito nei sistemi di trazione in corrente continua: apparecchi di protezione e rilevatori di guasto, interruzione nei circuiti di trazione a c.c. l'interruttore extrarapido.

Alimentazione in corrente alternata monofase a frequenza ferroviaria e a frequenza industriale.

Il sistema 2x25 kV per le linee ferroviarie ad alta velocità. Sistemi di trasporto di massa per la trazione urbana.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire gli strumenti di base per l'analisi e il dimensionamento degli impianti fissi di alimentazione per la trazione elettrica urbana ed extraurbana

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

F.Perticaroli: "Sistemi elettrici per i trasporti", Masson ed.,

M.Liberatore:"Sistemi di trasporto di massa e tecnologie innovative", Masson ed.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA

**Nome insegnamento:** Sistemi elettrici per l'energia

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/33 (SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 10

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Caldon Roberto

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Venerdì

Orario di ricevimento: 16,00 - 18,00

**Programma:**

Cenni introduttivi sulla produzione e sui sistemi di trasmissione dell'energia elettrica. Il regime sinusoidale delle linee di trasmissione ed i diagrammi rappresentativi. La regolazione della tensione. Lo studio dei flussi di potenza in una rete. La regolazione della frequenza e delle potenze di scambio. La ripartizione economica del carico. La stabilità del parallelo: statica e transitoria. Il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti. Le sovratensioni nelle reti e loro propagazione. Protezione selettiva per corto circuiti: relè distanziometrici.

Esercitazioni sull'uso di software per il calcolo dei flussi di potenza e per la simulazione dinamica della regolazione di sistemi elettrici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisire la conoscenza della costituzione complessiva di un sistema elettrico di grandi dimensioni e gli strumenti per l'analisi del relativo funzionamento in regime stazionario e perturbato.

**Testi di riferimento:**

A. Paolucci, Lezioni di Trasmissione dell'energia elettrica, CLEUP, Padova 1998.

**Testi per consultazione:**

R. Marconato, Sistemi elettrici di potenza, voll. I e II, CLUP, Milano, 1985. P. Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, New York, 1994.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Impianti elettrici, Macchine elettriche, Controlli automatici.

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

**TECNICA DELLE ALTE TENSIONI**

Nome insegnamento: Tecnica delle alte tensioni

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/33 (SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 44

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 8

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Pesavento Giancarlo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Venerdì

Orario di ricevimento: 12.30 - 13.30

#### Programma:

Laboratori per alte tensioni. Produzione di alte tensioni continue, alternate ed impulsive. Misure di tensione, corrente e campo elettrico. Gli isolamenti in gas. La scarica in aria su lunghe distanze. Il comportamento in atmosfera contaminata. Isolanti solidi, liquidi e vuoto. Cenni sulle sovratensioni nelle reti elettriche. Il proporzionamento degli isolamenti: metodo convenzionale e statistico.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Introduzione alle problematiche di natura fisica e tecnologica connesse all'utilizzo di elevati campi elettrici nei sistemi isolanti. Esempi di pratica applicazione nei settori della generazione e misura di tensioni elevate con applicazioni ai componenti utilizzati nelle reti elettriche.

#### Testi di riferimento:

G. Baldo - Tecnica della alte tensioni, Ed. CLEUP

#### Testi per consultazione:

E. Kuffel, W. S. Zaengl, High voltage engineering, Pergamon Press, 1984, A. J. Schwab, High-voltage measuring techniques, M.I.T. Press, 1972, W. Diesendorf, Insulation coordination in High Voltage Electric Power Systems, Butterworths, 1974.

#### Propedeuticità:

#### Prerequisiti:

Elettrotecnica I e II, Impianti elettrici, Misure elettriche

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

#### Altre informazioni:

Turni di Laboratorio : 2

### TRAZIONE ELETTRICA

Nome insegnamento: Trazione elettrica

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 50

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 2

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Dott. Tortella Andrea

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Martedì

Orario di ricevimento: 9.30-10.30

#### Programma:

Applicazione della trazione elettrica nei sistemi di trasporto (aspetti economici, sociali ed ambientali). Classificazione degli azionamenti per la trazione elettrica. Trazione elettrica ferroviaria. Trazione con motori in corrente continua con linea in cc e in ac: locomotori con equipaggiamento tradizionale ed elettronico (chopper, raddrizzatori), apparecchiature di bordo, frenatura elettrica (elettromagnetica, reostatica, a recupero). Trazione con motori asincroni trifase: regolazione della velocità, alimentazione con inverter a due livelli e tre livelli a tensione impressa, alimentazione con convertitore a 4 quadranti. Trazione con motori sincroni trifase. Sistemi di trazione ad azionamento diretto a magnete permanente. Alta velocità ferroviaria. Propulsione con motori elettrici lineari. Sistemi a levitazione magnetica. Propulsione di veicoli elettrici stradali: veicoli a batteria, veicoli ibridi ed a celle a combustibile. Componenti innovativi per la trazione ibrida: sistemi di accumulo (supercondensatori, volani), motori-ruota.

#### Risultati di apprendimento previsti:

L'insegnamento si propone di fornire una descrizione degli azionamenti impiegati nei sistemi a trazione elettrica che riguardano applicazioni sia in ambito stradale che ferroviario. Le principali conoscenze e competenze che verranno acquisite riguardano le tecniche di progettazione ed installazione dei motori elettrici nei diversi tipi di veicolo, le caratteristiche di funzionamento con alimentazione da convertitore elettronico, considerando diverse tecniche di controllo. Verrà inoltre presentata una panoramica di alcune applicazioni innovative, soprattutto sui sistemi ad alta velocità.

#### Testi di riferimento:

Perticaroli F., Sistemi Elettrici per i Trasporti, CEA, Milano, 2001

#### Testi per consultazione:

Vicuna G., Organizzazione e tecnica ferroviaria, Cifi, Roma, 1993

A. Carpignano, Meccanica dei Trasporti Ferroviari e Tecnica delle Locomotive, Ed. Levrotto & Bella, 2003

Chan C.C., Chau K.T., Modern electric vehicle technology, Oxford University press, New York, 2001

M. Ehsani, Modern Electric, Hybrid Electric, And Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, Theory, And Design, CRC Press, 2004

#### Propedeuticità:

#### Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

#### Altre informazioni:

Solitamente è prevista una visita didattica a conclusione del corso

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

**PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI  
A.A. 2008/2009**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ELETTRONICA**

**ANALISI REALE E COMPLESSA**

**Nome insegnamento:** Analisi reale e complessa

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/05 (ANALISI MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 44

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 34

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Colombo Giovanni

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** da febbraio a settembre 2009: su appuntamento

**Orario di ricevimento:** su appuntamento

**Programma:**

Integrale e misura di Lebesgue; spazi  $L^p$ . Funzionale lineari e continui tra spazi normati. Serie di potenze, funzioni olomorfe. Trasformate di Fourier. Serie di Fourier. Distribuzioni, distribuzioni temperate e loro trasformata di Fourier. Applicazioni alle equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Uso pienamente consapevole di alcuni strumenti dell'analisi matematica e dell'analisi funzionale.

**Testi di riferimento:**

G.C. Barozzi, Matematica per l'ingegneria dell'informazione, Zanichelli (2001)  
Dispense in rete all'URL <http://www.math.unipd.it/~colombo/didattica>

**Testi per consultazione:**

W. Rudin, Analisi reale e complessa, Boringhieri (1974)

**Propedeuticità:**

Nessuna.

**Prerequisiti:**

La matematica della laurea triennale.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**CHIMICA PER L'ELETTRONICA**

**Nome insegnamento:** Chimica per l'elettronica

**Anno di corso:** 1 anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** CHIM/07 (FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof.ssa Bertani Roberta

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 10-13

**Programma:**

A) Struttura e legame nei materiali elettronici.

Dalla molecola al materiale. Cristalli semiconduttori.  
Processi tecnologici di lavorazione dei materiali semiconduttori. Il silicio. Il germanio.  
Semiconduttori III/V e II/VI. Tecniche di drogaggio.  
Interfacce e strutture di piccole dimensioni. Tecniche di deposizione. Film sottili.  
La chimica dei cristalli liquidi. Applicazioni  
Caratterizzazione dei materiali semiconduttori con visite in laboratorio strumentale : microscopia elettronica, caratterizzazioni strutturali, elettriche e ottiche.  
B) Interazione materia-radiazione elettromagnetica.  
Spettri vibrazionali, rotazionali .  
Transizioni elettroniche.  
Materiali per sistemi laser  
Il destino degli stati elettronicamente eccitati :Fluorescenza e fosforescenza.  
Proprietà ottiche dei materiali. Le fibre ottiche.  
Proprietà elettriche dei materiali.  
Proprietà magnetiche dei materiali.  
C) Oligomeri e polimeri per l'elettronica .  
Oligomeri idrocarburici, oligotiofeni, oligotetratiofulvaleni, derivati pirrolici, complessi oligomerici metallici. Eccitazione elettronica di oligomeri coniugati.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di fornire allo studente un approfondimento sulla natura chimica dei materiali utilizzati nelle diverse tipologie di dispositivi elettronici. Obiettivo è quello di chiarire la relazione tra struttura chimica e proprietà dei materiali anche in riferimento alle problematiche tecnologiche tuttora aperte e alle nuove frontiere nella costruzione di moderni dispositivi elettronici

**Testi di riferimento:**

il materiale didattico è fornito dal docente trattandosi di parti di numerosi testi

**Testi per consultazione:**

- 1) Sze , Dispositivi a semiconduttore. Hoepli
- 2) W.F.Smith, Scienza e Tecnologia dei materiali, Mc Graw-Hill, 1995\_
- 3) Atkins, Chimica Fisica, Zanichelli

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Conoscenza di chimica di base

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

prova scritta + tesina di approfondimento

**ELETTRONICA ANALOGICA**

**Nome insegnamento:** Elettronica analogica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/01 (ELETTRONICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78  
Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0  
Ore di laboratorio assistito: 0  
Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Rossetto Leopoldo  
Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)  
Giorno di ricevimento: su appuntamento (e-mail)  
Orario di ricevimento: su appuntamento (e-mail)

**Programma:**

Risposta in frequenza degli amplificatori elettronici: metodo delle costanti di tempo. Analisi di circuiti elettronici a retroazione. Metodi per la determinazione del guadagno d'anello. Stabilità e tecniche di compensazione in frequenza nei circuiti a retroazione. Teoria generalizzata per la determinazione delle funzioni di trasferimento di circuiti ad amplificatori operazionali. Filtri attivi. Applicazioni degli amplificatori operazionali. Struttura e caratteristiche degli amplificatori operazionali. Utilizzo di un programma di simulazione dei circuiti analogici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Sviluppare approfondite capacità di analisi di circuiti elettronici analogici. Essere in grado di effettuare semplici progetti di circuiti ed utilizzare correttamente un programma di simulazione circuitale.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni; Richard C. Jaeger: Microelettronica - Circuiti integrati analogici (vol.2), McGraw-Hill (ISBN 88-386-6198-9); Appunti disponibili sul sito web del corso.

**Testi per consultazione:**

Jacob Millman, Arvin Grabel, Microelectronics, second edition, McGraw-Hill (ISBN 0-07-100596-X). S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits - Fourth Edition, 1998, Oxford University Press (ISBN 0-19-511690-9).

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**ELETTRONICA DI POTENZA**

**Nome insegnamento:** Elettronica di potenza

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/01 (ELETTRONICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 10

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Spiazzi Giorgio

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì

**Orario di ricevimento:** 16.00

**Programma:**

analisi dell'influenza degli elementi parassiti nel comportamento dei convertitori cc/cc di base. Analisi ai piccoli segnali dei convertitori cc/cc sia in funzionamento continuo che discontinuo con controllo di tensione e di corrente. Esempi di progetto di regolatori e di uso del simulatore Simulink di Matlab. Schemi di reset per convertitori forward. Analisi di circuiti snubber passivi. Convertitori cc/cc soft-switching. Raddrizzatori ad elevato fattore di potenza: tecniche di analisi e di progetto. Aspetti di compatibilità elettromagnetica in elettronica di Potenza: analisi dei meccanismi di accoppiamento e tecniche di mitigazione dei disturbi. Esempi applicativi di progetto. Esercitazioni in laboratorio su alimentatori a commutazione.

**Risultati di apprendimento previsti:**

L'obiettivo principale del corso è quello di far acquisire allo studente familiarità nell'analisi dei convertitori a commutazione, e fornire gli strumenti sia teorici che pratici per il progetto e la realizzazione di sistemi di conversione ad elevata frequenza di commutazione.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

J. G. Kassakian, M. F. Schlecht, G. C. Verghese, Principle of Power Electronics, Addison Wesley, 1991, (ISBN 0-201-09689-7).

N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, Power Electronics: Converters, Applications, and Design, Second Edition, Wiley & Sons Inc., 1995, (ISBN 0-471-58408-8)

R. W. Erickson, D. Maksimovic, Fundamentals of Power Electronics, Second Edition, Kluwer Academic Publisher Group, 2001, (ISBN 0-7923-7270-0)

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Elettronica Industriale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Numero di turni di laboratorio: 2

**Nome insegnamento:** Fisica matematica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/07 (FISICA MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 26

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Benettin Giancarlo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** qualunque giorno, su appuntamento

**Orario di ricevimento:** qualunque orario, su appuntamento

### **Programma:**

Teoria qualitativa delle equazioni differenziali ordinarie:

Esempi elementari. Equilibrio, stabilità e stabilità asintotica; il teorema di Ljapunov per la stabilità dei punti di equilibrio. Ritratto in fase per i sistemi a un grado di libertà. Linearizzazione delle equazioni e classificazione dei punti di equilibrio in due variabili; biforcazioni. Sistemi auto-oscillanti: il ciclo limite in oscillatori meccanici (un modello di orologio) e in circuiti amplificati (l'equazione di Van der Pol). Esempi di moto caotico. (2) - Meccanica Lagrangiana: Vincoli olonomi, coordinate libere, vincoli ideali; energia cinetica, forze e energia potenziale nelle coordinate libere. Equazioni di Lagrange: deduzione, forma normale, proprietà di invarianza. Potenziali dipendenti dalla velocità, carica in campo elettromagnetico. Leggi di conservazione in meccanica lagrangiana: conservazione dell'energia, coordinate ignorabili e riduzione, teorema di Noether. Equilibrio, stabilità e piccole oscillazioni: condizione per l'equilibrio, teorema di Lagrange--Dirichlet, linearizzazione attorno a una configurazione di equilibrio, modi normali di oscillazione. Introduzione ai metodi variazionali: funzionali, equazione di Eulero--Lagrange, esempi; il principio di Hamilton.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

Si tratta di un corso di base a carattere fisico matematico. Lo studente acquisirà strumenti utili come il metodo di analisi qualitativa della dinamica, il formalismo lagrangiano e le basi del calcolo delle variazioni, ma soprattutto imparerà a analizzare il mondo fisico servendosi in modo critico del procedimento rigoroso caratteristico della matematica.

### **Testi di riferimento:**

Dispense del docente, dal titolo "Appunti di Fisica Matematica", reperibili sulla pagina web [www.math.unipd.it/~benettin](http://www.math.unipd.it/~benettin) e distribuite anche dalla Libreria Progetto.

### **Testi per consultazione:**

Qualche testo di approfondimento è suggerito a lezione. Di regola tuttavia le dispense sono sufficienti.

### **Propedeuticità:**

nessuna

### **Prerequisiti:**

i contenuti dei corsi di base di matematica e fisica della laurea triennale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

prova scritta per gli esercizi; a scelta prova orale o scritta per la teoria.

## MICROELETTRONICA 1

**Nome insegnamento:** Microelettronica 1

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/01 (ELETTRONICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 26

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Meneghesso Gaudenzio

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Venerdì

**Orario di ricevimento:** 8:30 - 10:30

### Programma:

Cenni di fisica dei semiconduttori. Contatti metallo/semiconduttore: struttura a bande e caratteristica corrente/tensione; contatti non rettificanti (ohmici). Giunzioni pn: comportamento statico, breakdown della giunzione, correnti in diretta, caratteristica corrente-tensione e comportamento dinamico.

Il sistema metallo/ossido/semiconduttore: struttura a bande, proprietà elettriche e carica all'interfaccia e nell'ossido. Condensatori MOS. Il transistor MOS: struttura, caratteristiche statiche e dinamiche. Non idealità del dispositivo MOSFET (correnti di sottosoglia, effetti di canale corto e stretto).

Tecnologie di fabbricazione di circuiti integrati CMOS.

### Risultati di apprendimento previsti:

Lo scopo del corso è approfondire gli aspetti di fisica dei dispositivi e le tecnologie di fabbricazione in modo da consentire una completa comprensione del principio di funzionamento dei dispositivi reali. A tale scopo saranno messi in evidenza gli elementi parassiti che caratterizzano il comportamento dei dispositivi nelle reali applicazioni pratiche (capacità parassite, tempi di ritardo, non idealità, ...).

### Testi di riferimento:

R. S. Muller, T. I. Kamins, "Device Electronics for Integrated Circuits", Third edition, Wiley 2003.

G. Meneghesso, "Esercitazioni di Microelettronica", Ed. Progetto, 2002

### Testi per consultazione:

R. S. Muller, T. I. Kamins, "Dispositivi elettronici nei circuiti integrati", Bollati Boringhieri, 1993

M. Sze, Fundamentals of Semiconductors Fabrication, Wiley, 2004

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Matematica e Fisica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### MISURE ELETTRONICHE

**Nome insegnamento:** Misure elettroniche

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/07 (MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 8

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 139

**Docente responsabile:** Prof. Benetazzo Luigino

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** stessi giorni delle lezioni

**Orario di ricevimento:** subito dopo le lezioni

**Programma:**

Programma:

- Principi fondamentali delle misure.
- Cenni sulle misure analogiche delle grandezze elettriche fondamentali
- Misure numeriche nel dominio di tempo-frequenza (contatori, frequenzimetri) e di ampiezza (voltmetri, multimetri, impedenzimetri).
- Diagnostica di circuiti digitali
- Strumenti per il rilievo di guasti
- Sistemi automatici di test
- Cenni sull'integrazione CAT, CAE, CAD
- Criteri per la valutazione dell'affidabilità
- Sistema qualità e normazione

Elementi sui Linguaggi di Programmazione per sistemi di misura basati su calcolatori.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisire le conoscenze necessarie ad un impiego consapevole della strumentazione elettronica di base. Acquisire la capacità di realizzare un sistema di misura ed eseguire correttamente le misurazioni su alcuni componenti e dispositivi di comune impiego in elettronica

**Testi di riferimento:**

- L. Benetazzo "Misure Elettroniche, Strumentazione Analogica"  
"Misure Elettroniche, Strumentazione Numerica"  
ed. CLeUP, Padova,
- L. Benetazzo, C. Narduzzi "Diagnostica digitale", UTET.
- L. Benetazzo "Complementi di Misure Elettroniche" , ed. Libreria Progetto, Padova.

Appunti dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

- E. Bava, R. Ottoboni, C. Svelto, Principi di misura, ed. Progetto Leonardo, Bologna 2000
- D. Mirri, Strumentazione Elettronica di misura, ed. CEDAM, Padova 2001

**Propedeuticità:**

Fondamenti di Elettronica, Segnali e Sistemi

**Prerequisiti:**

Elettrotecnica, Fondamenti di Automatica, Comunicazioni Elettriche

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Metodi di valutazione (prova scritta, orale, ecc.): ORALE e Prova di laboratorio

Modalità di frequenza: obbligatoria per il laboratorio / facoltativa per le lezioni teoriche

**PROGETTAZIONE DI CIRCUITI INTEGRATI ANALOGICI**

**Nome insegnamento:** Progettazione di circuiti integrati analogici

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/01 (ELETTRONICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 64

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 14

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Bevilacqua Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì`

**Orario di ricevimento:** 14:30--15:30

**Programma:**

Modello a piccolo segnale del transistor MOS, stadi elementari di amplificazione (common source, common gate, common drain) e coppia differenziale, rumore elettronico, generatori

di corrente e carichi attivi, Op-Amps e OTAs, retroazione stabilità e compensazione negli amplificatori integrati, riferimenti di corrente e tensione, reti risonanti integrate e adattamento di impedenza, amplificatori a radio frequenza accordati e a basso rumore, mixer, oscillatori armonici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Risultati di apprendimento previsti: Acquisire la conoscenza del flusso di progettazione dei circuiti integrati analogici mixed-signal e a radio frequenza in tecnologia CMOS, a partire dalle specifiche funzionali fino al layout delle maschere

**Testi di riferimento:**

P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis, R.G. Meyer, "Analysis and Design of Analog Integrated Circuits", J. Wiley & Sons, 2001

**Testi per consultazione:**

T. H. Lee, "The Design of CMOS Radio-Frequency Integrated Circuits", Cambridge University Press, 2004

A. M. Niknejad, "Electromagnetics for High-Speed Analog and Digital Communication Circuits", Cambridge University Press, 2007

B. Razavi, "RF Microelectronics", Prentice Hall, 1998

D. A. Johns, K. Martin, "Analog Integrated Circuit Design", J. Wiley & Sons, 1997

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Elettronica Analogica, Microelettronica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## PROPAGAZIONE E ANTENNE

**Nome insegnamento:** Propagazione e antenne

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/02 (CAMPI ELETTROMAGNETICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Capobianco Antonio-daniele

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Su appuntamento

**Orario di ricevimento:** Su appuntamento

**Programma:**

Equazioni di Maxwell, relazioni costitutive, equazioni delle onde e di Helmholtz. Teoremi fondamentali: Poynting, unicità, reciprocità ed equivalenza. La polarizzazione del campo e.m. Onde piane nei mezzi isotropi ed omogenei: classificazione, impedenza d'onda, riflessione dalla superficie di un buon conduttore. Guide d'onda a pareti conduttrici: proprietà dei modi, guide rettangolari, circolari e cavo coassiale. Linee di trasmissione: regime variabile e sinusoidale, adattamento. Principi fondamentali delle antenne: momento di dipolo, approssimazione di campo lontano, antenne filiformi, antenne ad apertura, schiere di antenne lineari e uniformi.

**Risultati di apprendimento previsti:**

La finalità del corso è di sviluppare e rifinire, oltre ai concetti dell'elettromagnetismo noti dai precedenti insegnamenti di Fisica, i principi da cui discendono vincoli insuperabili nella trasmissione di segnali e su cui si basano gli elementi comuni a tutte le tecnologie della trasmissione stessa.

**Testi di riferimento:**

M. Midrio, "Campi Elettromagnetici", SGE Editoriali, Padova, 2003; M. Midrio, "Propagazione Guidata", SGE Editoriali, Padova, 2003; M. Midrio, "Esercizi di Campi Elettromagnetici", SGE Editoriali, Padova, 2003; C. De Angelis, A. Galtarossa, G. Gianello, "Linee di Trasmissione", CUSL Nuova Vita, Padova, 1993.

**Testi per consultazione:**

Someda, "Electromagnetic Waves", Chapman & Hall, London, 1998.

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**TEORIA DEI FENOMENI ALEATORI**

**Nome insegnamento:** Teoria dei fenomeni aleatori

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 58

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 20

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Vangelista Lorenzo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: venerdì

Orario di ricevimento: 16:30-18:30

**Programma:**

Teoria assiomatica della probabilità. Variabili aleatorie. Definizione e descrizione statistica completa di una variabile aleatoria. Funzioni di variabile aleatoria. Aspettazione. Esempi fondamentali di variabili aleatorie. Definizione e descrizione congiunta di più variabili aleatorie. Successioni di variabili aleatorie. Teoremi limite: teorema limite centrale e legge dei grandi numeri. Processi aleatori, stazionarietà, analisi spettrale, analisi spettrale nei sistemi. Elementi di statistica

**Risultati di apprendimento previsti:**

Uso della teoria della probabilità e della statistica per lo studio di fenomeni aleatori

**Testi di riferimento:**

G. Cariolaro, G. Pierobon "Teoria della probabilità e dei fenomeni aleatori" Bologna, Patron, 1982, G. Cariolaro, Processi Aleatori, Libreria progetto, 2008, dispense di statistica

**Testi per consultazione:**

C.M. Monti, G. Pierobon "Teoria della probabilità" Bologna, Zanichelli, 2000, A. Papoulis, S.U. Pillai, Probability, Random Variables and Stochastic Processes. Fourth Edition, New York, McGraw-Hill, 2002

**Propedeuticità:**

Matematica C

**Prerequisiti:**

Elementi di base di calcolo e geometria

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**TEORIA DEI SISTEMI**

**Nome insegnamento:** Teoria dei sistemi

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 65

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 13

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Pinzoni Stefano

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: lunedì

Orario di ricevimento: 10.30 - 12.00

**Programma:**

Modelli ingresso-uscita e modelli di stato (casi continuo e discreto). Sistemi lineari e non lineari. Linearizzazione. Struttura dei sistemi lineari in forma di stato. Movimento libero e forzato. Matrice di trasferimento. Stabilità interna ed equazione di Lyapunov. Raggiungibilità, controllabilità e retroazione dallo stato. Allocazione degli autovalori e stabilizzabilità. Controllo dead beat. Osservabilità, ricostruibilità e stima dello stato. Stimatori alla Luenberger e rivelabilità. Stimatori dead-beat. Stimatori di ordine ridotto. Regolatori. Realizzazione minima di una matrice di trasferimento. Connessione di sistemi

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere e saper utilizzare le principali metodologie per l'analisi, il controllo, la stima e la realizzazione di sistemi dinamici lineari e stazionari, con più ingressi ed uscite, mediante tecniche basate sulla rappresentazione nello spazio degli stati.

**Testi di riferimento:**

E. Fornasini, G. Marchesini, Appunti di teoria dei sistemi, Libreria Progetto, 2002.

E. Fornasini, G. Marchesini, Esercizi di teoria dei sistemi, Libreria Progetto, 1997.

**Testi per consultazione:**

G. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini, Feedback control of dynamic systems, 4a ed., Prentice Hall, 2002.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA ENERGETICA

## APPARATI PER LA CONVERSIONE ELETTRICA DI FONTI RINNOVABILI

**Nome insegnamento:** Apparati per la conversione elettrica di fonti rinnovabili

**Anno di corso:** Il anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/32 (CONVERTITORI, MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Andriollo Mauro

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì

**Orario di ricevimento:** 14.00:15.00

### Programma:

Energia eolica

richiami di teoria (coefficiente di Betz)

caratteristiche tecnologiche delle turbine eoliche: evoluzione e stato dell'arte

cenni ai metodi per la valutazione della disponibilità della risorsa eolica

tecniche per la misurazione della velocità del vento

elementi per l'analisi statistica dei dati

influenza dell'altezza del rotore - turbolenza

coefficiente di potenza - prestazione della turbina eolica a diversi punti di lavoro

tipi di generatori elettrici

Generatori asincroni: generalità e richiami di teoria

generatore asincrono autoeccitato

generatore asincrono a rotore avvolto con alimentazione rotorica mediante convertitore

generatore sincrono a magneti permanenti

controllo del punto di lavoro di turbine azionanti generatori asincroni

Convertitori elettronici per applicazioni con fonti rinnovabili

cenni ai principali componenti allo stato solido - caratteristiche e limiti di funzionamento

aspetti connessi alla non idealità dei componenti

raddrizzatori non controllati e controllati: effetto della commutazione - potenza reattiva messa in gioco lato CA - contenuto armonico della tensione di uscita e della corrente di ingresso -

funzionamento da inverter dei raddrizzatori controllati

convertitori DC-DC: buck, boost, buck-boost (funzionamento continuo e discontinuo) - convertitori a ponte (PWM, logica di controllo unipolare e bipolare) - confronto tra convertitori dc-dc

- cenni al filtraggio

inverter: funzionamento in onda quadra e con PWM, tensione di uscita e corrente assorbita lato DC

applicazioni dei convertitori elettronici con aerogeneratori

Energia solare

Caratteristiche della luce solare

Calcolo dell'irraggiamento in relazione a posizione del sole ed ombreggiatura

Effetto fotoelettrico - limiti della conversione della luce in energia elettrica

Tipi di celle fotovoltaiche e caratteristiche principali: tecnologie costruttive, produzione del silicio, celle in silicio monocristallino, policristallino ed amorfo, celle con concentratore

Modellizzazione elettrica della cella fotovoltaica e curva caratteristica

Collegamento in serie ed in parallelo di più celle

Tecniche di controllo del punto di lavoro di pannelli fotovoltaici accoppiati a convertitori

energia solare termodinamica: caratteristiche e stato dell'arte della tecnologia, tipi di concentratore, problematiche di accumulo dell'energia

Energia da biomasse

Tipologie di fonti e cenni ai processi di conversione chimica

Tecnologie per la produzione di energia elettrica (combustione diretta, gasificazione, ecc.)

Produzione di energia elettrica da biogas con microturbine

Energia idroelettrica

Tipologie di impianti per lo sfruttamento dell'energia idroelettrica e corrispondenti caratteristiche degli azionamenti turbina-generatore; stazioni di pompaggio

Sfruttamento dell'energia dal moto mareale e da quello ondoso

Applicazioni di generatori elettrici lineari per le energie rinnovabili azionati da:

motori Stirling/a combustione interna free-piston in alternativa alle configurazioni convenzionali

cinematismi con moto lineare azionati dal moto ondoso

caratteristiche costruttive elettromagnetiche e peculiarità dei generatori lineari

Problematiche relative all'accumulo dell'energia prodotta da fonti rinnovabili (tecnologie, efficienza, costi, durata di vita, smaltimento,...):

accumulatori elettrici

pompaggio d'acqua in bacini in quota o d'aria in caverne sotterranee

accumulo termico (solare termodinamico)

Produzione di idrogeno (elettrolizzatori) da fonti rinnovabili e riconversione in energia elettrica (celle a combustibile): tecnologie, impiego dei convertitori per il controllo e l'integrazione con altre fonti e la rete

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscenza del principio di funzionamento dei generatori elettrici e dei convertitori elettronici utilizzati dai principali sistemi di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili; acquisizione degli elementi per la valutazione della resa energetica dei vari tipi di impianto

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni, reperibili al sito: [http://www.die.unipd.it/personale/doc/Andriollo\\_Mauro/didattica/corsi/](http://www.die.unipd.it/personale/doc/Andriollo_Mauro/didattica/corsi/)

[Apparati%20per%20la%20conversione%20elettrica%20da%20fonti%20rinnovabili/](http://www.die.unipd.it/personale/doc/Andriollo_Mauro/didattica/corsi/Apparati%20per%20la%20conversione%20elettrica%20da%20fonti%20rinnovabili/)

**Testi per consultazione:**

Andrea Bartolazzi: Le energie rinnovabili Ed. Hoepli

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:**

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## COMBUSTIBILI E COMBUSTIONE

**Nome insegnamento:** Combustibili e combustione

**Anno di corso:** Il anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/23 (CHIMICA FISICA APPLICATA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 6

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 141

**Docente responsabile:** Prof. Canu Paolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì e Giovedì

**Orario di ricevimento:** 17 (Lun) e 14.30 (Giov)

**Programma:**

A-Descrizione quantitativa di reazioni chimiche (stechiometria, equilibrio, cinetica), con particolare attenzione alle reazioni di ossidazione (esotermiche). Classificazione dei combustibili in base alle proprietà termiche e chimiche. Reattori ideali (densità costante). Fenomeni di trasporto

B-Definizioni (ossidazioni, combustioni, deflagrazioni, detonazioni, limiti di infiammabilità, eccesso d'aria, potere calorifico). Stechiometria delle combustioni. Termodinamica (eq. chimico e termochimica). Cinetica: meccanismi importanti. Modellazione con reattori ideali a densità variabile.

Combustione di gas: fiamme laminari premiscelate, fiamme a diffusione. Turbolenza: descrizione di moti turbolenti reattivi, fiamme turbolente premiscelate e no. Combustione di liquidi: evaporazione con reazione. Combustione di solidi: reazioni eterogenee con consumo della fase solida. Combustione catalitica. Combustibili non convenzionali (biomasse, alcoli, idrogeno, rifiuti, sottoprodotti). Celle a combustibile.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere i fondamenti teorici (chimici e fisici) dei processi di ossidazione totale e parziale,

con enfasi sulle interazioni fra reazione chimica, fluidodinamica e fenomeni termici. Conoscere le principali tecnologie per realizzare tali processi, sviluppando capacità progettuali basate su criteri di ottimo energetico e ambientale.

**Testi di riferimento:**

R. Turns, An Introduction to Combustion, McGraw-Hill, Singapore, 2000;

**Testi per consultazione:**

I. Glassman, Combustion, Academic Press, Orlando, 1996.

R. Dibble, U. Mass, J. Warnatz Combustion, 1999.

**Propedeuticità:**

nessuna, per a.a. 2008/09

**Prerequisiti:**

nessuno, per a.a. 2008/09

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## CONTROLLI AUTOMATICI

**Nome insegnamento:** Controlli automatici

**Anno di corso:** Il anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 372

**Docente responsabile:** Prof.ssa Valcher Maria Elena

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

1. Concetti elementari ed esempi: Introduzione ai concetti di fenomeno, sistema fisico e sistema dinamico. Esempi di sistemi a tempo continuo e a tempo discreto.
2. Dinamica dei sistemi a tempo continuo: Funzioni elementari, Prodotto di convoluzione, Evoluzione libera di modelli ingresso/uscita SISO, Risposta impulsiva ed evoluzione forzata, Evoluzione complessiva dei modelli ingresso/uscita, Esempi.
3. Analisi mediante trasformate di Laplace: Trasformata di Laplace e sue proprietà, Antitrasformata di Laplace, Le trasformate di Laplace nell'analisi dei sistemi.
4. Stabilità dei sistemi a tempo continuo e risposta di regime permanente: Definizioni e ca-

ratterizzazioni della stabilita', Il Criterio di Routh, Risposta a regime permanente e in frequenza, Alcune risposte in frequenza elementari.

5. Grafici della risposta in frequenza: Diagrammi di Bode, Diagrammi di Nyquist.

6. Proprieta' della risposta al gradino: Risposta al gradino ed in frequenza, Tempo di salita e banda, Tempo di assestamento e picco di risonanza, Tipo di un sistema.

7. Retroazione dall'uscita e stabilita' BIBO: Controllo del moto di un carrello, Retroazione dall'uscita, Stabilita' BIBO di un sistema retroazionato, Criterio di Nyquist, Applicazioni del criterio di Routh.

8. Controllo in retroazione: Schema di controllo e considerazioni preliminari, Tipo di un sistema retroazionato, Pulsazione di attraversamento e margine di fase, Legame tra i parametri in frequenza della funzione di trasferimento in catena aperta e in catena chiusa, Progetto del compensatore.

9. Controllo del pendolo inverso e del motore in corrente continua

10. Dinamica dei sistemi a tempo discreto: Successioni elementari, Prodotto di convoluzione, Evoluzione libera di modelli ingresso/uscita SISO, Risposta impulsiva ed evoluzione forzata, Evoluzione complessiva dei modelli ingresso/uscita, Esempi.

11. Analisi mediante trasformate zeta: Trasformata zeta e sue proprieta', Antitrasformata di Laplace, Le trasformate zeta nell'analisi dei sistemi.

12. Stabilita' e controllo dei sistemi a tempo discreto: Definizioni e caratterizzazioni della stabilita', la trasformazione bilineare, Il Criterio di Routh discreto, Cenni di sintesi di controllori discreti operando nel continuo.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Capacita' di analisi della dinamica e delle prestazioni di un sistema dinamico a tempo continuo o a tempo discreto - capacita' di sintetizzare un controllore a tempo continuo e di valutarne le prestazioni sia teoriche che attraverso simulazioni Matlab/Simulink - capacita' di adattare le tecniche viste in classe a sistemi fisici meccanici o elettrici non troppo complessi.

#### **Testi di riferimento:**

M. Bisiacco, M.E. Valcher " Controlli Automatici", Ed. Libreria Progetto, Padova 2008

#### **Testi per consultazione:**

A.Ferrante, A.Lepschy, U.Viaro "Introduzione ai Controlli Automatici", UTET Torino.

P.Bolzern, R.Scattolini, N.Schiavoni "Fondamenti di Controlli Automatici", 3° edizione, Mc Graw-Hill.

E.Borgatti, U.Viaro "Esercizi di Controlli Automatici", Editrice Patron, Bologna.

#### **Propedeuticit :**

#### **Prerequisiti:**

**Modalit  di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalit  di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## **ENERGETICA**

**Nome insegnamento:** Energetica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 68

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 10

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Cavallini Alberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Orario di ricevimento:** 10:30 - 12:00

**Programma:**

Risorse energetiche. Fonti di energia ed usi finali. Vettori ed utenze del sistema energetico. Ripartizione delle fonti. Il sistema elettrico.

Effetto serra antropico. Distruzione dell'ozono stratosferico.

Analisi economica comparativa di differenti alternative di interventi di sfruttamento/recupero energetico.

Le trasformazioni energetiche. Energetica termodinamica; la termodinamica a più di due variabili indipendenti. Equazioni generali di bilancio energetico ed exergetico. Poteri energetici ed exergetici dei combustibili ed analisi energetica ed exergetica dei processi di combustione. Rendimenti e perdite in termini di energia ed exergia.

Il sistema Idrogeno. Pile a combustibile. Termoelettricità. Cenni sulla fusione nucleare controllata.

Esemplificazioni applicative.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Esaminare le differenti fonti di energia primaria in rapporto ai fabbisogni, trattando tutti i problemi del loro sfruttamento (economici, tecnologici, di impatto ambientale) Fornire la basi di termodinamica avanzata per l'analisi dei sistemi di conversione energetica.

**Testi di riferimento:**

Dispense ed appunti da lezione

**Testi per consultazione:**

L. Borel - Thermodynamique et Énergetique, presses Polytechnique Romandes, Lausanne 1987.

A. Bejan - Advanced Engineering Thermodynamics, Third Edition, John Wiley & Sons, inc. 2003.

I. J. Kotas, The Exergy Method of Thermal Plant Analysis, Butterworth, London 1985.

**Propedeuticità:**

Fisica Tecnica

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## ENERGETICA APPLICATA

**Nome insegnamento:** Energetica applicata

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/09 (SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 55

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 15

**Ore di laboratorio assistito:** 8

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Mirandola Alberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

### **Programma:**

Risorse e consumi energetici: evoluzione storica, dati e commenti, strategie, prospettive. La situazione italiana. Impatto ambientale delle diverse tecnologie.

Impianti nucleari.

Impiantistica energetica nell'industria: caldaie e generatori di vapore industriali di piccola-media potenzialità, alimentati con combustibili tradizionali o con biomasse. Recupero energetico dalle biomasse: biocombustibili, con relativo bilancio di filiera; sperimentazione dei biocombustibili nelle caldaie e nei motori a combustione interna: prestazioni, emissioni, confronto con i combustibili tradizionali. Termovalorizzazione dei rifiuti combinata con impianti a vapore; esempi di impianti con relativi bilanci energetici; aspetti economici; sistemi per il controllo e l'abbattimento degli inquinanti.

Tecnologia del gas naturale: produzione nazionale e importazione; stazioni di compressione; trasporto e distribuzione; cabine di riduzione; turboespansione; impianti di ricevimento del GNL e rigassificazione.

Miglioramento e ottimizzazione di impianti energetici: studio delle curve di carico, simulazione di esercizio; metodo del DCF e valutazioni economiche.

Metodi termoeconomici per l'analisi e l'ottimizzazione degli impianti. Esempi di applicazione. Life Cycle Assessment con applicazioni (pannelli solari, biodiesel).

Distribuzione dell'energia nell'industria mediante fluidi (aria compressa, vapore, olio). Oleodinamica.

Visite ad impianti.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

Approfondire e sviluppare le conoscenze relative agli impianti termoelettrici e nucleari per la generazione di energia elettrica ed altri impianti di carattere innovativo. Apprendere alcune tecniche avanzate per lo studio e la valutazione dei sistemi di conversione energetica: analisi termoeconomiche, impiego di tecniche LCA (Life Cycle Assessment).

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Knowledge of Thermodynamics and Power Plants is requested.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### ENERGIE RINNOVABILI

**Nome insegnamento:** Energie rinnovabili

**Anno di corso:** Il anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 10

**Ore di laboratorio assistito:** 8

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Cavallini Alberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Orario di ricevimento:** 10:30 - 12:00

**Programma:**

Richiamo sulle fonti d'energia primaria. Il principio della sostenibilità. Effetto serra antropico. Potenzialità e problemi tecnico-economici per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili d'energia.

Legislazione europea e nazionale (incentivi economici, certificati verdi, conto energia ...).

La radiazione solare. Energia solare termica. Il solare termodinamico. Raffrescamento solare.

Energia solare fotovoltaica.

Energia eolica.

Geotermia ad alta temperatura e a temperatura neutra (GCHP).

Energia da biomasse.

Considerazioni generali sull'energia da maree, correnti marine e gradienti termici oceanici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire le basi scientifiche, tecniche ed economiche per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili d'energia.

**Testi di riferimento:**

Dispense ed appunti dalle lezioni.

**Testi per consultazione:**

D. Cocco, C. Palomba e P. Puddu - Tecnologie delle Energie Rinnovabili, SGE Editoriali Padova, 2008

R. Pallabazzer - Sistemi Eolici, Rubbettino, S. manelli, 2004.

**Propedeuticità:**

Fisica Tecnica, Energetica

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**IMPIANTI COMBINATI E COGENERATIVI**

**Nome insegnamento:** Impianti combinati e cogenerativi

**Anno di corso:** Il anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/09 (SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott.ssa Stoppato Anna

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì

**Orario di ricevimento:** 10.30-12.30

**Programma:**

- Turbine a gas: termodinamica: richiami di termodinamica, il ciclo semplice con particolare riguardo alle prestazioni; i cicli rigenerativi, interrefrigerati, con ricombustione; compressore e camera di combustione, turbina, raffreddamento delle turbine a gas; regolazione e influenza delle condizioni ambiente; deterioramento; Emissioni e sistemi di depurazione
- Impianti combinati: termodinamica; la caldaia a recupero a uno e più livelli di pressione regolazione; prestazioni
- Repowering e trasformazioni in impianto combinato
- Cicli misti gas-vapore
- Gassificazione, uso dell'idrogeno e prospettive future delle turbine a gas
- Cogenerazione: normativa e generalità; Impianti a vapore cogenerativi; Impianti a gas cogenerativi e impianti con motori a combustione interna; Esempi di soluzioni cogenerative cicli e industriali;
- Aspetti economici

**Risultati di apprendimento previsti:**

acquisire domestichezza con le caratteristiche principali di impianti combinati e cogenerativi, soprattutto dal punto di vista delle prestazioni e del loro legame con le richieste dell'utenza

**Testi di riferimento:**

Lozza "Turbine a gas e cicli combinati", Edizioni Progetto Leonardo - Bologna

**Testi per consultazione:**

materiale dato a lezione (reperibile anche sul sito)  
appunti delle lezioni

**Propedeuticità:**

nessuno

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**MACCHINE PER L'UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI**

**Nome insegnamento:** Macchine per l'utilizzo di fonti rinnovabili

**Anno di corso:** Il anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 18

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/08 (MACCHINE A FLUIDO), ING-IND/08 (MACCHINE A FLUIDO)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 18

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 372

Docente responsabile: Prof. Pavesi Giorgio

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: giovedì

Orario di ricevimento: 16.00 - 19.00

#### Programma:

Centrali Eoliche: Principi di funzionamento e definizioni, producibilità, mappe del vento, siti convenzionale e non (montagna, off-shore), installazioni eoliche in Italia. Tipologie: Aerogeneratori ad asse orizzontale e verticale, turbine a velocità fissa e passo variabile, turbine a velocità variabile e passo fisso. Regolazione: Stall regulated, calettamento variabile, velocità costante o variabile, problemi di instabilità. Icing: dinamica del processo, impatto sulle caratteristiche funzionali, sistemi di prevenzione. Small urban wind turbines: caratteristiche specifiche dei rotori e dei sistemi di controllo (Pale e mozzi flessibili, individual pitch control, generatori...). Allacciamento alla rete. Macchine a velocità fissa e variabile Certificazione degli aeromotori. Norme e procedure cogenti.

MicroHydro: Tipologia microturbine: Pelton, Turgo, Banky, Deriaz, Francis, PAT, turbine per il recupero energetico in acquedotti, canali di bonifica. Regolazione, Sistemi di trasmissione, Electronic Load Controller. Studi territoriali: Quantificazione del Potenziale, Impatto Ambientale. Normative cogenti.

Geotermia: Impianti per campi a vapore dominante: impianti a vapore saturo secco o surriscaldato, impianti con compressore e di estrazione dei gas condensabili. Impianti per campi ad acqua dominante pressurizzata a singolo e doppio flash. Impianti geotermici binari (ORC) ad acqua dominante pressurizzata. Impianti a due livelli ORC

#### Risultati di apprendimento previsti:

Principi che regolano il funzionamento delle macchine impiegate negli impianti di produzione o di utilizzazione di alcune delle fonti rinnovabili.

Acquisire conoscenze sui criteri di scelta e di progettazione preliminare delle macchine.

#### Testi di riferimento:

Rodolfo Pallabazzer Sistemi Eolici ed. Rubbertino, Appunti dalle lezioni.

#### Testi per consultazione:

David A. Spera: Wind turbine technology : fundamental concepts of wind turbine engineering, ASME press, 1994, Zbigniew Lubosny : Wind turbine operation in electric power systems, Springer, 2003

Fernando D. Bianchi, Hernan De Battista and Ricardo J. Mantz Wind turbine control systems : principles, modelling and gain scheduling design, London : Springer, 2007.

David M. Eggleston, Forrest S. Stoddard: Wind turbine engineering design ,Van Nostrand Reinhold Company, 1987

#### Propedeuticità:

Nessuno

#### Prerequisiti:

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

### METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA INDUSTRIALE

Nome insegnamento: Metodi matematici per l'ingegneria industriale

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: MAT/05 (ANALISI MATEMATICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Zampieri Giuseppe

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: thursday or by email

Orario di ricevimento: 3 p.m.

#### Programma:

- 1) Equazioni e sistemi differenziali, esistenza e unicità della soluzione, dominio massimale. Sistemi lineari, indipendenza funzionale, equazioni e forme differenziali, fogliazioni di curve integrali, metodo delle bicaratteristiche.
- 2) Analisi di Fourier, spazi di Hilbert, sistemi ortonormali, polinomi e serie di Fourier, disuguaglianza di Bessel ed uguaglianza di Parseval. Lo spazio  $L^2$ , completezza del sistema trigonometrico.
- 3) Equazioni alle derivate parziali. Equazione del trasporto, soluzione dell'equazione omogenea e inomogenea. Equazione di Laplace e funzioni armoniche. Soluzione fondamentale, proprietà di massimo di media e regolarità infinitamente differenziabile delle funzioni armoniche. Soluzione del problema di Dirichlet e rappresentazione integrale mediante il nucleo di Poisson. Equazione del calore, trasporto del calore, soluzione fondamentale. Equazione delle onde e delle oscillazioni. propagazione delle onde, coni di propagazione, soluzione fondamentale.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Equazioni differenziali, Analisi di Fourier, elementi di Equazioni alle derivate parziali

#### Testi di riferimento:

L. Baracco e G. Zampieri, Analisi 1, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elettronica (1999)

F. Bottacin e G. Zampieri, Analisi 2, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elettronica (1995)

G. Zampieri, Complex Analysis and CR Geometry, AMS Ulect 43 (2008)

L. Evans, Partial Differential Equations, Graduate Studies in Mathematics 19 (1998)

#### Testi per consultazione:

L. Baracco e G. Zampieri, Analisi 1, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elet-

tronica (1999)

F. Bottacin e G. Zampieri, *Analisi 2*, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elettronica (1995)

G. Zampieri, *Complex Analysis and CR Geometry*, AMS Ulect 43 (2008)

L. Evans, *Partial Differential Equations*, Graduate Studies in Mathematics 19 (1998)

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Funzioni di una e più variabili reali, calcolo differenziale e integrale, algebra lineare, curve e superfici.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA

**Nome insegnamento:** Metodi numerici per l'ingegneria

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/08 (ANALISI NUMERICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Gambolati Giuseppe

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Concetti base per la costruzione di modelli numerici. Soluzione di sistemi di equazioni non lineari. Soluzione di sistemi lineari sparsi di grande dimensione e calcolo dei corrispondenti autovalori/autovettori estremi. Metodi (proiettivi) del gradiente e del gradiente coniugato. Accelerazione dei metodi del gradiente. Precondizionatori. Differenze Finite (FD) per equazioni alle derivate ordinarie (ODE) del 1° e 2° ordine in elastodinamica. Cenni alle equazioni alle derivate parziali (PDE) del 2° ordine di tipo ellittico, parabolico ed iperbolico. PDE stazionarie ed evolutive nel tempo. Interpolazione con polinomi piecewise 1D e 2D. Spline. Elementi finiti triangolari, lineari, bilineari, biquadratici, bicubici, serendipity, isoparametrici. Principi variazionali. Metodo FEM (Finite Element Method). Metodi variazionali di Ritz e di Galerkin. Formulazioni deboli. Metodo dei residui pesati. Elementi non conformi e patch test. Metodi FD e spettrali per sistemi differenziali lineari del 1° ordine. Analisi di stabilità. Soluzione di siste-

mi di equazioni non lineari. Progetti numerici di ingegneria meccanica che comprendono la soluzione di sistemi di equazioni non lineari per la creazione di ruote dentate coniche e la soluzione FEM del problema stazionario della diffusione del calore in una piastra piana.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di fornire agli studenti della laurea magistrale le basi per la formulazione, lo sviluppo e la messa a punto di modelli numerici, in particolare modelli agli elementi finiti, per la soluzione di equazioni differenziali del 2° ordine ("boundary value problems" e "initial boundary value problems") che dominano nelle applicazioni dell'ingegneria meccanica.

**Testi di riferimento:**

Giuseppe Gambolati, Lezioni di Metodi Numerici per Ingegneria e Scienze Applicate, con esercizi, Cortina, 2° Ed., 619 pp, 2002.

**Testi per consultazione:**

Thomas J.R. Huges, The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Prentice-Hall, 833 pp, 1987.

Myron B. Allen et al., Numerical Modeling in Science and Engineering, J. Wiley, 412 pp, 1988.

**Propedeuticità:**

Calcolo Numerico

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROVA FINALE**

**Nome insegnamento:** Prova finale

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 21

**SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA**

**Nome insegnamento:** Sistemi elettrici per l'energia

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/33 (SISTEMI ELETTRICI PER L'ENERGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 10

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Caldon Roberto

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Venerdì

Orario di ricevimento: 16,00 - 18,00

**Programma:**

Cenni introduttivi sulla produzione e sui sistemi di trasmissione dell'energia elettrica. Il regime sinusoidale delle linee di trasmissione ed i diagrammi rappresentativi. La regolazione della tensione. Lo studio dei flussi di potenza in una rete. La regolazione della frequenza e delle potenze di scambio. La ripartizione economica del carico. La stabilità del parallelo: statica e transitoria. Il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti. Le sovratensioni nelle reti e loro propagazione. Protezione selettiva per corto circuiti: relè distanziometrici.

Esercitazioni sull'uso di software per il calcolo dei flussi di potenza e per la simulazione dinamica della regolazione di sistemi elettrici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisire la conoscenza della costituzione complessiva di un sistema elettrico di grandi dimensioni e gli strumenti per l'analisi del relativo funzionamento in regime stazionario e perturbato.

**Testi di riferimento:**

A. Paolucci, Lezioni di Trasmissione dell'energia elettrica, CLEUP, Padova 1998.

**Testi per consultazione:**

R. Marconato, Sistemi elettrici di potenza, voll.I e II, CLUP, Milano,1985. P.Kundur, Power System Stability and Control, McGraw-Hill, New York, 1994.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Impianti elettrici, Macchine elettriche, Controlli automatici.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**SISTEMI ENERGETICI**

**Nome insegnamento:** Sistemi energetici

**Anno di corso:** Il anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/09 (SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 62

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 16

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Lazzaretto Andrea

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento:

Orario di ricevimento:

#### Programma:

Definizione e tipi di sistema energetico: sistemi di conversione e di recupero di energia. Modellazione di sistemi energetici. Componenti e loro assemblaggio nel sistema completo. Carico nominale e carico parziale. Modelli termodinamici, exergetici e termoeconomici. Criteri risolutivi del sistema di equazioni del modello completo: risoluzione sequenziale e simultanea. Codici di calcolo per la modellazione di sistemi energetici. Esempi di applicazione.

Ottimizzazione di sistemi energetici. Formulazione del problema di ottimizzazione: funzione obiettivo, equazioni di vincolo. Algoritmi di ottimizzazione tradizionali ed evolutivi. Ottimizzazione mono e multi-obiettivo del progetto e del funzionamento di un sistema energetico. Esempi di applicazione.

Ottimizzazione del progetto di reti di scambiatori secondo la "Pinch Technology". Integrazione di processi termici con macchine termiche e pompe di calore. Sintesi di configurazioni di sistemi energetici innovativi.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Acquisire i principi e i criteri alla base della modellazione e ottimizzazione del progetto e del funzionamento di sistemi di conversione e recupero di energia.

#### Testi di riferimento:

Dispensa del docente

#### Testi per consultazione:

A. Bejan, G. Tsatsaronis, M. Moran, Thermal Design and Optimization, J. Wiley and Sons, New York, 1996. R.F. Boehm, Design Analysis of Thermal Systems, J. Wiley and Sons, New York, 1987. W.F. Stoecker, Design of Thermal Systems, McGraw-Hill, 1989. S. Rao, Engineering Optimization, Theory and Practice, J. Wiley and Sons, New York, 1996. G.V. Reklaitis, A. Ravindran, K.M. Ragsdell, Engineering Optimization, Methods and Applications, J. Wiley and Sons, New York, 1983. M. Moran, H.N. Shapiro, Fundamentals of Engineering Thermodynamics, J. Wiley and Sons, New York, 2004.

#### Propedeuticità:

#### Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

**Nome insegnamento:** Trasmissione del calore e termofluidodinamica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 36

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 14

**Ore di laboratorio assistito:** 2

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof.ssa Rossetto Luisa

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 12-13

**Programma:**

Applicazioni dei modi fondamentali della trasmissione del calore: Metodi numerici e codici di calcolo.

Trasmissione del calore dai gas di combustione.

Scambio termico con cambiamento di fase.

Deflusso bifase gas-liquido, regimi di deflusso, perdite di carico, frazione di vuoto.

Condensazione: in convezione forzata, di miscele, su superfici estese (intensificate).

Vaporizzazione: all'interno di tubi, all'esterno di fasci tubieri, di miscele, su superfici estese (intensificate). Flusso termico critico.

Scambio termico in nano / micro strutture: teoria e applicazioni (tubi di calore; raffreddamento in elettronica).

Tipi, verifica termica ed idraulica e dimensionamento di scambiatori: a fascio tubiero, a piastre e alettati. Recuperatori termici: a doppia batteria con pompa di circolazione, a tubi di calore, a rigenerazione, sistemi con flussi incrociati.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso fornisce nozioni sia di base sia applicative nel campo della trasmissione del calore.

**Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni

**Testi per consultazione:**

C. Bonacina et.al., A. Cavallini, L. Mattarolo, Trasmissione del calore, CLEUP, Padova, 1992.

G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott, Process Heat Transfer, CRC Press e Begell House, Boca Raton, 1994. Shah R.K., Sekulic D.P. Fundamentals of heat exchanger design, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE

## APPLICAZIONI INDUSTRIALI METALLURGICHE

**Nome insegnamento:** Applicazioni industriali metallurgiche

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/21 (METALLURGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Bonollo Franco

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 14.00-16.00

### Programma:

Cenni sui metodi di estrazione ed elaborazione dei metalli. Processi ed impianti siderurgici (produzione integrale dell'acciaio; acciaieria elettrica; impianti di affinazione dell'acciaio; colata continua; produttività dei vari processi; fonderia di ghisa; costi relativi alla produzione di getti e semilavorati in acciaio e di getti in ghisa; processi innovativi in campo siderurgico; lavorazioni plastiche)

Processi ed impianti per la produzione di leghe di alluminio (leghe di alluminio da lavorazione plastica e da getti; tecniche di colata in gravità; pressocolata; cenni a tecniche innovative di fonderia; confronto tecnico-economico tra i differenti processi).

Leghe d'oro (leghe da lavorazione plastica; leghe da fonderia; processi di microfusione).

Leghe a base titanio, magnesio, rame, zinco e piombo: aspetti tecnico-economici dei principali processi produttivi

### Risultati di apprendimento previsti:

Acquisizione delle conoscenze di base, di carattere metallurgico, tecnologico e tecnico-economico, sulle principali tipologie di impianti e di processi utilizzati nell'ambito della produzione metallurgica, con riferimento tanto al settore siderurgico quanto al comparto dei metalli non ferrosi.

### Testi di riferimento:

Dispense del Docente

### Testi per consultazione:

W. Nicodemi: Siderurgia - Processi e Impianti, AIM, Milano, 1994

M. Conserva, F. Bonollo, G. Donzelli: Alluminio - Manuale degli impieghi, Edimet, Brescia, 2004

### Propedeuticità:

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## GESTIONE DELL'ENERGIA

**Nome insegnamento:** Gestione dell'energia

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 16

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 123

**Docente responsabile:** Prof. Lazzarin Renato

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Il fabbisogno energetico

Andamento storico dei fabbisogni energetici a livello mondiale. Risorse energetiche disponibili a livello mondiale. Valutazione a livello ambientale dei processi di trasformazione dell'energia.

Le tariffe dell'energia elettrica per impieghi industriali.

Struttura tariffaria del metano e degli altri combustibili fossili.

La trasformazione e la distribuzione dell'energia nei processi industriali

La combustione. Sistemi di combustione. Il vapore nell'industria. Isolanti termici. L'aria compressa. Cogenerazione.

Il recupero termico industriale

Intensificazione dello scambio termico. Classificazione e descrizione degli scambiatori di calore.

Le pompe di calore nell'industria.

L'energia negli edifici dell'industria Il riscaldamento degli ambienti nell'industria.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire informazioni tecniche ed elementi di valutazione energetica ed economica delle principali utilizzazioni dell'energia nel settore industriale.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni. R. Lazzarin: Fabbisogno e risorse di energia in Italia e nel mondo, SGE, Padova, 1997. R. Lazzarin: Intervista sul riscaldamento degli ambienti nell'industria, 2<sup>a</sup> Edizione, SGE, Padova, 2002

**Testi per consultazione:**

L.C. Witte, P.S. Schmidt, D.R. Brown, Industrial Energy Management and Utilization, Hemisphere Publ. Co, Washington, 1988; G. Petrecca, Industrial Energy Management: Principles and Applications, Kluwer, Boston, 1993; Wayne C. Turner, Energy Management Handbook, The Fairmont Press, Liliburn, 1993.

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

Fisica tecnica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

La prova d'esame orale va completata da tesine assegnate durante il corso da presentare in sede di esame.

**GESTIONE DELL'INFORMAZIONE E DELLE AZIENDE IN RETE**

**Nome insegnamento:** Gestione dell'informazione e delle aziende in rete

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/35 (INGEGNERIA ECONOMICO-GESTIONALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 74

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 2

**Ore di laboratorio assistito:** 4

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 145

**Docente responsabile:** Prof. Bolisani Ettore

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** vedi sito internet <http://www2.gest.unipd.it/labtesi/eb-didattica/eb-didattica.htm>

**Orario di ricevimento:** vedi sito internet <http://www2.gest.unipd.it/labtesi/eb-didattica/eb-didattica.htm>

**Programma:**

A. Gestione dell'informazione nelle organizzazioni.

ICT nelle organizzazioni: evoluzione tecnologica e organizzativa dell'informatica aziendale.

Relazione tra organizzazione, informazione e ICT. Sistemi informativi aziendali: caratteristiche, tipologie, classificazioni; i sistemi informativi direzionali; i sistemi ERP. Pianificazione

dei sistemi informativi: dall'analisi dei fabbisogni informativi alle scelte progettuali di massima. Analisi e descrizione dei processi aziendali ai fini di una loro informatizzazione. Valutazioni economiche ed organizzative degli investimenti in sistemi informativi e ICT. Business intelligence: pianificazione e configurazione di sistemi direzionali. La funzione "sistemi informativi" in azienda: organizzazione e ruoli. Outsourcing dei sistemi informativi; ruolo delle imprese informatiche. Progetti e commesse di un nuovo sistema informativo.

B. Commercio elettronico, reti digitali e connessioni interimpresa

Sistemi informativi interorganizzativi (IOS): definizioni e classificazioni. Electronic Data Interchange (EDI) e relative applicazioni. Internet e il World Wide Web: origine ed evoluzione. Internet come fonte di informazione: strumenti e problematiche di ricerca in rete. Nuove applicazioni: dal commercio elettronico alle comunità virtuali al Web 2.0. Piattaforme, strumenti, applicazioni del commercio elettronico. La vendita in rete: opportunità e problemi. Siti Web aziendali: criteri di pianificazione e valutazione. Economia delle reti: nozioni, definizioni e problemi generali. Esternalità ed economie di rete. Il funzionamento dei mercati elettronici. Modelli di coordinamento dell'attività economica online. Creazione di valore online: la rete come supporto per la produzione e distribuzione di beni e servizi e per lo scambio e la gestione di conoscenza. Sistemi e modelli per il knowledge management. Gestione dell'informazione in rete e nuovi modelli di impresa. Funzioni aziendali nell'era digitale; strategie e modelli di business online. Business plan di un progetto di e-business.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di fornire concetti e strumenti operativi da un punto di vista economico-gestionale per la pianificazione di progetto di sistemi di gestione dell'informazione nelle organizzazioni. Si propone inoltre di fornire concetti e modelli di analisi-decisione per la gestione delle attività economiche lungo le reti digitali.

#### **Testi di riferimento:**

Dispense e appunti dalle lezioni (cfr. sito Internet del corso <http://www2.gest.unipd.it/labtesi/eb-didattica/GIAR/GIAR.htm>)

#### **Testi per consultazione:**

Camussone P.F., Il sistema informativo aziendale, ETASLIBRI, Milano, 1998; Tagliavini M. et al., Sistemi per la gestione dell'informazione, Apogeo, Milano, 2003; Bracchi G. et al., Sistemi informativi e aziende in rete, McGrawHill, Milano, 2001; Gottardi G., Bolisani E. (a cura di). Quale futuro per il commercio elettronico? Un'analisi delle prospettive alla luce del dibattito internazionale, FrancoAngeli, Milano, 2003; Gottardi G., Bolisani E., Di Biagi M. (a cura di), 2003, Mercati elettronici internazionali, Cleup, Padova. Shapiro C., Varian H.R., 1999, Information rules. Le regole dell'economia dell'informazione, ETAS, Milano.

#### **Propedeuticità:**

v. regolamento del CCS Ingegneria Gestionale

#### **Prerequisiti:**

v. regolamento del CCS Ingegneria Gestionale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

#### **Altre informazioni:**

-

## IMPIANTI INDUSTRIALI

Nome insegnamento: Impianti industriali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/17 (IMPIANTI INDUSTRIALI MECCANICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 48

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 30

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott.ssa Battini Daria

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento

**Orario di ricevimento:** su appuntamento

**Programma:**

Procedura per lo studio di un sistema di assemblaggio: fasi principali, obiettivi di ciascuna fase, strumenti disponibili. Il Group Assembly. Identificazione delle famiglie di assemblaggio costituite da modelli simili. Tecnica PFA, il metodo di King, la costruzione del Dendogramma. Definizione del ciclo caratteristico di assemblaggio e del diagramma delle precedenze combinato di una famiglia di prodotti. Metodi di rappresentazione del ciclo di assemblaggio. I layout dei sistemi di assemblaggio e scelta del regime di svincolo. Tecniche di rilevamento dei tempi di assemblaggio (cronotecnica, MTM e MOST, il Work Sampling), metodologie di analisi ergonomica delle attività di assemblaggio (in particolare OWAS e RULA). Progettazione ergonomica del Work Place e principi di progettazione del micro-layout. Parametri caratteristici di un sistema di assemblaggio. I sistemi FAS. Tecniche di bilanciamento di linee di assemblaggio di tipo Single Model a cadenza imposta e non imposta. Il metodo di Kottas-Lau. Il metodo di Peterson. Criteri di bilanciamento di sistemi di assemblaggio multi-models e mixed-models. La costruzione del Virtual Average Model. Sistemi di assemblaggio del tipo tavola rotante per bassi volumi produttivi. Calcolo delle scorte di sicurezza di moduli sub-assemblati disponibili per un sistema di assemblaggio ATO. Calcolo delle scorte di sicurezza dei componenti. Il calcolo del lotto economico congiunto (GOYAL). Il Consignment Stock. Problematiche di movimentazione dei materiali discreti e continui all'interno dei sistemi produttivi: criteri di scelta, progettazione e gestione degli impianti di handling. Casi aziendali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

L'obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze teoriche di base nel campo dell'analisi, progettazione e gestione di sistemi di assemblaggio flessibili manuali, semi-automatici e automatici.

**Testi di riferimento:**

Logistica Integrata e Flessibile (Pareschi A., Rigattieri A., Persona A., Ferrari E.). Progetto Leonardo. Bologna

Articoli scientifici forniti direttamente dal docente.

**Testi per consultazione:**

nessuno

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

La frequenza del corso non è obbligatoria ma consigliata.

## MECCATRONICA E AUTOMAZIONE

**Nome insegnamento:** Meccatronica e automazione

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 62

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 16

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Caracciolo Roberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

### Programma:

**GENERALITA'** Automazione fissa, programmabile e flessibile, Macchine automatiche, Robot industriali,

Meccatronica come integrazione di meccanica ed elettronica nell'automazione, Componenti principali di una macchina automatica. Scelta di un robot e/o di una macchina automatica, Tendenza del mercato.

**VIBRAZIONI MECCANICHE** Concetti elementari. L'oscillatore semplice smorzato. Pulsazione naturale e smorzamento relativo. Risposta libera e forzata. Sistemi riconducibili all'oscillatore semplice. Cenni di analisi modale.

**PIANIFICAZIONE DEL MOVIMENTO** Leggi di moto, Criteri di scelta elementari (minimizzazione di velocità accelerazione e coppia, contenimento delle vibrazioni), Scalatura delle leggi di moto, Traiettorie lineari con punti intermedi, Movimento in traiettoria predefinita. Ottimizzazione della traiettoria. Camme meccaniche e camme elettroniche. Tipologia e sintesi dei profili.

**CONTROLLORI E SCHEMI PER L'AUTOMAZIONE** Architetture di controllo e supervisione: PLC, controlli numerici e controllo assi, Controllo di un asse: Schema generale di controllo di un asse azionato da motori CC, funzioni di trasferimento in ciclo aperto e chiuso, taratura e stabilità dei regolatori.

**SENSORISTICA PER L'AUTOMAZIONE** Trasduttori di posizione (Encoder, resolver, LVDT, potenziometri), Trasduttori di velocità ed accelerazione, Sistemi di visione.

**AZIONAMENTI PER L'AUTOMAZIONE** Azionamenti oleodinamici e pneumatici, azionamenti elettrici: motori CC, passo passo, brushless, asincroni comandati da inverter. Procedure di scelta e dimensionamento. Caso di sistemi ad inerzia variabile.

COMPONENTISTICA PER TRASMISSIONI MECCANICHE Ruote dentate. Rotismi. Riduttori ordinari ed epicicloidali. Riduttori globoidali. Viti a ricircolo di sfere. Trasmissioni con organi flessibili (cinghie e catene).

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere i componenti fondamentali di un sistema mecatronico. Conoscere il concetto di integrazione di meccanica ed elettronica nelle macchine automatiche. Saper progettare semplici sistemi mecatronici.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni,  
Magnani P.L. Ruggieri G. "Meccanismi per macchine automatiche" UTET Torino ,  
Melchiorri, "Traiettorie per azionamenti elettrici" , Progetto Leonardo, Bologna,  
Funaioli, Maggiore, Meneghetti, Meccanica Applicata alle Macchine, Patron, Bologna

**Testi per consultazione:**

Fu Gonzales Lee Robotica, Mc Graw-Hill  
J.D. Klafter Robotic Engineering, an integrated approach,  
Sciavicco Siciliano, Robotica Industriale, Mc Graw-Hill

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## ORGANIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE E DEI SISTEMI LOGISTICI 2

**Nome insegnamento:** Organizzazione della produzione e dei sistemi logistici 2

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/35 (INGEGNERIA ECONOMICO-GESTIONALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 18

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 129

**Docente responsabile:** Prof. Vinelli Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì

**Orario di ricevimento:** 11-12

**Programma:**

La gestione delle operations e dei processi. Il ruolo strategico e gli obiettivi delle operations. Il processo di definizione della strategia delle operations. Il processo di acquisto e la sua gestione. La progettazione e gestione della rete di fornitura (supply network)supply network ed il processo di valutazione dei fornitori. La progettazione dei processi nelle operations: posizionamento ed analisi. Il supply chain management: la gestione della catena integrata di fornitura. La gestione della capacità e la pianificazione e controllo delle risorse. Nuovi modelli di produzione: Just in Time e Produzione Snella. La gestione della Qualità. Il Total Qualità Management. Tecniche e percorsi per il miglioramento continuo delle prestazioni nei processi, nelle operations, nelle reti di fornitura.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso illustra i principi, ed approfondisce le tecniche e la strumentazione dell'Operations Management, quale "arte che crea e distribuisce valore", ovvero come produrre e distribuire, nel modo più efficiente ed efficace, i prodotti e i servizi. Il corso presenta, secondo un percorso logico, sia le diverse attività dell'Operations Management che le loro relazioni con la strategia d'impresa.

**Testi di riferimento:**

La Gestione delle Operations e dei Processi, N. Slack, S. Chambers, R. Johnston, A. Betts, P. Danese, P. Romano e A. Vinelli, Pearson Education, Milano, 2007.

**Testi per consultazione:**

Operations Management: Process and Value Chains, L. Krajewski, L. Ritzmann, M. Malhotra, 2007, Prentice Hall.

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici 1

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

## ACUSTICA AMBIENTALE - ENVIRONMENTAL ACOUSTIC

Nome insegnamento: Acustica ambientale - Environmental acoustic

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE), ING-IND/11 (FISICA TECNICA AMBIENTALE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 48

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 4

Ore di laboratorio assistito: 2

Ore di attività riservate allo studio personale: 96

Docente responsabile: Dott. Di Bella Antonino

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Mercoledì

Orario di ricevimento: 11.30 - 12.30

### Programma:

Fondamenti di Acustica: generazione e propagazione dell'energia sonora; impedenza acustica; riflessione, trasmissione e diffrazione delle onde sonore; Interferenze di onde ed onde stazionarie; grandezze fondamentali e loro unità di misura; composizione in frequenza; caratterizzazione dei campi sonori. Proprietà acustiche di materiali e sistemi costruttivi: assorbimento acustico di materiali e strutture; resistenza al flusso di materiali porosi e fibrosi; trasmissione del suono per via aerea e potere fonoisolante; trasmissione del suono per via solida; norme per la misura in laboratorio ed in opera delle prestazioni acustiche di materiali. Percezione uditiva ed effetti del rumore: anatomia e fisiologia dell'apparato uditivo; risposta soggettiva; disturbo e danni uditivi da rumore. Strumenti e tecniche di misura fonometriche: trasduttori e misuratori di livello; calibratori acustici e metodi di taratura; principi di analisi dei segnali; analisi in frequenza e misuratori di spettro; livello sonoro equivalente ed analisi statistica dei livelli sonori; metodologie di misura dei livelli sonori; norme per la misura in laboratorio ed in opera della potenza e dell'intensità sonora; valutazione dell'incertezza delle misure. Caratterizzazione e controllo delle sorgenti di rumore: sorgenti di rumore e diffusione sonora in campo libero; caratterizzazione acustica di sorgenti sonore fisse e mobili; tecniche di limitazione del rumore alla sorgente. Rumore nell'ambiente esterno: barriere acustiche; inquinamento acustico dovuto al traffico stradale, ferroviario ed aereo; inquinamento acustico dovuto ad attività produttive; tecniche di contenimento del rumore in ambiente esterno; modelli matematici predittivi del rumore; Aspetti legislativi e normativi: normativa e legislazione europea; principi di classificazione acustica del territorio; valutazione di impatto ambientale; tecniche e strategie per il risanamento acustico. Rumore e vibrazioni negli ambienti di lavoro: rischio di danno uditivo negli ambienti di lavoro; modalità di valutazione dell'esposizione da rumore; criteri di intervento per la riduzione del rumore; dispositivi di protezione acustica individuale; vibrazioni trasmesse all'uomo. Rumore degli impianti tecnologici: classificazione degli impianti

e loro caratteristiche acustiche; tecniche di controllo del rumore e delle vibrazioni sia in ambiente esterno che interno.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Lo scopo del corso è di fornire conoscenze avanzate per l'analisi e la soluzione dei problemi riguardanti l'inquinamento acustico e la qualità acustica degli ambienti di vita e di lavoro. In particolare, verranno approfonditi gli argomenti riguardanti le tecniche controllo del rumore e la progettazione acustica del territorio.

**Testi di riferimento:**

BERANEK, L.L., Noise and Vibration Control, 1971  
SHARLAND, I., Woods Practical Guide To Noise Control, 1991

**Testi per consultazione:**

ISO Acoustics Standards  
BERANEK L.L., VÉR I., Noise and Vibration control Engineering, 1992  
CROCKER M.J., Encyclopedia of Acoustics, 1997  
HARRIS C.M., Handbook of Noise Control, 1979

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**BONIFICA DEI TERRENI CONTAMINATI - REMEDIATION OF CONTAMINATED SITES**

**Nome insegnamento:** Bonifica dei terreni contaminati - Remediation of contaminated sites

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Raga Roberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** by appointment

**Orario di ricevimento:** by appointment

**Programma:**

Identificazione e classificazione dei terreni contaminati; legislazione sulle bonifiche. Caratteristiche dei contaminanti e interazioni con la fase liquida, solida e gassosa nel sottosuolo. I contaminanti in fase non acquosa.

Attenuazione naturale dei contaminanti negli acquiferi. Tecniche di indagine preliminare: campionamento del terreno e dell'acqua di falda. Criteri di definizione della qualità dei suoli: criterio della concentrazione limite, criterio dell'analisi di rischio.

Progettazione degli interventi di bonifica; il piano di caratterizzazione. Le tecniche di intervento. Messa in sicurezza permanente. Trattamenti chimico-fisici di estrazione in situ e on-site; trattamenti di desorbimento termico; trattamenti di ossidazione in-situ e on-site; barriere idrauliche e sistemi pump and treat; biopile, bioventing/biosparging. La bonifica delle vecchie discariche di rifiuti solidi urbani.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Comprensione dei fenomeni di contaminazione del suolo e delle acque, capacità di scelta della più appropriata tecnica di intervento per la bonifica.

**Testi di riferimento:**

Bedient, P.B., Rifai H.S., Newell C.J. - Ground Water Contamination - Prentice Hall PTR; Upper Saddle River, NJ 07458, USA

**Testi per consultazione:**

Autori vari - Terreni Contaminati. Collana ambiente, volume 5, C.I.P.A editore, Milano, 1994.

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**CONTROLLO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO - AIR POLLUTION CONTROL**

**Nome insegnamento:** Controllo dell'inquinamento atmosferico - Air pollution control

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Mantovani Antonio

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

Orario di ricevimento:

Programma:

Risultati di apprendimento previsti:

Testi di riferimento:

Testi per consultazione:

Propedeuticità:

-

Prerequisiti:

-

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### DINAMICA DEGLI INQUINANTI

Nome insegnamento: Dinamica degli inquinanti

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ICAR/01 (IDRAULICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Lanzoni Stefano

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Il giorno della lezione

Orario di ricevimento: Al termine della lezione, nell'aula di lezione

Programma:

Principi generali: bilanci di massa ed energetici; diffusione molecolare; medie d'insieme e medie temporali; caratteristiche del processo stocastico; concentrazione media; nuvola media e media delle nuvole di tracciante; diffusione turbolenta; dispersione laminare e turbolenta. Richiami di cinetica delle reazioni chimiche e modelli di equilibrio chimico. Trasporto e me-

scolamento nei fiumi: dinamica degli inquinanti convenzionali; equazione di Streeter-Phelps e sue modifiche; assegnazione dei carichi inquinanti ammissibili; ossigeno disciolto in ampi corsi d'acqua ed estuari; cenni sulla soluzione numerica dell'equazione della convezione diffusione. Trasporto e mescolamento nei laghi: caratteristiche idrodinamiche delle correnti lacustri; mescolamento verticale e orizzontale nell'epilimnio e nell'ipolimnio; compartimentalizzazione; chimica e biochimica dei laghi; fenomeni di eutrofizzazione.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso intende fornire le basi metodologiche per affrontare le problematiche relative al trasporto, mescolamento e degradazione degli inquinanti nei corpi idrici naturali.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni.

**Testi per consultazione:**

J. L. Schnoor, *Environmental Modeling: Fate and Transport of Pollutants in Water, Air and Soil*, John Wiley, NY, 1996; H.B. Fischer, J. Imberger, J. List, R. Koh and N. Brooks, *Mixing in inland and Coastal Waters*, Academic Press, 1979; J. C. Rutheford, *River Mixing*, John Wiley, NY, 1996.

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**ECOTOSSICOLOGIA - ECOTOXICOLOGY**

**Nome insegnamento:** Ecotossicologia - Ecotoxicology

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

**Docente responsabile:** Da Assegnare

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

**Risultati di apprendimento previsti:**

**Testi di riferimento:**

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:**

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### ELETTROTECNICA AMBIENTALE - ENVIRONMENTAL ELECTRICAL SCIENCE

**Nome insegnamento:** Elettrotecnica ambientale - Environmental electrical science

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/31 (ELETTROTECNICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Maschio Alvise

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì e giovedì

**Orario di ricevimento:** 14.30 - 16.30 e 10.30 - 12.30

**Programma:**

Richiami di fisica dei campi elettrico e magnetico. Analisi dei circuiti in corrente alternata, sinusoidale e periodica qualsiasi. Sistemi trifase. Struttura di una rete elettrica di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Cenni sulla formazione di armoniche nelle reti elettriche: elettronica di potenza. Cabine elettriche MT/BT e trasformatori. Protezioni dai rischi di contatto negli impianti di distribuzione civile e industriale. Onde elettromagnetiche. Interazioni con corpo umano e dosimetria. Fonti di radiazioni elettromagnetiche non ionizzan-

ti. Effetti biologici e sanitari sul corpo umano. Strumentazione e tecniche di misura. Prevenzione, protezione e normativa.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di comprendere la natura dei problemi tecnico-ambientali legati ad installazioni elettriche. Sarà inoltre in grado di identificare la corretta azione di prevenzione o protezione e di verificare l'osservanza delle normative esistenti.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

F.Garzia, G.M.Veca, L'Inquinamento Elettromagnetico, Carocci Faber, Roma, 2002. D,Andreuccetti, M.Bini, A.Checucci, A.Ignesti, L.Millanta, R.Olmi, N.Rubino, Protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti, IROE "Nello Carrara", Firenze, 2001 M.Fauri, F.Gnesotto, G. Marchesi, A.Maschio, Lezioni di Elettrotecnica, vol.I, Elettrotecnica generale, Esculapio, Bologna, 2002 M.Fauri, F.Gnesotto, G.Marchesi, A.Maschio, Lezioni di Elettrotecnica, vol.II, Applicazioni elettriche, Esculapio, Bologna, 2002

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Nessuna

**ENERGETICA APPLICATA**

**Nome insegnamento:** Energetica applicata

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/09 (SISTEMI PER L'ENERGIA E L'AMBIENTE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 42

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 5

**Ore di laboratorio assistito:** 5

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Mirandola Alberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Risorse e consumi energetici: evoluzione storica, dati e commenti, strategie, prospettive. La situazione italiana. Impatto ambientale delle diverse tecnologie.

Impianti nucleari.

Impiantistica energetica nell'industria: caldaie e generatori di vapore industriali di piccola-media potenzialità, alimentati con combustibili tradizionali o con biomasse. Recupero energetico dalle biomasse: biocombustibili, con relativo bilancio di filiera; sperimentazione dei biocombustibili nelle caldaie e nei motori a combustione interna: prestazioni, emissioni, confronto con i combustibili tradizionali. Termovalorizzazione dei rifiuti combinata con impianti a vapore; esempi di impianti con relativi bilanci energetici; aspetti economici; sistemi per il controllo e l'abbattimento degli inquinanti.

Tecnologia del gas naturale: produzione nazionale e importazione; stazioni di compressione; trasporto e distribuzione; cabine di riduzione; turboespansione; impianti di ricevimento del GNL e rigassificazione.

Miglioramento e ottimizzazione di impianti energetici: studio delle curve di carico, simulazione di esercizio; metodo del DCF e valutazioni economiche.

Metodi termoeconomici per l'analisi e l'ottimizzazione degli impianti. Esempi di applicazione. Life Cycle Assessment con applicazioni (pannelli solari, biodiesel).

Distribuzione dell'energia nell'industria mediante fluidi (aria compressa, vapore, olio). Oleodinamica.

Visite ad impianti.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Approfondire e sviluppare le conoscenze relative agli impianti termoelettrici e nucleari per la generazione di energia elettrica ed altri impianti di carattere innovativo. Apprendere alcune tecniche avanzate per lo studio e la valutazione dei sistemi di conversione energetica: analisi termoeconomiche, impiego di tecniche LCA (Life Cycle Assessment).

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### **FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI**

**Nome insegnamento:** Fisica dei sistemi complessi

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** FIS/03 (FISICA DELLA MATERIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Maritan Amos

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Giovedì

Orario di ricevimento: 14:15-16:45

### Programma:

Meccanica statistica di equilibrio e non equilibrio: statistiche classiche e gli "ensemble" classici

Modelli esattamente risolubili: gas ideale, modello di tipo Ising.

Metodi di soluzione approssimati e campo medio

Invarianza di scala e gruppo di rinormalizzazione.

Fisica dei polimeri: polimero ideale in un solvente e approssimazione di Flory.

Fisica dei bio-polimeri: denaturazione del DNA, ripiegamento di proteine e origine della geometria degli stati

Proprietà frattali dei bacini fluviali e loro leggi di scala. Applicazione allo scaling metabolico degli organismi viventi (Kleiber's law).

Meccanica statistica di non-equilibrio: moto Browniano, processi di Markov, equazione di Langevin e di Fokker-Planck, teoria del responso lineare.

Dinamica di ecosistemi: dinamica delle foreste, biodiversità e conservazione delle specie.

### Risultati di apprendimento previsti:

Capacità di:

cogliere gli ingredienti salienti dall'osservazione di un fenomeno;

proporre modelli che incorporano gli ingredienti salienti;

eseguire calcoli analitici e numerici;

eseguire analisi di invarianza di scala.

### Testi di riferimento:

Appunti di lezione e alcuni capitoli da:

1. F. Reif "Fundamental of Statistical and Thermal" Physics McGraw-Hill.

2. van Kampen, N. G. "Stochastic Processes in Physics and Chemistry", Elsevier, 2004.

3. Gardiner, C. W. "Handbook of Stochastic Methods", Springer-Verlag, 1983.

### Testi per consultazione:

1. K. Huang "Statistical Mechanics" J. Wiley 1987

2. R. Kubo- M. Toda "Non equilibrium statistical mechanics" Springer Berlino.

### Propedeuticità:

-

### Prerequisiti:

-ANALISI MATEMATICA

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

### Altre informazioni:

-

## GEOFISICA AMBIENTALE - ENVIRONMENTAL GEOPHYSICS

**Nome insegnamento:** Geofisica ambientale - Environmental geophysics

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** GEO/11 (GEOFISICA APPLICATA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Cassiani Giorgio

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 10:00-12:00

### **Programma:**

Il corso introdurrà gli studenti alle tecniche geofisiche che possono essere utilmente applicate a problemi ambientali. Queste tecniche sono in grado di fornire immagini della porzione superficiale del sottosuolo, fino ad un massimo di alcune centinaia di metri di profondità, e con una risoluzione che varia da alcune decine di cm fino a qualche metro. Saranno discusse in dettaglio le seguenti tecniche:

- (1) ground-penetrating Radar (GPR), sia dalla superficie che in foro;
- (2) tomografia di resistività elettrica (ERT) , sia dalla superficie che in foro;
- (3) polarizzazione indotta, anche in configurazione tomografica;
- (4) potenziale spontaneo;
- (5) sismica a rifrazione e a riflessione ad alta risoluzione;
- (6) geofisica da pozzo.

Tutti i metodi saranno introdotti sulla base dei loro principi fisici, come pure delle relative tecniche di acquisizione, processing ed inversione. Gli specifici usi per scopi ambientali, quali la caratterizzazione ed il monitoraggio di siti contaminati e di discariche, e le applicazioni idrologiche verranno discussi in dettaglio con esempi pratici illustrati durante le lezioni e dimostrati sul campo.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

Alla fine del corso, agli studenti sarà richiesto di:

- comprendere le basi fisiche dei metodi geofisici adatti per investigazioni poco profonde di interesse ambientale.
- avere una comprensione pratica delle tecniche geofisiche applicabili alla risoluzione di problemi ambientali.

### **Testi di riferimento:**

Dispense del corso (ppt e pdf)

### **Testi per consultazione:**

- Sharma, P.V., Environmental and Engineering Geophysics, Cambridge University Press, 1997.  
- Burger, R.H. Introduction to Applied Geophysics Exploring the Shallow Subsurface, W.W. Norton & Co; Har/Cdr edition, 2006.

- Vereecken, H., A. Binley, G. Cassiani, A. Revil and K. Titov, Applied Hydrogeophysics, Kluwer Academic Publishers, 2006.

Una selezione di articoli da giornali scientifici internazionali.

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### GESTIONE DEI RIFIUTI NEI PAESI IN VIA DI SVILUPPO - WASTE MANAGEMENT IN DEVELOPING COUNTRIES

**Nome insegnamento:** Gestione dei rifiuti nei paesi in via di sviluppo - Waste management in developing countries

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Traenkler Josef

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Organizzazione della gestione dei rifiuti

Composizione dei rifiuti e le conseguenze per la loro gestione.

Riciclaggio dei rifiuti e coinvolgimento del settore privato

Raccolta dei rifiuti e pulizia delle strade

Gestione appropriata dei rifiuti e smaltimento finale

Gestione dei rifiuti e cambiamenti climatici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di

1) Descrivere le differenze della gestione dei rifiuti nei paesi in via di sviluppo e paesi industrializzati in relazione a organizzazione, economia, popolazione, singole unità di processo e lo smaltimento finale

2) Spiegare e valutare i cambiamenti nella gestione dei rifiuti solidi urbani e dei rifiuti speciali

nei paesi in via di sviluppo.

3) Calcolare e prevedere i cambiamenti nella composizione dei rifiuti e le conseguenze per la raccolta e lo smaltimento.

4) Descrivere e valutare gli aspetti della raccolta e del riciclaggio, il coinvolgimento del settore privato e le conseguenze sullo smaltimento.

5) Valutare le opzioni per lo smaltimento e relativi pretrattamenti

6) Analizzare le opzioni per il Clean Development Mechanism (CDM) all'interno del sistema di gestione dei rifiuti

7) Proporre soluzioni appropriate per sistemi di gestione integrata dei rifiuti.

**Testi di riferimento:**

Dispense distribuite a lezione

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### GESTIONE DEI RIFIUTI SOLIDI - SOLID WASTE MANAGEMENT

**Nome insegnamento:** Gestione dei rifiuti solidi - Solid waste management

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Cossu Raffaello

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Giovedì

**Orario di ricevimento:** 10:00 - 12:00

**Programma:**

Gestione dei rifiuti: concetti generali; Produzione dei rifiuti e loro caratterizzazione; Strategie per la gestione dei rifiuti nel mondo: politiche e direttive; Minimizzazione dei rifiuti; Raccolta differenziata; Sistemi di trasporto dei rifiuti; Processi di degradazione dei rifiuti; Bilanci

di massa e discarica sostenibile; Discarica: scelta del sito, conformazione della discarica, impermeabilizzazioni e drenaggi; Percolato: produzione e trattamento; Modello di produzione del biogas; Estrazione, trasporto e utilizzo del biogas; sistemi di copertura delle discariche; chiusura delle discariche, emissioni di lungo termine e post-gestione; Analisi di rischio; Bonifica delle vecchie discariche; Trattamenti meccanici: triturazione, vagliatura, selezione; Trattamenti biologici: processi e tecnologie di compostaggio; processi e tecnologie di digestione anaerobica; Trattamenti termici: processi, tecnologie, recupero energetico e trattamento dei fumi; Strategie innovative: Energianova e produzione biologica di idrogeno; Gestione dei rifiuti speciali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Lo studente al termine del corso sarà in grado di capire i concetti e le strategie per la gestione integrata dei rifiuti e avrà acquisito conoscenze sullo stato dell'arte delle tecniche per la gestione dei rifiuti. Sarà in grado di progettare un sistema integrato dei rifiuti solidi, di conoscere e gestire le problematiche connesse con la conduzione degli impianti e delle discariche. Conoscere, gestire e minimizzare gli impatti ambientali possibili di tali sistemi. Sviluppare e realizzare sistemi sostenibili per la gestione dei rifiuti solidi.

**Testi di riferimento:**

Appunti di lezione

**Testi per consultazione:**

Sardinia Symposium proceeding

T.H. Christensen, R. Cossu, R. Stegmann (1992), Landfill of waste: leachate. Elsevier Applied Science;

T.H. Christensen, R. Cossu, R. Stegmann (1992), Landfill of waste: barriers. Elsevier Applied Science;

T.H. Christensen, R. Cossu, R. Stegmann (1996), Landfill of waste: biogas. E&FN Spon

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**IDENTIFICAZIONE DEI MODELLI E ANALISI DEI DATI**

**Nome insegnamento:** Identificazione dei modelli e analisi dei dati

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Bisiacco Mauro

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Martedì e Mercoledì

**Orario di ricevimento:** 15.00 - 17.00

**Programma:**

Introduzione alle principali metodologie per la modellizzazione di sistemi dinamici e per la loro

identificazione. Definizione delle basi metodologiche per l'analisi di modelli incerti e la relativa

identificazione a partire da una serie di dati disponibili.

1. Modellistica di sistemi dinamici: sistemi a tempo continuo e discreto. Modelli di stato
2. Analisi dei sistemi dinamici: stabilità, analisi modale, sistemi non lineari, linearizzazione
3. Campionamento di sistemi a tempo continuo e modelli ARMA
4. Trasformata Zeta e sue applicazioni: funzione di trasferimento
5. Problema dell'identificazione parametrica a partire da dati rumorosi: metodo spettrale
6. L'approccio ai minimi quadrati (deterministico) e sue applicazioni alla stima dei parametri di un modello ARMA
7. Comportamento asintotico delle stime, efficienza, scelta del corretto ordine del modello
8. Stima ricorsiva ai minimi quadrati

**Risultati di apprendimento previsti:**

Uno studente che ha raggiunto gli obiettivi del corso sarà capace di:

1. determinare descrizioni matematiche approssimate di un dato sistema fisico
2. analizzare il comportamento di semplici sistemi dinamici
3. trovare il modello lineare che approssimi in maniera ottimale un dato sistema fisico
4. valutare l'accuratezza del modello identificato, dal punto di vista della sua capacità di spiegare il comportamento del sistema sotto esame

**Testi di riferimento:**

Dispense (a cura del docente)

Appunti dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

- Bittanti S. (2004), "Identificazione di Modelli e Controllo Adattativo", Pitagora editrice, Bologna.
- Bisiacco M., Braghetto S. (2000), "Lezioni di Teoria dei Sistemi", Esculapio editrice, Bologna.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

-

**Nome insegnamento:** Idraulica ambientale

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/01 (IDRAULICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 12

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Marion Andrea

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 16.30

**Programma:**

Analisi guidata dello stato dell'arte della ricerca sul trasporto di contaminanti e sedimenti nei corpi idrici superficiali.

Caratterizzazione idraulica e misura con traccianti del trasporto di inquinanti in fiumi e aree umide. Costruzione di scenari di contaminazione e della vulnerabilità dei siti a breve e lungo termine attraverso modelli di trasporto implementati in codici numerici ( OTIS, STIR).

Modelli e misure di contaminazione iporeica e sue implicazioni nella biologia e geochimica degli ambienti fluviali.

Impatti delle opere idrauliche sulla qualità dell'acqua e sull'ecologia, determinazione dei deflussi minimi da garantire. Compatibilità ambientale dell'uso della risorsa idrica a fini irrigui, idroelettrici e del ripristino ambientale.

Trasporto solido, morfologia fluviale, erosione, scavi localizzati, sovralluvionamento, esondazioni. Proprietà, dinamica del trasporto e impatto ambientale dei sedimenti fognari.

Valutazione degli impatti ambientali derivanti da eventi idrogeologici estremi, da rilasci di sostanze accidentali o dolose ed implicazioni per l'analisi assicurativa.

Casi di studio: aree umide naturali e artificiali, corsi d'acqua naturali fortemente antropizzati, canali di raccolta dei reflui di aree industriali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Lo studente che supera il corso è in grado di:

- valutare la vulnerabilità dei corsi d'acqua all'inquinamento;
- modellare il trasporto di soluti, colloidali e sedimenti in fiumi, aree umide ed estuari;
- analizzare l'impatto ambientale di opere idrauliche;
- Stimare le implicazioni idrauliche ed ecologiche delle catastrofi idrogeologiche.

**Testi di riferimento:**

materiale indicato dal docente durante il corso

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

Idraulica, Dinamica degli inquinanti

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## IDRODINAMICA FLUVIALE

**Nome insegnamento:** Idrodinamica fluviale

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/01 (IDRAULICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Di Silvio Giampaolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì, giovedì

**Orario di ricevimento:** 10:30-12:30

### **Programma:**

- Correnti fluviali a fondo fisso: moto quasi-uniforme in una sezione fluviale, moto quasi-permanente in un tronco fluviale, propagazione di piena in un sistema fluviale.
- Trasporto solido: origine dei sedimenti fluviali, modalità di trasporto di sedimenti a granulometria uniforme e permanente, resistenza di grano e di forma.
- Modellazione morfodinamica: generalità sui modelli 3D, 2D e 1D, varie approssimazioni dei modelli 1D.
- Applicazioni di morfodinamica fluviale: interrimento dei serbatoi artificiali, ri-naturalizzazione dei corsi d'acqua.
- Studio di casi.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

- Capacità di discutere i principi dell'idraulica e della meccanica dei fluidi applicati alle correnti fluviali a fondo fisso.
- Capacità di discutere i principi e le applicazioni della morfodinamica fluviale in presenza di fondo mobile.
- Capacità di discutere lo studio di un caso specifico.

### **Testi di riferimento:**

Appunti, estratti di memorie, altro materiale fornito in rete

### **Testi per consultazione:**

Saranno indicati durante il corso

### **Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-Idraulica, Meccanica dei Fluidi

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**IDROLOGIA SOTTERRANEA - SUBSURFACE HYDROLOGY**

**Nome insegnamento:** Idrologia sotterranea - Subsurface hydrology

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/02 (COSTRUZIONI IDRAULICHE E MARITTIME E IDROLOGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 32

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 14

**Ore di laboratorio assistito:** 6

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Putti Mario

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 12-13

**Programma:**

Il ciclo dell'acqua. Grandezze e relazioni costitutive dei mezzi porosi. Formazione geologica e descrizione dei sistemi acquiferi. La legge di Darcy. Le equazioni del flusso saturo in acquiferi confinati. L'approssimazione di Dupuit per acquiferi freatici. Soluzioni analitiche. Prove di pompaggio. Introduzione alla geostatistica. Leggi di risalita capillare. Flusso multifase e a saturazione parziale. Equazioni di Richards. Modelli di simulazione di sistemi acquiferi.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di introdurre i modelli matematici che reggono il fenomeno del flusso in mezzi porosi, con particolare riferimento ad acquiferi confinati e freatici. Verranno trattate anche le tecniche più importanti per l'analisi dei dati e la determinazione dei parametri delle equazioni a partire da indagini sperimentali.

**Testi di riferimento:**

Ghislain de Marsily Quantitative Hydrogeology. Academic Press. 1984.

**Testi per consultazione:**

Bear J. Dynamics of fluids in porous media, 1972

Freeze A. e Cherry J. Groundwater, 1988

Schwartz, Zhang: Fundamentals of Ground Water, 2003

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI

**Nome insegnamento:** Impianti di trattamento degli effluenti gassosi

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/25 (IMPIANTI CHIMICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 12

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Guarise Gian Berto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** tutti i giorni

**Orario di ricevimento:** dalle 12 alle 13

**Programma:**

Operazioni unitarie di trattamento: filtrazione, centrifugazione, precipitazione elettrostatica; separazione per impatto; assorbimento; assorbimento con reazione chimica; adsorbimento; biofiltrazione; termodistruzione termica, catalitica, rigenerativa. Scelta dei processi di trattamento di emissioni in presenza di particolato, solventi, sostanze maleodoranti, microinquinanti. Dimensionamento, verifica e gestione delle apparecchiature e degli impianti.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisizione delle conoscenze e degli strumenti necessari alla scelta, alla progettazione e alla gestione degli impianti per la riduzione delle sostanze inquinanti presenti nelle emissioni delle attività produttive e di servizio.

**Testi di riferimento:**

Dispense del docente; G.B. Guarise, Lezioni di impianti chimici, CLEUP, Padova 2006.

**Testi per consultazione:**

Testi per consultazione: P.N. Kheremisinoff, Air Pollution Control P.N. Kheremisinoff, Air Pollution Control and Design for Industry, M. Dekker Inc., N.Y. 1993; N. De Nevers, Air Pollution

Control Engineering, McGraw-Hill Inc., N.Y. 1995; W.T. Davis, Air Pollution Engineering Manual, J. Wiley & Sons Inc., N.Y. 2000.

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### LITOLOGIA E GEOCHIMICA - GEOLOGY AND GEOCHEMISTRY

**Nome insegnamento:** Litologia e geochimica - Geology and geochemistry

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** GEO/07 (PETROLOGIA E PETROGRAFIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Sassi Raffaele

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Concetti propedeutici. Struttura interna della Terra e cenni di tettonica delle placche. Mineralogia. Proprietà dei minerali. Struttura e classificazione dei silicati. I minerali delle argille. Metodi di analisi. Petrologia e Petrografia. I processi petrogenetici (magmatico, sedimentario, metamorfico) e relative rocce. Geologia Strutturale. Pieghe; faglie; sovrascorrimenti e falde tettoniche. Geomorfologia. Forme e loro evoluzione negli ambienti glaciale, eolico, costiero, fluiale e carsico. Movimenti di massa e stabilità dei versanti. Laboratorio. Riconoscimento e classificazione dei principali tipi di rocce. Carte e profili geologici. Differenziazione chimica della Terra. Geosfera. Classificazione geochimica degli elementi. Frazionamento degli elementi. Geochimica dei processi petrogenetici. I processi di alterazione.

Dissoluzione, idrolisi, ossidazione, idratazione. Alterazione dei silicati, carbonati e solfuri. Geochimica dei suoli. I minerali argillosi. Mineralogia dei suoli. Composizione e classificazione dei suoli. Geochimica delle acque superficiali. Cicli (bio-)geochimici a scala globale. Ciclo del carbonio e ossigeno; fattori che controllano O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> atmosferici; effetto serra; variazioni climatiche. Ciclo dell'azoto; nitrificazione e denitrificazione. Ciclo del fosforo e dello zolfo. Pro-

spezioni geochimiche. Anomalie geochimiche. Campionatura. Organizzazione di una relazione geochimica. Metodologie analitiche. Preparazione dei campioni. Introduzione ad alcune tecniche analitiche: SEM, XRPD, XRF, EMP

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso fornisce i mezzi per comprendere i principali processi geologici, tettonici e geomorfologici della crosta terrestre ed una base per l'analisi di sistemi naturali e l'interpretazione di dati geochimici. Nella parte finale del Corso verranno discussi alcuni lavori scientifici di carattere geologico- e geochimico-ambientale.

A fine Corso lo studente sarà in grado di:

- comprendere i principali processi geologici, tettonici e geomorfologici della crosta terrestre;
- riconoscere e classificare i principali tipi di roccia;
- leggere ed interpretare le sezioni geologiche;
- capire i motivi dei "background" naturali di alcuni importanti elementi chimici in ambienti naturali;
- comprendere le i cicli biogeochimici;
- identificare un problema ambientale ed il modo di risolverlo;
- stabilire l'impatto umano sugli ambienti naturali.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni; file pdf delle lezioni

**Testi per consultazione:**

Andrews J.E., Brimblecombe P., Jickells T.D., Liss P.S. (1996). An introduction to Environmental Chemistry. Blackwell Science (Ed.), 1-209

Berner E.K., Bener R. (1996) Global Environment. Prentice Hall (Ed.), 1-376.

Faure G. (1998). Principles and applications of geochemistry. Prentice Hall (Ed.), 1-600.

Montgomery C. W. (2008) Environmental Geology, Mc Graw-Hill Higher Education, 1-556.

Nelson E.G. (2004). Environmental Geochemistry. Thomson (Ed.), 1-514.

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**MODELLI DI CONTROLLO DEI SISTEMI AMBIENTALI**

**Nome insegnamento:** Modelli di controllo dei sistemi ambientali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 6

Ore di attività riservate allo studio personale: 96

Docente responsabile: Dott. Palmeri Luca

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: lunedì

Orario di ricevimento: 16-18

#### Programma:

Introduzione. Generalità sui modelli, modelli fisici e matematici. Modelli per la gestione e la ricerca. Riduzionismo, olismo. L'ecosistema come oggetto di ricerca. Gli elementi dei modelli. Tipi di modelli, selezione del modello appropriato. Procedure di modellizzazione. Modelli e diagrammi concettuali. Complessità ottimale. Analisi di sensibilità. Stima dei parametri e calibrazione. Validazione. I vincoli del modello ecologico. LABORATORIO: Concettualizzazione di un sistema reale - analisi di complessità. Rappresentazioni spaziali e temporali. Implementazione dei processi di advezione, diffusione e trasporto interfase. Modelli di bilancio di massa per sistemi miscelati e non (CSTR, PFR e MFR). LABORATORIO: Uso di modelli prefabbricati vs. scrittura di modelli. Fattori energetici (radiazione solare e temperatura). Sedimentazione e risospensione. LABORATORIO: Linguaggi di implementazione di modelli: Matlab e Simulino. Simulazione delle reazioni chimiche (equilibrio chimico) e dei processi di Adsorbimento e Volatilizzazione. Cicli biogeochimici dei nutrienti (Azoto e Fosforo). Bilancio dell'ossigeno. Il modello di Streeter & Phelps. LABORATORIO: Verifica e Analisi di sensibilità [ modello NPZ ]. Fotosintesi e produzione primaria. Crescita algale. Effetti della temperatura. Limitazione della luce e dei nutrienti. LABORATORIO: calibrazione di un modello. Cenni di ecotossicologia (Kow e Koc). Modelli metabolici (Ursin e von Bertalanffy). Impianti di fitodepurazione. Criteri di progettazione e gestione. Processi di fitodepurazione nelle aree umide. Introduzione ai modelli a parametri distribuiti (GIS). Esempio di modello di bacino per la generazione del carico di nutrienti. Modelli per la gestione (Sistemi di Supporto alle Decisioni). Modelli per l'eutrofizzazione e lo studio della limitazione dei nutrienti. Reti trofiche. Strumenti per l'analisi delle reti (ECOPATH). Modelli per la gestione e la valutazione delle politiche ambientali

#### Risultati di apprendimento previsti:

Fornire gli elementi per la realizzazione di un modello ecologico in genere; per uno di qualità delle acque per un corpo idrico superficiale ed applicarlo ad un caso di studio proposto.

#### Testi di riferimento:

S.E. Jorgensen and G. Bendoricchio, *Fundamentals of Ecological Modelling*, third edition, Elsevier, 2001.

#### Testi per consultazione:

S.C. Chapra, *Surface water-quality modeling*, 1997. V. Novotny, *Water Quality: Diffuse Pollution and Watershed Management*, 2. Edition - 2002. L. Palmeri, *Elementi di termodinamica per la modellistica dei sistemi ambientali*, Cleup 2002. R.H. Kadlec and R.L. Knight, *Treatment wetlands*, 1996, CRC press.

#### Propedeuticità:

#### Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

## REGIME E PROTEZIONE DEI LITORALI

Nome insegnamento: Regime e protezione dei litorali

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ICAR/02 (COSTRUZIONI IDRAULICHE E MARITTIME E IDROLOGIA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 48

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 4

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Ruol Piero

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento: mar-mer-gio

Orario di ricevimento: 10.30-13.00

### Programma:

Caratteristiche dell'ambiente marino. Cenni di oceanografia fisica. Fenomeni meteomarinari: venti, correnti, oscillazioni del mare. Classificazione delle onde e loro rappresentazioni teoriche. Rilevamento ed analisi di moto ondoso. Regime del moto ondoso e previsione delle condizioni estreme. Generazione del moto ondoso e procedimenti di ricostruzione. Fenomeni di propagazione del moto ondoso in profondità limitata; fenomeni di shoaling, rifrazione, diffrazione, frangimento. Fenomeni di interazione onde-strutture. Idrodinamica delle zone costiere. Regime dei litorali, caratteristiche dei sedimenti costieri. Evoluzione morfologica dei litorali, processi costieri, trasporto solido litoraneo ortogonale e parallelo a riva. Opere di difesa delle coste: interventi rigidi, ripascimenti artificiali ed interventi misti. Dune litoranee. Influenza delle opere sulle coste: valutazioni di impatto ambientale. Modelli fisici nell'ingegneria costi

### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di fornire concetti di oceanografia fisica e di descrivere i fenomeni meteomarinari, con particolare riguardo alla trattazione delle onde di mare. Dalla studio dell'idrodinamica costiera si giunge poi allo studio dei processi e della morfologia costiera, soffermando l'attenzione sullo studio del regime dei litorali e sui possibili sistemi di difesa, da mettere in relazione con l'impatto ambientale che tali interventi comportano.

### Testi di riferimento:

appunti dalle lezioni

### Testi per consultazione:

I.A. Svendsen, I.G. Jonsson, (1981): "Hydrodynamics of Coastal Regions", Technical University of Denmark, Lyngby.

Y. Goda (1985): "Random Seas and Design of Maritime Structures", The University of Tokyo Press.

US Army Coastal Engineering Research Centre (1984): "Shore Protection Manual".  
US National Research Council Marine Board: (1995): "Beach Nourishment and Protection", National Academy Press, Washington DC

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

idraulica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### RISORSE SOSTENIBILI E RINNOVABILI - SUSTAINABLE AND RENEWABLE RESOURCES

**Nome insegnamento:** Risorse sostenibili e rinnovabili - Sustainable and renewable resources

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Clarke William Paul

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Concetto di sostenibilità e rinnovabilità. Ciclo del Carbonio, Ciclo dei Nutrienti, Ciclo della materia. Concetto di deposito geologico. Concetto di riuso e di riciclo. Strumenti per la valutazione della sostenibilità e della rinnovabilità. Analisi dell'impronta ecologica. Bilanci energetici. "Energy Payback". Produzione biologica di metano. Produzione biologica di Idrogeno. Biocombustibili. Celle a combustibile biologiche. Analisi dei flussi metabolici. Energia eolica. Energia Solare. Energia Geotermica. Digestione Anaerobica, Fermentazione, Fotofermentazione, biofotolisi, Gasificazione, Pirolisi, Combustione.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Uno studente al termine del corso sarà in grado di:

- valutare la sostenibilità e la rinnovabilità di differenti sistemi tecnologici;
- conoscere la teoria e le prospettive di innovative sistemi tecnologici per la produzione di energia e materiali;
- valutare le migliori soluzioni per l'utilizzo di biomasse o rifiuti a fini energetici o per la pro-

duzione di materiali.

**Testi di riferimento:**

Materiale distribuito e consigliato dal docente al termine di ogni lezione

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

#### SISTEMAZIONE DEI CORSI D'ACQUA - REGULATION OF RIVERS

**Nome insegnamento:** Sistemazione dei corsi d'acqua - Regulation of rivers

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/02 (COSTRUZIONI IDRAULICHE E MARITTIME E IDROLOGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Salandin Paolo

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 11-13

**Programma:**

Scopi delle opere idrauliche e loro progettazione. Elementi di idrografia ed idrologia: il ciclo idrologico; raccolta ed elaborazione dei dati idrometeorologici; rappresentazioni geometriche del bacino e dei corsi d'acqua; elaborazione delle precipitazioni; valutazione delle portate di piena. Elementi idraulici di fiumi e torrenti. Trasporto del materiale solido; briglie, difese di sponda, confluenze dei torrenti; opere longitudinali e trasversali, rettifiche e nuove inalveazioni nei fiumi; arginature e rivestimenti di sponda; scolmatori e diversivi; attraversamenti e fenomeni localizzati in alveo. Impianti idroelettrici: regolazione delle portate con serbatoi; traverse fluviali; opere di dissipazione; dissabbiatori; paratoie; opere di deviazione temporanea; canali e gallerie. Cenni di navigazione interna.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire una adeguata conoscenza degli aspetti metodologici - operativi necessari alla progettazione delle principali opere idrauliche di difesa e di utilizzazione e per l'esercizio di queste ultime utilizzando metodi, tecniche e strumenti aggiornati

**Testi di riferimento:**

Da Deppo L., C. Datei e P. Salandin, Sistemazione dei corsi d'acqua - 5a Edizione, Libreria Cortina, Padova, 2004

**Testi per consultazione:**

Chow V.T., Open channel Hydraulics, McGraw-Hill, New York, 1959. Novak P., A.I.B. Moffat, C. Nalluri and R. Narayanan, Hydraulic structures - 3a Edizione, Spon Press, New York, 2001.

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI - GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS**

**Nome insegnamento:** Sistemi Informativi Territoriali - Geographical Information Systems

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/06 (TOPOGRAFIA E CARTOGRAFIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Salemi Giuseppe

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Orario di ricevimento:** Per appuntamento

**Programma:**

Definizione di GIS (Geographical Information Systems) e sue componenti.

Dati spaziali, mappe e caratteristiche tematiche.

Modellizzazione dei dati spaziali: entità, modelli, strutture, superfici, reti.

Gestione della terza e della quarta dimensione.

Gestione dei dati attributo.

Analisi dei dati: misure, query, riclassificazione, buffer, overlay, interpolazione spaziale.

Qualità dei dati: sorgenti di errore, modellizzazione degli errori.

Gestione di un progetto GIS: identificazione, design, implementazione, valutazione.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Gestione di un progetto GIS: identificazione del problema, definizione dei modelli spaziali, risoluzione dei problemi, analisi della qualità dei dati e gestione degli errori, valutazione del progetto, gestione degli output in termini di mappe e sistemi di supporto alle decisioni.

**Testi di riferimento:**

- Salemi G., Appunti e dispense del corso.

- Heywood I., Cornelius S., Carver S., An Introduction to Geographical Information Systems, Longman.

- Burrough P.A., McDonnell R. A., Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press

**Testi per consultazione:**

O'Sullivan D., Unwin D. J., Geographic Information Analysis, Wiley.

Peng Z., Tsou M., Internet GIS, Wiley

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale, Pratica

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**TECNICA DELLE COSTRUZIONI PER LA DIFESA DEL TERRITORIO - DESIGN OF STRUCTURES FOR ENVIRONMENTAL PROTECTION**

**Nome insegnamento:** Tecnica delle costruzioni per la difesa del territorio - Design of structures for environmental protection

**Anno di corso:** 1 anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/09 (TECNICA DELLE COSTRUZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Pellegrino Carlo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Giovedì

**Orario di ricevimento:** 12.00-13.00

**Programma:**

Prima parte: acquisire strumenti di calcolo mediante computer per l'analisi dei solidi e delle strutture deformabili. Il metodo degli elementi finiti (FEM). Funzioni di forma. Integrazione numerica. Matrice delle rigidezze e vettore dei carichi. Procedimenti di soluzione di sistemi di equazioni lineari. Restituzione grafica e numerica dei risultati. Riesame dei problemi e delle soluzioni della meccanica del continuo e delle strutture mediante FEM.

Seconda parte. La sicurezza strutturale. Cenni sul metodo delle tensioni ammissibili. Il metodo semiprobabilistico agli stati limite. Le azioni sulle costruzioni. I materiali da costruzione. Il comportamento di elementi strutturali in cemento armato agli stati limite. Stato limite ultimo per flessione e forza assiale. Stato limite ultimo per taglio e torsione. Stato limite ultimo per instabilità. Stati limite di esercizio. Cenni alle strutture in acciaio. Le verifiche degli elementi strutturali secondo la normativa italiana e gli Eurocodici. Esempi applicativi. Confronti tra il metodo agli stati limite e quello delle tensioni ammissibili. Cenni di dinamica e sismica delle strutture.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Lo studente sarà in grado progettare e verificare gli elementi principali delle strutture in cemento armato secondo i moderni metodi di calcolo e le normative vigenti.

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni. AA.VV. Progettazione di strutture in calcestruzzo armato - Guida all'uso dell'Eurocodice 2 con riferimento alle Norme Tecniche D.M. 14/01/2008 - a cura di AICAP - Edizioni Pubblicamento. G. Toniolo, Cemento Armato, Calcolo agli Stati Limite, Ed. Masson. F. Biasioli, P.G. Debernardi, P. Marro, Eurocodice 2, Esempi di Calcolo, Ed. Keope.

**Testi per consultazione:**

O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, The Finite Element Method, Vol. 1, The Basis, Butterworth, Oxford. Eurocodice n. 2 Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici. UNI-EN 1992-1-1. R. Walther, M. Miehlsbradt, Progettare in calcestruzzo armato. Fondamenti e tecnologia, Hoepli. E.F. Radogna Tecnica delle Costruzioni, Ed. Masson. Eurocodice n. 3 Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici. UNI-EN 1993-1-1. G. Ballio, C. Bernuzzi, Progettare costruzioni in acciaio, Hoepli.

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

Scienza delle Costruzioni

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

**TECNICHE DELL'ANTINCENDIO**

Nome insegnamento: Tecniche dell'antincendio

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: De Gasperin Luigi

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento:

Orario di ricevimento:

#### **Programma:**

Nozioni teoriche e pratiche relative:

Legislazione vigente. Pericolo-rischio, sicurezza, prevenzione e protezione, ecc. Il Servizio Nazionale di Protezione Civile. Emergenze e gestione delle Emergenze - Catastrofi. Sale operative e numeri brevi. L'uomo e il fuoco. Genesi, sviluppo, geometrie e propagazione. I parametri che predispongono e favoriscono gli incendi boschivi. I fattori ambientali e socio economici. I combustibili e loro caratteristiche. I modelli di combustione, il comportamento degli Incendi boschivi. La previsione, i tipi di incendi boschivi, gli scenari, i metodi di intervento, il contro fuoco, il fuoco prescritto. L'estinzione con veicoli terrestri, i prodotti chimici. L'impiego di mezzi aerei. Il coordinamento, strategie operative. L'intervento di interfaccia urbano-rurale. La sicurezza. I D.P.I. Tecniche per affrontare lo stress da emergenza. La cartografia. Indagini e determinazioni delle cause. La stima dei danni.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Risultati di apprendimento previsti: Il corso illustrando le problematiche generate nello scatenarsi di catastrofi in generale e in particolare di quelle relative agli incendi boschivi per organizzare in maniera adeguata azioni di prevenzione e di contrasto di un fenomeno reso oggi più preoccupante per la sempre più evidente origine antropica, intende preparare sia dal lato teorico sia pratico gli studenti verso una figura professionale (Direttore delle operazioni di spegnimento degli incendi boschivi) dotata di opportune e specifiche conoscenze tecniche, di elevate capacità operative e di un bagaglio di esperienze pratiche di conoscenza nel parco delle attrezzature, automezzi e mezzi aerei, sempre più sofisticato. La funzione del D.S.O. riassume un insieme di responsabilità poteri-doveri, e quindi di nozioni tecniche per poterli affrontare di elevata complessità, con un ruolo decisivo per svolgere molteplici attività decisionali e gestionali, proprie del ruolo di coordinamento delle operazioni di difesa ed estinzione degli incendi boschivi sempre più complesse e difficili e con capacità di indagine al fine di risalire alle cause dell'evento e di individuare elementi utili per la valutazione del danno ambientale.

#### **Testi di riferimento:**

Appunti del corso, Dispense, Manuale Tecnico.

#### **Testi per consultazione:**

Nessuno.

#### **Propedeuticità:**

Nessuna.

#### **Prerequisiti:**

Idraulica, Costruzioni idrauliche, Chimica, Elettrotecnica.

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

### TECNICHE DI PIANIFICAZIONE AMBIENTALE

Nome insegnamento: Tecniche di pianificazione ambientale

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ICAR/20 (TECNICA E PIANIFICAZIONE URBANISTICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 36

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 18

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 96

Docente responsabile: Dott.ssa Mittner Dunia

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento: Martedì

Orario di ricevimento: 14:00-15:00

#### Programma:

Ambiente, territorio e paesaggio sono termini che vengono spesso utilizzati secondo un'accezione generica o un principio di equivalenza, generando una sovrapposizione di significati.

Una prima distinzione si impone tra il termine "ambiente" che ha una derivazione scientifica e fa riferimento a valori di matrice ecologica (ambientale) e il termine "paesaggio", che ha una derivazione prevalentemente artistica e attiene alla sfera dei valori estetici (paesistici).

Il termine "territorio" dà origine a tante definizioni quante sono le discipline che gli sono collegate. Esso è stato spesso associato all'immagine del palinsesto sul quale si sono depositati nel tempo i segni della storia.

Il campo di appartenenza di tali termini viene chiarito attraverso l'indagine di casi studio ed autori italiani ed europei.

Per quanto riguarda l'applicazione dei valori ambientali alla pianificazione si intende fare riferimento alla tradizione dei Paesi nordeuropei (in particolare scandinavi), serbatoio ricco di esperienze attraverso il Novecento e gli anni più recenti.

Il pensiero e il lavoro di alcuni autori, tra i quali Alberto Magnaghi, Giovanni Maciocco e Roberto Gambino verrà analizzato nell'ambito del contesto italiano.

Il corso intende inoltre indagare il ruolo di alcune tecniche relative alla pianificazione ambientale, quali in particolare l'esame dei rischi, l'analisi a multi criteri e la valutazione ambientale strategica (VAS).

#### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di offrire un'introduzione ai temi dell'ambiente, del territorio e del paesaggio, all'interno delle esperienze urbanistiche europee recenti.

Gli argomenti trattati nelle lezioni intendono indagare gli strumenti disciplinari di intervento e le diverse forme di razionalità cui i termini fanno riferimento, illustrate nei loro caratteri essenziali e ricondotte alle loro matrici di formazione.

### Testi di riferimento:

Augustin BERQUE, Michel CONAN, pierre DONADIEU, Alain ROGER, "Mouvance: un lessico per il paesaggio. Il contributo francese", in: Fare l'ambiente, Lotus Navigator n.5, maggio 2002, pp. 78-100.

Virginio BETTINI, Ecologia urbana, Utet, Torino 2004, pp. 3-32, pp. 55-88.

BUSCA, Giovanni CAMPEOL, La valutazione ambientale strategica e le nuove direttive comunitarie, Palombi, Roma 2002.

André CORBOZ, "Il territorio come palinsesto", "Verso la città territorio", in: Paola Viganò (a cura di)., Ordine sparso. Saggi sull'arte, il metodo, la città e il territorio, Franco Angeli, Milano 1988, pp. 177-191; 214-218.

Arturo LANZANI (a cura di), "Paesaggio e ambiente", in: Urbanistica n. 85, 1986, pp. 99-121.

Vittorio GREGOTTI, "La forma del territorio", in: Il territorio dell'architettura, Feltrinelli, Milano 1966, pp. 59-98.

Giovanni MACIOCCO, Territorio e progetto. Prospettive di ricerca orientate in senso ambientale, Franco Angeli, Milano 2003, pp. 21-29.

Alberto MAGNAGHI, Il progetto locale, Bollati Boringhieri, 2000.

Alberto ZIPARO, "Pianificazione ambientale: la posizione di tre urbanisti", Urbanistica n. 104, gennaio-giugno 1995, pp. 50-91.

### Testi per consultazione:

Bibliografie specifiche saranno indicate alla fine di ogni

### Propedeuticità:

### Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

### Altre informazioni:

Altri membri della commissione di profitto:

Ruben Baiocco

## TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI APPROVVIGIONAMENTO - WATER SUPPLY TREATMENT

Nome insegnamento: Trattamento delle acque di approvvigionamento - Water supply treatment

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Traenkler Josef

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Miglioramenti nella gestione delle acque, ciclo idrologico, uso e domanda di acqua, qualità e quantità. Approvvigionamento idrico e cambiamenti climatici, parametri di qualità delle acque, parametri per la qualità delle acque potabili, richieste di acque di processo, risorse idriche, contaminazioni dell'acqua di origine naturale e antropica, contaminanti e variazioni delle concentrazioni, sistemi di approvvigionamento idrico, fattori che influenzano la qualità delle acque, sistemi di previsione e di protezione, sistemi integrati di gestione della risorsa acqua, conservazione dell'acqua, gestione della domanda d'acqua, processi chimici, fisici e biologici, soluzioni acquose, bilanci acido-base, reazioni di ossido-riduzione, interfaccia solido-liquido, equilibrio del carbonato di calcio, ciclo dell'azoto, sostanze umiche, disinfezione, clorazione, trattamenti all'ozono e con UV, trasferimento di gas, adsorbimento, ossidazione, coagulazione, flocculazione, rimozione dei solidi, sedimentazione, filtrazione, filtrazione lenta e veloce su sabbia, carboni attivi, scambio ionico, processi a membrana, agenti chimici per l'acqua, dimensionamento di processi unitari e progettazione di sistemi di trattamento, acque sotterranee e acque superficiali.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Uno studente al termine del corso sarà in grado di:

- valutare i possibili trattamenti per i sistemi di approvvigionamento delle acque e decidere le soluzioni ottimali in funzione degli obiettivi da raggiungere
- conoscere le basi teoriche dei diversi trattamenti e le prospettive delle tecnologie innovative
- valutare le soluzioni ottimali e progettare sistemi di approvvigionamento idrico.

**Testi di riferimento:**

Materiale distribuito al termine di ogni lezione

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

-

**TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI RIFIUTO - WASTE WATER TREATMENT**

**Nome insegnamento:** Trattamento delle acque di rifiuto - Waste water treatment

**Anno di corso:** 1 anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Ekama George

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento:

Orario di ricevimento:

### Programma:

Obiettivi del trattamento delle acque di rifiuto. Caratteristiche chimico-fisiche delle acque di rifiuto. misura del contenuto di sostanza organica, azoto e fosforo nelle acque di rifiuto. Effetti della sedimentazione e della filtrazione. Modellazione dei processi biologici dei sistemi a fanghi attivi inclusa la nitrificazione. Sviluppo di un modello stazionario per il sistema a fanghi attivi.

Teoria di flusso e applicazione al dimensionamento dei sedimentatori per le acque di rifiuto. Modello stazionario di digestione aerobica per la stabilizzazione del fango primario e per il fango di supero.

Sviluppo, validazione e applicazione di un modello stazionario di digestione anaerobica, generazione di fanghi, trattamento del surnatante, effetto del ricircolo dei fanghi sulla qualità dell'effluente, riduzione di nutrienti (Azoto e Fosforo)Il surnatante del trattamento fanghi.

Nitrificazione, 8NDcinetiche di denitrificazione, sviluppo di un modello stazionario di nitrificazione e denitrificazione (ND) , effetti del modello ND, Rimozione dell'azoto e qualità dell'effluente. Sviluppo e uso di un modello stazionario per la rimozione del fosforo. Dimensionamento e analisi di un impianto di rimozione dei nutrienti (Azoto e Fosforo).

Cinetiche di utilizzo dei composti organici rapidamente e lentamente biodegradabili da parte di batteri eterotrofici in un sistema a condizioni aerobiche e anossiche. Cinetiche di conversione dei composti organici rapidamente biodegradabili. Rilascio di fosforo e immagazzinamento batterico di substrato in condizioni anaerobiche; utilizzo batterico di substrato immagazzinato e accumulo di fosforo in condizioni aerobiche da parte dei microrganismi fosforo accumulatori. Presentazione del modello secondo la matrice di Petersen. Programmazione, modellazione e simulazione dei sistemi di rimozione biologica di nutrienti tramite i programmi UCTOLD e UCTPHO.

### Risultati di apprendimento previsti:

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- 1) Caratterizzare un'acqua di rifiuto tal quale e sedimentata
- 2) Utilizzare modelli stazionari per la progettazione e l'analisi di sistemi a fanghi attivi
- 3) Selezionare la corretta età del fango in funzione della produzione di fanghi di supero, della qualità dell'effluente, della richiesta di ossigeno, della produzione di fango, della rimozione di nutrienti e delle complessità di operazione
- 4) Conoscere, capire e applicare la teoria di flusso e altre procedure operative per dimensionare e analizzare i sedimentatori di un impianto di trattamento delle acque di rifiuto
- 5) Dimensionare il volume e la richiesta di ossigeno per la digestione aerobica dei fanghi di supero e dei fanghi primari in base alle specifiche qualità dell'effluente, alla stabilizzazione richiesta, all'ispessimento richiesto del fango e al rateo di trasferimento di ossigeno.
- 6) Dimensionare il volume di un digestore anaerobico di fanghi primari e di fanghi di supero, determinare la produzione di gas e il livello di pH in base alle specifiche qualità dell'effluente, alla stabilizzazione richiesta all'ispessimento richiesto del fango
- 7) Applicare i modelli stazionari per la progettazione e l'analisi di impianti di rimozione biolo-

gica dei nutrienti, per stimare il volume dei reattori, la richiesta di ossigeno e la qualità dell'effluente

8) Capire ed avere una conoscenza pratica delle cinetiche e della formulazione matematica utilizzate per la modellazione del comportamento dei batteri eterotrofi, autotrofi e fosforo accumulati, e i sistemi anaerobici-anossici-aerobici per la rimozione biologica dei nutrienti.

**Testi di riferimento:**

Biological Wastewater Treatment. Principles, Modelling and Design. Edited by Mogens Henze, Mark C.M. van Loosdrecht, George A. Ekama, Damir Brdjanovic. IWA Publishing.

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE - ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

**Nome insegnamento:** Valutazione di impatto ambientale - Environmental impact assessment

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ICAR/03 (INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 48

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 4

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Palmeri Luca

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 16-18

**Programma:**

Il programma del corso prevede l'esposizione della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale. In particolare verranno trattati i seguenti argomenti: la normativa, l'iter amministrativo, la stesura di un Studio di Impatto Ambientale e gli strumenti per la valutazione degli impatti. Saranno inoltre trattati argomenti strettamente correlati quali: Valutazione Ambientale Strategica, Valutazione di Incidenza e Integrated Pollution Prevention and Control. Verranno quindi introdotti i principali strumenti di valutazione, preceduti inizialmente da un'introduzione

ne generale sulla teoria delle decisioni e sugli strumenti di supporto alle scelte. Tra questi strumenti ampio spazio verrà riservato all'analisi a Multi Criteri, l'analisi di rischio e all'Analisi del Ciclo di Vita. Applicazioni a casi reali sono previste durante l'intero corso per approfondire gli argomenti teorici analizzati.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire agli studenti la teoria e la pratica di base per poter effettuare le principali valutazioni ambientali.

**Testi di riferimento:**

dispensa delle lezioni

**Testi per consultazione:**

Materiale di approfondimento fornito durante il corso

**Propedeuticità:**

-

**Prerequisiti:**

-

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

## A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

### ALGEBRA

Nome insegnamento: Algebra

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: MAT/02 (ALGEBRA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Tonolo Alberto

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: giovedì

Orario di ricevimento: 11-13

#### Programma:

Numeri: Numeri naturali e gli interi, Congruenze, GCD e l'algoritmo di Euclide, Teorema cinese del resto,  $\varphi$  di Eulero, numeri primi, RSA, algoritmi per la fattorizzazione in numeri primi

Gruppi: Definizione, sottogruppi e classi laterali, sottogruppi normali, omomorfismi di gruppi, teoremi di isomorfismo, gruppi ciclici, il gruppo simmetrico ed il gruppo alternante.

Anelli: Definizione, anelli quoziente, omomorfismi di anelli, campi di frazioni, anelli a fattorizzazione unica.

Polinomi: Anelli di polinomi, divisione tra polinomi, radici di un polinomio, polinomi ciclotomici, radici primitive, ideali in anelli di polinomi, campi finiti, algoritmo di Berlekamp.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Rendere gli studenti consapevoli dei principali concetti dell'algebra moderna, e delle sue possibili applicazioni.

#### Testi di riferimento:

Niels Lauritzen: Concrete Abstract Algebra, Cambridge Press 2003.

#### Testi per consultazione:

N. Koblitz, A Course in Number Theory and Cryptography, Springer 1987.

L. Childs, A concrete introduction to higher algebra, Springer, 1992.

T.H. Cormen et al., Introduction to Algorithms, 2nd edition, MIT Press, 2001.

A. Languasco-A. Zaccagnini: Introduzione alla crittografia moderna, Hoepli, 2004.

#### Propedeuticità:

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

**ARCHITETTURA DEGLI ELABORATORI**

Nome insegnamento: Architettura degli elaboratori

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 66

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 12

Ore di laboratorio assistito: 4

Ore di attività riservate allo studio personale: 143

Docente responsabile: Prof. Congiu Sergio

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: per appuntamento via e-mail

Orario di ricevimento: per appuntamento via e-mail

**Programma:**

Reti logiche: sistemi combinatori, metodi di analisi e di sintesi; sistemi sequenziali: latch e flip-flop. Struttura di un calcolatore: la memoria centrale; il modulo di controllo; le funzioni aritmetiche e logiche; le operazioni di I/O; microprogrammazione. Le istruzioni di macchina: metodi di indirizzamento; il meccanismo di chiamata a subroutine; allocazione dinamica della memoria. Sistemi di interruzione: commutazione del contesto; riconoscimento delle interruzioni; priorità; interruzioni esterne; trap; interruzioni software (system call). Memory mapping and management (MMU); memoria cache; memoria virtuale; accesso diretto alla memoria (DMA). Tecniche di parallelismo temporale nell'hardware: pipelining; architetture RISC. Introduzione alla famiglia dei processori ARM: organizzazione; istruzioni di macchina; programmazione in linguaggio assembly e accesso a strutture dati. Funzioni di un assembler e di un linker-loader.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere i metodi di analisi e sintesi delle reti logiche e l'organizzazione dell'hardware degli elaboratori; acquisire familiarità con la programmazione in linguaggio assembly; acquisire consapevolezza delle funzioni svolte dall'hardware e utilizzate dai sistemi operativi; acquisire la conoscenza di un processore reale (Architettura INTEL XScale); saper valutare le caratteristiche tecniche dei calcolatori presenti sul mercato.

Testi di riferimento:

S. Congiu, Architettura degli elaboratori, Pàtron, Bologna, 2007.

Testi per consultazione:

D.A. Patterson, J.L. Hennessy, P.J. Ashenden, J.R. Larus, Computer Organization and Design - The Hardware-Software Interface (third edition), Morgan-Kaufmann, 2004;

D.A. Patterson, J.L. Hennessy, D. Goldberg, K. Asanovic, Computer Architecture - A Quantitative Approach (fourth edition), Morgan-Kaufmann, 2006;

Franco P. Preparata, "Introduzione alla organizzazione e progettazione di un elaboratore elettronico", Franco Angeli, 2002.

W. Stallings, Computer Organization and Architecture (seventh edition), Prentice-Hall, 2006;

A.S. Tanenbaum, Structured Computer Organization (fifth edition), Prentice Hall, 2006;

G. Bucci, Architettura e organizzazione dei calcolatori elettronici, Fondamenti, McGraw-Hill, 2005.

Propedeuticità:

Nessuna

Prerequisiti:

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

## BASI DI DATI

Nome insegnamento: Basi di dati

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Gradenigo Girolamo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Lunedì

Orario di ricevimento: 10.00-12.00

Programma:

1. Introduzione: Funzionalità di un sistema di gestione di basi di dati (DBMS). Architettura e componenti di un DBMS. Linguaggi di definizione e manipolazione dati. Dati, metadati, schema e catalogo dei dati.

2. Basi di dati relazionali: Il modello relazionale: strutture, vincoli e operazioni. L'algebra re-

lazionale. Il linguaggio SQL.

3. Progettazione di basi di dati: La progettazione concettuale; il modello Entità/Associazione (E/R). Costruzione di schemi concettuali. La progettazione logica. Dipendenze funzionali e normalizzazione.

4. Elementi di progettazione fisica.

5. Introduzione alla tecnologia di un database server: Concetto e proprietà delle transazioni.

6. Cenni sulle evoluzioni dei modelli dei dati e delle architetture per basi di dati.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie e degli strumenti per la progettazione di sistemi di basi di dati e le tecniche utili per lo sviluppo di un progetto reale.

**Testi di riferimento:**

R.A. Elmasri, S.B. Navathe. Sistemi di basi di dati - Fondamenti. Pearson - Addison Wesley, 4° ed., Milano, 2004.

P. Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone, Basi di dati - Modelli e linguaggi di interrogazione, McGraw-Hill, Milano, 2002

**Testi per consultazione:**

P. Atzeni, S. Ceri, P. Fraternali, S. Paraboschi, R. Torlone. Basi di dati - Architetture e linee di evoluzione. McGraw-Hill Libri Italia, Milano, 2003.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## CALCOLO PARALLELO

**Nome insegnamento:** Calcolo parallelo

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 18

**Ore di laboratorio assistito:** 20

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 127

**Docente responsabile:** Prof. Bilardi Gianfranco

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Giovedì

Orario di ricevimento: 11:00-12:00 (o su appuntamento)

**Programma:**

Parallelismo implicito e architetture superscalari. Misura del parallelismo nelle computazioni: greedy schedule e lunghezza del cammino critico. Algoritmi paralleli: algebra lineare, sorting e merging, trasformate di Fourier, instradamento dei messaggi, calcolo dei prefissi. aritmetica. Le comunicazioni nel calcolo. Topologie delle reti di interconnessione: array multidimensionali, ipercubo, cube-connected-cycles, shuffle-exchange, alberi, fat-tree. Diametro e banda di dicotomia di una rete. Teoria degli embedding tra grafi. Simulazioni tra macchine parallele. Gerarchie di memoria. Modello VLSI e complessita' area-tempo. Elementi di programmazione parallela: modello message-passing e librerie MPI; modello shared-memory. Laboratorio di programmazione parallela.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Capacita' di progettare, analizzare e programmare algoritmi paralleli.  
Conoscenza delle architetture parallele. Elementi di complessita' delle realizzazioni VLSI.

**Testi di riferimento:**

Note dalle lezioni. Raccolte testi di esami precedenti.

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticit :**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Fondamenti di Informatica. Dati e Algoritmi 1.

Modalit  di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalit  di frequenza: Facoltativa

**Altre informazioni:**

Metodi di valutazione: tesina di laboratorio

Numero di turni di laboratorio: 2

**CONTROLLO DIGITALE**

Nome insegnamento: Controllo digitale

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/04 (AUTOMATICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 10

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attivit  riservate allo studio personale: 88

Docente responsabile: Prof. Ciscato Dorian

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Lunedì - Martedì

Orario di ricevimento: 11.30-12.30

**Programma:**

Equazioni alle differenze e trasformata zeta. Studio dei sistemi discreti ed a segnali campionati: scelta della frequenza di campionamento, stabilità e risposta frequenziale. Discretizzazione approssimata di controllori continui, algoritmi PID assoluti ed incrementali, metodi analitici e sperimentali di sintesi dei controllori PID. Sintesi nel discreto di sistemi di controllo digitale diretto: sintesi mediante trasformazione bilineare, sintesi diretta, sistemi a tempo di risposta finito (deadbeat).

Problemi di realizzazione dei controllori digitali: strutture, messa in scala delle variabili, effetto delle quantizzazioni e cili limite. Esempio di controllo digitale.

Simulazione di sistemi continui, discreti ed a segnali campionati.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire le basi per l'analisi ed il progetto di sistemi di controllo digitale

**Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni.

**Testi per consultazione:**

G.F.Franklin, J.D.Powell, M.L.Workman "Digital Control of Dynamic Systems" ed. Addison-Wesley Publ. Co. 1998.

M.L.Corradini, G.Orlando " Controllo digitale di sistemi dinamici" ed. Franco Angeli 2005.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Fondamenti di automatica. Analisi dei sistemi.

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

**DATI E ALGORITMI 2**

Nome insegnamento: Dati e algoritmi 2

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Pucci Geppino

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Giovedì

Orario di ricevimento: 16:15-17:30

#### Programma:

1. Introduzione agli argomenti del corso. Richiami: definizione di problema e algoritmo; modello computazionale; modello di costo; uso dello pseudolinguaggio.

2. Il paradigma divide-and-conquer:

- o Caratteristiche generali e strumenti per l'analisi
- o Moltiplicazione di interi: algoritmo di Karatsuba
- o Moltiplicazione di matrici: algoritmo di Strassen
- o Moltiplicazione di polinomi: la Fast Fourier Transform e le sue applicazioni
- o Selezione di order statistic

3. Il paradigma dynamic programming:

- o Caratteristiche generali: sottoproblemi ripetuti e tecniche di risoluzione
- o Algoritmo di Matrix-chain multiplication
- o Problemi su stringhe: Longest Common Subsequence
- o Memoizzazione

4. Il paradigma greedy

- o Problemi risolvibili con l'approccio greedy
- o Il problema della selezione di attività
- o I codici di Huffman per la compressione dei dati

5. La teoria della NP-Completezza

- o Classi di complessità P, NP, co-NP e NPC
- o Tecniche di riducibilità in tempo polinomiale

#### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di introdurre paradigmi generali per il progetto e l'analisi di algoritmi efficienti per la risoluzione di problemi computazionali. Per concretezza, le tecniche generali verranno applicate alla risoluzione di problemi di grande importanza pratica. L'enfasi del corso è sulle metodologie di progetto e di analisi piuttosto che sulla programmazione.

#### Testi di riferimento:

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introduction to Algorithms - Second Edition. McGraw Hill/MIT Press, Cambridge Mass. USA, 2001.

#### Testi per consultazione:

Dispense del docente

#### Propedeuticità:

Nessuna

#### Prerequisiti:

Strutture dati, Notazione asintotica, Fondamenti di matematica discreta

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

Nome insegnamento: Economia dell'informazione

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/35 (INGEGNERIA ECONOMICO-GESTIONALE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Muffatto Moreno

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: martedì

Orario di ricevimento: 10:00-12:00

#### Programma:

Principi generali di economia dell'informazione. I beni dell'informazione. Caratteristiche e modalità di sviluppo dei beni dell'informazione. Produzione e riproduzione dei beni dell'informazione. La distribuzione dei beni dell'informazione. Esternalità di rete. Switching costs e lock-in. La creazione di standard tecnologici e la competizione per gli standard. Strategie delle imprese nei settori dell'Information Technology.

Beni dell'informazione e diritti di proprietà intellettuale (IPR). Tipologie di diritti di proprietà intellettuale. Strategie di apertura e di controllo della proprietà intellettuale. Il prodotto software. Categorie di software e diritti di proprietà intellettuale. Il software Open Source. Estensione del concetto di apertura e peer production. Il business del software. Dal prodotto al servizio. Le tecnologie dell'informazione e Internet. ICT a supporto dei processi aziendali. Effetti economici e sociali.

#### Risultati di apprendimento previsti:

L'insegnamento si propone di analizzare le caratteristiche peculiari dell'economia e della gestione dei beni dell'informazione ed il ruolo delle tecnologie dell'informazione a supporto dei processi aziendali.

#### Testi di riferimento:

Shapiro C., Varian H.R. Information Rules. Le regole dell'economia dell'informazione, Etas, Milano, 1999.

Varian H.R., Farrell J., Shapiro C., The Economics of Information Technology: An Introduction, Cambridge University Press, 2004.

Cusumano M, The Business of Software, Free Press, 2004.

Muffatto M. Open Source. A Multidisciplinary Approach, Imperial College Press, London 2006.

#### Testi per consultazione:

Brown J.S., Duguid P., La vita sociale dell'informazione, Etas, 2001.

#### Propedeuticità:

Nessuna

#### Prerequisiti:

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI

Nome insegnamento: Elaborazione numerica dei segnali

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Cortelazzo Guido

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Mercoledì

Orario di ricevimento: 11 - 12

#### Programma:

Sistemi lineari a tempo discreto tempo invarianti: convoluzione; stabilità, causalità; equazioni lineari alle differenze finite; filtri lineari di tipo FIR e IIR. Trasformata Zeta; funzione di trasferimento e risposta in frequenza: semplici esempi di f.d.t. passa-basso/alto, passa/elimina-banda, passa tutto. FIR a fase lineare. DFT: definizione, proprietà e guida all'uso in contesti pratici; algoritmi FFT; algoritmi di convoluzione veloce.

Progetto di filtri IIR col metodo della trasformazione bilineare; filtri di Butterworth, Chebyshev e Cauer; trasformazioni di frequenza. Tecniche di ottimizzazione applicate al progetto di filtri IIR. Progetto di filtri FIR a fase lineare: troncamento della serie di Fourier; campionamento della risposta in frequenza; progetto in norma di Chebyshev (algoritmo di Remez).

Realizzazioni: computabilità e algoritmo di ordinamento; realizzazioni in forma diretta, cascata e

parallelo; Sensibilità alle variazioni dei coefficienti moltiplicatori. Effetti della aritmetica a precisione finita. Strutture efficienti rispetto alla sensibilità alle variazioni dei coefficienti e agli effetti della aritmetica a precisione finita.

Sistemi lineari multi-rate: interpolazione e decimazione; realizzazioni efficienti.

Esempi di applicazioni.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Per segnale si intende una qualche grandezza fisica che varia nel tempo (o nello spazio, o in qualche altro dominio) e che fornisce informazione su un aspetto qualsiasi del mondo reale.

Esempi tipici sono l'audio (segnale vocale), le immagini statiche (foto), il video (televisione), ma anche gli impulsi elettrici utilizzati ad esempio per trasmettere

il segnale telefonico attraverso i cavi o altri canali. Il corso approfondisce sia in modo teorico che pratico due argomenti fondamentali nell' uso dei segnali, ovvero le modalità di utilizzo dei sistemi lineari e le possibilità ed implicazioni dell' analisi dei segnali nel dominio della frequenza. Questi metodi sono estremamente generali e si applicano a molteplici contesti: telecomunicazioni, elettronica, biomedica, elaborazione delle immagini, grafica 3D, etc. Ogni argomento è diffusamente illustrato da esempi Matlab per farne apprezzare le implicazioni pratiche. Vengono inoltre presentate specifiche applicazioni dell' elaborazione numerica dei segnali.

Testi di riferimento:

Sanjit K. Mitra, "Digital Signal Processing - A computer based approach", Third Editino, Mc Graw-Hill, Boston (USA), 2006

Testi per consultazione:

Dispense del prof. Gian Antonio Mian

Propedeuticità:

Nessuna

Prerequisiti:

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### GRANDI MOLI DI DATI

Nome insegnamento: Grandi moli di dati

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 50

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 28

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Pietracaprina Andrea Alberto

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Mercoledì

Orario di ricevimento: 11-13

Programma:

Il corso si articola in tre parti. Nella prima parte verranno presentate strutture dati e primitive fondamentali per l'organizzazione e l'elaborazione efficiente di dati in memoria di massa. Nella seconda parte si studieranno i principi e le principali tecniche riguardanti la compressio-

ne di dati. Infine, nella terza parte verranno presentate alcune metodologie fondamentali, tradizionalmente studiate nell'ambito del data mining, per l'estrazione di nuova conoscenza da (grandi quantità di) dati, inquadrando in contesti reali dove esse trovano più frequente applicazione. Il programma dettagliato si trova sul sito del corso, all'URL: <http://www.dei.unipd.it/~capri/LDS/index.htm>.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscenza delle problematiche legate al trattamento di grandi quantità di dati memorizzate su dispositivi lenti (dischi), e soluzioni efficienti a problemi computazionali notevoli. Nozioni di base sulla compressione dei dati e sul legame tra entropia e rate di compressione. Conoscenza degli algoritmi di compressione più noti. Conoscenza delle tecniche di base per l'estrazione di conoscenza dai dati: regole associative, classificazione, clustering.

**Testi di riferimento:**

Materiale reso disponibile sul sito del corso o presso la copisteria Portello

**Testi per consultazione:**

Indicati sul sito del corso.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**Metodi di valutazione:** Orale facoltativo o a discrezione del docente.

## INFORMATICA PER LA CULTURA

**Nome insegnamento:** Informatica per la cultura

**Anno di corso:** 1 anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 48

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 4

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. De Poli Giovanni

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** mercoledì

**Orario di ricevimento:** 10-12

**Programma:**

Affective computing ed interfacce multimodali. Sistemi di biblioteche e archivi digitali. Archivi multimediali. Tecniche informatiche di restauro. Metodi computazionali per la creazione artistica, la performance musicale nel teatro-danza e nel live electronics, il sound design. Architetture e sistemi di gestione di materiale tradizionale e digitale custodito nelle biblioteche, negli archivi e altre istituzioni di conservazione e fruizione per il pubblico, come i musei. Lo standard MPEG e la distributed creativity. Case studies. Software libero per la creazione artistica, licenze creative commons.. Impatto dell'informatica sull'industria culturale

**Risultati di apprendimento previsti:**

Competenze sui metodi computazionali e sulle tecnologie informatiche per la creazione artistica e per la fruizione e preservazione dei beni culturali

**Testi di riferimento:**

\* Rosalind Picard, *Affective computing*, MIT Press 2000.

\* Pietro Polotti e Davide Rocchesso, *Sound to Sense - Sense to Sound*, Logos Verlag, Berlin, 2008 [ pdf ]

\* DELOS consortium, *The digital library manifesto*, 2006

\* dispense e slides disponibili nel sito del corso [http://elearning.unipd.it/moodle/ing/cms/view.php?page=106\\_Introduzione](http://elearning.unipd.it/moodle/ing/cms/view.php?page=106_Introduzione)

**Testi per consultazione:**

# KEA Study, *Economy of the culture in Europe*, oct. 2006

# P. Galluzzi e P.A. Valentino, *Galassia web: la cultura nella rete*, ed. Giunti 2008.

# E.R. Miranda and M. Wanderley, *New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard*, A-R Editions 2006. [in google books]

# *Creative Economy Report 2008: The challenge of assessing the creative economy towards informed policy-making*, United Nations, 2008 [ pdf ]

# Delos Consortium, *The DELOS digital library reference model*, 2007.

# S. Godsill e P.J.W. Rayer, *Digital audio Restoration*, Springer Verlag, 1998

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:**

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

**Altre informazioni:**

Informazioni in lingua non trovate

## INFORMATICA TEORICA

Nome insegnamento: Informatica teorica

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Apostolico Alberto

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Martedì

Orario di ricevimento: 14

#### Programma:

Nozione di Algoritmo e Modelli di Calcolo: macchine ad accesso casuale, macchine a programma memorizzato, macchine di Turing, relazioni fra le macchine di Turing e macchine a programma memorizzato.

Riconoscitori di Linguaggi: alfabeti, stringhe e linguaggi; grafi ed alberi, insiemi e loro relazioni, caratterizzazioni di linguaggi mediante gerarchie di macchine e di grammatiche.

Automati Finiti ed Espressioni Regolari: sistemi a stati finiti, automi finiti nondeterministici, nondeterministici con epsilon-transizioni, deterministici, espressioni regolari. Applicazioni degli automi finiti al riconoscimento di tutte le occorrenze di una stringa in un'altra.

Proprietà degli insiemi regolari: il lemma di pompaggio per insiemi regolari, proprietà di chiusura, algoritmi di decisione, il teorema di Myhill-Nerode e la minimizzazione degli automi finiti. Grammatiche Libere dal Contesto: definizione ed esempi, alberi di derivazione, semplificazione di grammatiche libere dal contesto, forme normali di Chomsky e Greibach. Automi push-down e loro relazione con le grammatiche libere dal contesto.

Proprietà dei Linguaggi Liberi dal Contesto: lemma di pompaggio per linguaggi liberi dal contesto, proprietà di chiusura, algoritmi di decisione.

Macchine di Turing: linguaggi e funzioni computabili, tecniche di costruzione per macchine di Turing, varianti, l'ipotesi di Church, macchine di Turing come enumeratori, restrizioni delle macchine di Turing equivalenti.

Indecidibilità: problemi indecidibili, proprietà dei linguaggi ricorsivi e ricorsivamente enumerabili, macchine di Turing universali, introduzione alla teoria delle funzioni ricorsive.

Intrattabilità: Le classi P e NP, problemi NP-Completi, complementi di linguaggi in NP, riduzioni.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Risultati di apprendimento previsti: \_\_\_Familiarità con i modelli di calcolo e le nozioni di calcolabilità, decidibilità, trattabilità; delle correlate gerarchie di automi, linguaggi e grammatiche

#### Testi di riferimento:

J.E. Hopcroft, R. Motwani, J.D. Ullman, Introduction to Automata Theory, Languages and Computation, 2nd Ed., Addison Wesley, Reading, 2001

#### Testi per consultazione:

J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, Introduction to Automata Theory, Languages and Computation, Addison Wesley, Reading, 1979; A.V. Aho, J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, The Design and Analysis of Computer Algorithms, Addison Wesley, Reading, 1974; H.R. Lewis, C.H. Papadimitriou, Elements of the Theory of Computation, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1981.

#### Propedeuticità:

nessuna

#### Prerequisiti:

nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

#### INGEGNERIA DELLA QUALITA'

Nome insegnamento: Ingegneria della qualita'

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/07 (MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 52

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Bertocco Matteo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento:

Orario di ricevimento:

#### Programma:

Qualità Normativa: norme di riferimento, norma ISO 9001:2000:requisiti,realizzazione del prodotto, analisi e miglioramento; percorso per la certificazione.

Qualità totale: modelli per la qualità totale, miglioramento continuo, governo dei processi.

Strumenti per la qualità: processi, strumenti statistici, metodo PDCA.

(Si veda anche il sito web <http://www.dei.unipd.it/ricerca/gmee/didattica/corsi/iq/index.html>)

#### Risultati di apprendimento previsti:

Fornire una comprensione della norma ISO 9001:2000 e delle corrispondenti implicazioni; in particolare verranno evidenziate le azioni necessarie sia in ambito aziendale per ottenere la certificazione corrispondente, sia in ambito personale per conseguire la patente europea della qualità.

Fornire una comprensione dei modelli di qualità totale e delle corrispondenti azioni necessarie per il perseguimento del miglioramento continuo.

Fornire i modelli e gli strumenti statistici necessari per l'applicazione dei principi connessi alla qualità totale.

Tenuto conto delle conoscenze degli allievi in ingegneria del settore informazione, fornire nozioni di base sull'organizzazione di imprese ai fini della gestione in regime di qualità totale.

#### Testi di riferimento:

M.Bertocco, P.Callegaro, D.De Antoni Migliorati, "Ingegneria della qualità" De Agostini Scuola S.p.A., Novara, ottobre 2006 (ISBN: 88-251-7294-X).

#### Testi per consultazione:

Si vedano le note online relative al corso (<http://www.dei.unipd.it/ricerca/gmee/didattica/corsi/iq/index.html>).

Propedeuticità:

Nessuna

Prerequisiti:

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

il corso è identico in ogni suo aspetto, inclusa la commissione di esami tra i corsi di laurea in ing. Elettronica e ing. Informatica e per ogni orientamento o indirizzo dei suddetti corsi.

#### MISURE ELETTRONICHE

Nome insegnamento: Misure elettroniche

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/07 (MISURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 8

Ore di attività riservate allo studio personale: 139

Docente responsabile: Prof. Benetazzo Luigino

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: stessi giorni delle lezioni

Orario di ricevimento: subito dopo le lezioni

Programma:

Programma:

- Principi fondamentali delle misure.
- Cenni sulle misure analogiche delle grandezze elettriche fondamentali
- Misure numeriche nel dominio di tempo-frequenza (contatori, frequenzimetri) e di ampiezza (voltmetri, multimetri, impedenzimetri).
- Diagnostica di circuiti digitali
- Strumenti per il rilievo di guasti
- Sistemi automatici di test
- Cenni sull'integrazione CAT, CAE, CAD
- Criteri per la valutazione dell'affidabilità
- Sistema qualità e normazione

Elementi sui Linguaggi di Programmazione per sistemi di misura basati su calcolatori.

Risultati di apprendimento previsti:

Acquisire le conoscenze necessarie ad un impiego consapevole della strumentazione elettronica di base. Acquisire la capacità di realizzare un sistema di misura ed eseguire correttamente

le misurazioni su alcuni componenti e dispositivi di comune impiego in elettronica

Testi di riferimento:

- L. Benetazzo "Misure Elettroniche, Strumentazione Analogica"
  - "Misure Elettroniche, Strumentazione Numerica"
  - ed. CLeUP, Padova,
  - L. Benetazzo, C. Narduzzi "Diagnostica digitale", UTET.
  - L. Benetazzo "Complementi di Misure Elettroniche" , ed. Libreria Progetto, Padova.
- Appunti dalle lezioni

Testi per consultazione:

- E. Bava, R. Ottoboni, C. Svelto, Principi di misura, ed. Progetto Leonardo, Bologna 2000
- D. Mirri, Strumentazione Elettronica di misura, ed. CEDAM, Padova 2001

Propedeuticità:

Fondamenti di Elettronica, Segnali e Sistemi

Prerequisiti:

Elettrotecnica, Fondamenti di Automatica, Comunicazioni Elettriche

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

Metodi di valutazione (prova scritta, orale, ecc.): ORALE e Prova di laboratorio

Modalità di frequenza: obbligatoria per il laboratorio / facoltativa per le lezioni teoriche

#### MODELLI PER LE RETI

Nome insegnamento: Modelli per le reti

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Zorzi Michele

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: su appuntamento

Orario di ricevimento: su appuntamento

Programma:

Richiami di teoria della probabilità; catene di Markov e loro comportamento all'infinito; processi di Poisson; processi di rinnovamento; esempi e applicazioni.

Risultati di apprendimento previsti:

Conoscenza dei principali strumenti matematici e tecniche modellistiche per lo studio delle reti di telecomunicazioni e dei protocolli. Conoscenza di fondamenti teorici e applicazioni di catene di Markov, processi di rinnovamento, teoria delle code e modelli di traffico.

Testi di riferimento:

H. Taylor, S. Karlin, "An introduction to stochastic modeling" 3rd edition, Academic Press, 1998

Testi per consultazione:

S. Karlin, H. Taylor, "A first course on stochastic processes" vol. 1, Academic Press.

S. Ross, "Stochastic processes," 2nd ed., Wiley

Propedeuticità:

Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

## RETI DI CALCOLATORI

Nome insegnamento: Reti di calcolatori

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof.ssa Guerra Concettina

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Mercoledì-Venerdì

Orario di ricevimento: 11-12

Programma:

Introduzione e cenni storici. Topologia e classificazione delle reti di calcolatori.

Architetture di rete e protocolli: ISO/OSI e TCP/IP. Prestazioni di una rete. Banda. Throughput. Latenza.

Trasmissione Dati. Trasmissione e codifica (Manchester, NRZ, 4B/5B). Individuazione e correzione dell'errore. Codici a ridondanza ciclica (CRC). Protocolli Data Link. Stop and Wait. Sliding Window. Analisi delle prestazioni dei diversi protocolli Data Link.

Introduzione alle reti locali. Rete Ethernet. Rete Token Ring e FDDI. Interconnessione di reti locali mediante bridge. Internetworking. Routing. Algoritmi di routing: Link State e Distance Vector.

Reti ATM. Switching Hardware. Cross-bar switch. Banyan network.

Il protocollo IP. Indirizzamento. Subnets. Routing in IP. Supernetting in IP.

I protocolli di trasporto. Il protocollo UDP. Il protocollo TCP. Controllo del flusso e della congestione nel protocollo TCP. Allocazione di risorse e controllo della congestione. RED gateways. Traffic Shaping. QoS nelle reti ATM. Protocollo di prenotazione RSVP.

Crittografia e sicurezza. Crittografia a chiave simmetrica (DES). Crittografia a chiave pubblica (RSA). Message Digest. Firma digitale. Autenticazione. Domain Name System (DNS).

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire gli strumenti concettuali e teorici per l'analisi e la progettazione di reti di calcolatori.

**Testi di riferimento:**

Larry L. Peterson, Bruce S. Davie, "Reti di calcolatori", Ed. Apogeo, 2004. Seconda Edizione

**Testi per consultazione:**

Andrew S. Tanenbaum, "Reti di calcolatori", Quarta edizione, Ed. Pearson Prentice-Hall, 2003. ISBN 88-7192-182.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** A distanza

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**Metodi di valutazione:** prova scritta e progetto

**Numero di turni di laboratorio:** 3

## RICERCA OPERATIVA 1

**Nome insegnamento:** Ricerca operativa 1

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/09 (RICERCA OPERATIVA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

Docente responsabile: Prof. Fischetti Matteo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Martedì

Orario di ricevimento: 11.45-13.00

#### Programma:

Problemi di ottimizzazione: Programmazione matematica e programmazione convessa. Programmazione Lineare (PL) : Generalità. Modelli di PL. Geometria della PL. Algoritmo del semplice: metodo delle 2 fasi, forma matriciale e tableau, semplice rivisto. Degenerazione. Dualità in PL. Algoritmo del semplice duale. Analisi di sensitività. Programmazione Lineare Intera (PLI): Modelli di PLI. Totale unimodularità. Metodo dei piani di taglio di Chvatal-Gomory. Algoritmo branch-and-bound. Problema di separazione ed algoritmo branch-and-cut. Teoria della Complessità Computazionale: Classi P, NP, co-NP e problemi NP-completi. Riduzioni polinomiali. Teoria dei Grafi: Definizioni. Problemi polinomiali (con modelli ed algoritmi di risoluzione): albero minimo, cammini minimi, flussi. Problemi NP-completi (con modelli ed algoritmi di risoluzione): knapsack, commesso viaggiatore, set covering e set packing, alberi di Steiner, plant location.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Individuare e classificare un modello matematico di decisione (decisori, obiettivi, variabili, vincoli, dati, contesto decisionale). Conoscere i fondamenti della Ricerca Operativa, ed in particolare le tecniche di ottimizzazione per problemi di tipo lineare e di tipo combinatorio, applicandole ad esempi (semplificati) di interesse applicativo.

#### Testi di riferimento:

M. Fischetti: Lezioni di ricerca operativa, Progetto, Padova, 1999

L. Brunetta, Ricerca Operativa - Esercizi, Città Studi Edizioni, 2008.

#### Testi per consultazione:

F. Hillier e G. Lieberman, Ricerca Operativa 8ed, The McGraw-Hill Companies, Milano, 2005.

M. Dell'Amico, 120 Esercizi di Ricerca Operativa 2 ed, Pitagora edizioni, Bologna, 2006.

#### Propedeuticità:

Nessuna

#### Prerequisiti:

Geometria, Fondamenti di Informatica

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

### SISTEMI IN TEMPO REALE

Nome insegnamento: Sistemi in tempo reale

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 60  
Ore di didattica in aula - esercitazioni: 18  
Ore di laboratorio assistito: 0  
Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Congiu Sergio  
Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)  
Giorno di ricevimento: per appuntamento via e-mail  
Orario di ricevimento: per appuntamento via e-mail

#### Programma:

Introduzione ai Sistemi Real-Time: generalità, caratteristiche, gestione del tempo, deadline, specifiche di real-time hard e soft. Scheduling real-time: ciclico; a priorità, fissa e dinamica; di task periodici, periodici e sporadici. Algoritmi di Scheduling: Rate Monotonic (RM), Deadline monotonic (DM), Earliest deadline first (EDF), etc. Server di tipo polling, deferrable, sporadic, etc.

Controllo degli accessi alle risorse condivise: protocolli di tipo priority inheritance, priority ceiling, etc.

Proprietà dei RTOS, prestazioni temporali e di sistema (determinismo, capacità di reazione, rapidità di risposta alle interruzioni, precisione di attivazione, rispetto delle deadline).

Architettura dei sistemi embedded: caratteristiche e applicazioni tipiche. Sistemi RTOS per applicazioni industriali: Windows CE embedded, RTAI, RTLinux.

Laboratorio: Il linguaggio C/C++. Il API POSIX, RTAI, strumenti di sviluppo.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Conoscere le caratteristiche degli algoritmi di scheduling per sistemi hard real time.

Sviluppare applicazioni multitasking utilizzando codice in C/C++.

Comprendere le caratteristiche di un sistema operativo per applicazioni in tempo reale.

#### Testi di riferimento:

Jane W. S. Liu, Real-Time Systems, Prentice Hall, 2000.

#### Testi per consultazione:

G. C. Buttazzo, Sistemi in tempo reale, Pitagora Editrice, 2000. Alan Burns and Andy Wellings, Real-Time Systems and Programming Languages (Third Edition), Addison Wesley Longman, 2001. Raymond A. Buhr, Donald L. Bailey, Introduction to Real-Time Systems: From Design to Networking with C/C++. Prentice Hall, 1999.

#### Propedeuticità:

Nessuna

#### Prerequisiti:

Architettura degli Elaboratori. Sistemi Operativi

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

#### Altre informazioni:

Metodi di valutazione: progetto + orale

Nome insegnamento: Sistemi operativi

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Clemente Giorgio

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Mercoledì

Orario di ricevimento: 10.30-12.30

#### Programma:

Concetti generali. Le funzioni di un sistema operativo. Concorrenza e parallelismo. Modelli di sistemi concorrenti. Processi, risorse, interferenza. Stallo. Reti di Petri. Sincronizzazione e comunicazione tra processi. Semafori, mailbox e messaggi. Layout di un sistema operativo: organizzazione, strutture di dati ed algoritmi. Nucleo, gestione della memoria, gestione dei dispositivi di ingresso-uscita, periferiche e driver; organizzazione della memoria secondaria. Funzionalità ad alto livello di un sistema operativo. File system, shell. Cenni sulla sicurezza. Schedulazione. Sistemi Real Time. Sistemi Operativi commerciali. Processi, thread e programmazione concorrente. I paradigmi per la programmazione concorrente, monitor, rendez vous, CSP. Realizzazione di protocolli di sincronizzazione. Linguaggi per la programmazione concorrente, Concurrent Pascal, ADA, Java. Esempi di programmi concorrenti con esercitazioni.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso sviluppa i principi fondamentali dei moderni sistemi operativi, insegna a modellare l'interazione tra i processi in un sistema concorrente, illustra le funzionalità e le prestazioni dei componenti fondamentali di un sistema operativo. Mette l'allievo in condizione di risolvere i problemi di programmazione concorrente utilizzandone i paradigmi esistenti.

#### Testi di riferimento:

G.Clemente, F.Filira, M.Moro, Sistemi Operativi: Architettura e Programmazione concorrente, 2<sup>a</sup> edizione, Libreria Progetto, Padova, 2006.

#### Testi per consultazione:

W.Stallings, Operating Systems, Internals and Design Principles, 5/e, Prentice-Hall, 2005. A. Silberschatz, P.B.Galvin, G.Gagne, Operating System Concepts, 7th ed., John Wiley & Sons, 2005. H.M.Deitel, P.J.Deitel, D.R.Choffnes, Operating Systems, 3rd ed., Prentice-Hall, 2005 (").

A.Silberschatz, P.B.Galvin, G.Gagne, Operating Systems Concepts with Java, 7th ed., International Edition, John Wiley & Sons, 2007 (a).

#### Propedeuticità:

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

**TEORIA DEI SISTEMI**

Nome insegnamento: Teoria dei sistemi

Anno di corso: I anno

Semestre: 1 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/04 (AUTOMATICA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 65

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 13

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Pinzoni Stefano

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: lunedì

Orario di ricevimento: 10.30 - 12.00

**Programma:**

Modelli ingresso-uscita e modelli di stato (casi continuo e discreto). Sistemi lineari e non lineari. Linearizzazione. Struttura dei sistemi lineari in forma di stato. Movimento libero e forzato. Matrice di trasferimento. Stabilità interna ed equazione di Lyapunov. Raggiungibilità, controllabilità e retroazione dallo stato. Allocazione degli autovalori e stabilizzabilità. Controllo dead beat. Osservabilità, ricostruibilità e stima dello stato. Stimatori alla Luenberger e rivelabilità. Stimatori dead-beat. Stimatori di ordine ridotto. Regolatori. Realizzazione minima di una matrice di trasferimento. Connessione di sistemi

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere e saper utilizzare le principali metodologie per l'analisi, il controllo, la stima e la realizzazione di sistemi dinamici lineari e stazionari, con più ingressi ed uscite, mediante tecniche basate sulla rappresentazione nello spazio degli stati.

**Testi di riferimento:**

E. Fornasini, G. Marchesini, Appunti di teoria dei sistemi, Libreria Progetto, 2002.

E. Fornasini, G. Marchesini, Esercizi di teoria dei sistemi, Libreria Progetto, 1997.

**Testi per consultazione:**

G. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini, Feedback control of dynamic systems, 4a ed., Prentice Hall, 2002.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

## A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELL'INNOVAZIONE DEL PRODOTTO

### CALCOLO NUMERICO

**Nome insegnamento:** Calcolo numerico

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/08 (ANALISI NUMERICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 16

**Ore di laboratorio assistito:** 22

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Bergamaschi Luca

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 13.30 -- 15.30

#### Programma:

1. Rappresentazione dei numeri nel calcolatore. Tipi di errori, instabilità malcondizionamento
2. Metodi iterativi per equazioni non lineari. Metodi di Newton Raphson, regola falsi, punto fisso tangente fissa e bisezione. Condizioni di convergenza.
3. Soluzioni di sistemi lineari sparsi e di grandi dimensioni. Metodo del gradiente coniugato preconditionato.
4. Sistemi non lineari. Metodo di Newton.
5. Interpolazione e approssimazione di dati sperimentali.
6. Quadratura numerica. Formule di Newton Cotes, Formule DI Gauss. Maggiorazione dell'errore.
7. Metodi di discretizzazione per ODE. Convergenza stabilità accuratezza. Metodi di Eulero, Crank Nicolson, Runge Kutta.
8. Sistemi di ODE
9. Metodo delle differenze finite per PDE ellittiche e paraboliche,
10. Metodo degli Elementi Finiti di Galerkin per il Laplaciano.
11. Introduzione al linguaggio FORTRAN per l'implementazione dei progetti al calcolatore

#### Risultati di apprendimento previsti:

Padronanza delle tecniche numeriche per la soluzione di problemi delle scienze applicate quali soluzione di equazioni non lineari, integrali ed equazioni differenziali, Implementazione al calcolatore degli algoritmi sviluppati.

#### Testi di riferimento:

Gambolati, Lezioni di Metodi Numerici. Ed. Cortina.

**Testi per consultazione:**

Sartoretto Putti, Introduzione alla programmazione per applicazioni numeriche,

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Elementi di Algebra lineare, Calcolo differenziale in una e due variabili.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**COMPLEMENTI DI MATEMATICA**

**Nome insegnamento:** Complementi di matematica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/03 (GEOMETRIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 70

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Zanella Corrado

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Martedì

**Orario di ricevimento:** 16-17

**Programma:**

Gruppi, corpi, campi, algebre e loro sottostrutture. Richiami su spazi vettoriali, applicazioni lineari e loro matrici, orientazione dello spazio, diagonalizzabilità, prodotti scalari, matrici ortogonali, teorema spettrale. Isometrie dello spazio dei vettori geometrici. Decomposizione QR. Decomposizione di matrici antisimmetriche. Decomposizione a valori singolari. Pseudoinversa e sistemi lineari.

Riferimenti cartesiani. Traslazioni, rotazioni e loro equazioni in coordinate omogenee. Angoli rispetto a riferimento fisso e riferimento mobile. Angoli di Eulero z-y-z. Rappresentazione asse-angolo. Definizione e proprietà algebriche dei quaternioni. Rappresentazione delle rotazioni per mezzo dei quaternioni.

Elementi impropri del piano e coordinate omogenee. Spazi proiettivi, omografie, riferimenti proiettivi, dualità, birapporto, proprietà di invarianza del birapporto. Teorema fondamentale della geometria proiettiva. Coniche, polarità definita da una conica irriducibile, fasci di coniche. Formula di Laguerre. Spazio tridimensionale ampliato e gruppi geometrici. Formazione dell'immagine. Geometria epipolare e matrice fondamentale.

Spazio duale. Cambiamenti di base nello spazio duale. Spazio biduale. Isomorfismo canonico tra uno spazio vettoriale finito dimensionale e il suo biduale. Forme multilineari. Tensori ed algebra tensoriale. Cambiamento delle componenti di un tensore. Tensori doppi. Tensore metrico. Rappresentazioni covarianti e controvarianti pure. Tensore trasposto. Tensore di deformazione.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Familiarità con tecniche e strutture algebriche e geometriche che possono avere applicazione immediata in determinate aree ingegneristiche, quali ad esempio la meccanica dei solidi, la robotica e la visione computazionale.

**Testi di riferimento:**

C. Zanella, Modelli Geometrici. <http://www.corradozanella.it>

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**INGEGNERIZZAZIONE DEL PRODOTTO E DEL PROCESSO**

**Nome insegnamento:** Ingegnerizzazione del prodotto e del processo

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/16 (TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 6

**Ore di laboratorio assistito:** 12

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Savio Enrico

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Martedì

**Orario di ricevimento:** ore 14-16 (si consiglia di chiedere appuntamento via e-mail)

**Programma:**

Introduzione. Ciclo di vita di un prodotto manifatturiero. Criticità nell'industrializzazione e nella produzione di prodotti innovativi e di successo. Sviluppo integrato e simultaneo di pro-

dotto, processo e sistema produttivo (concurrent engineering). Sistemi CAD. Interscambio dei dati di prodotto tra sistemi di progettazione, ingegnerizzazione e produzione assistita da calcolatore.

Tecnologie di fabbricazione per l'innovazione. Tecnologie non convenzionali e loro combinazioni. Micro/nano tecnologie per la fabbricazione di microcomponenti (per asportazione o microreplicazione) e per l'ingegneria delle superfici (surface engineering) nell'industria meccanica.

Progettazione per l'assemblaggio e la fabbricazione. Progettazione per l'assemblaggio manuale e per l'assemblaggio automatizzato (Design for Assembly). Progettazione per la fabbricazione (Design for Manufacture) mediante lavorazioni per asportazione, pressocolata, sinterizzazione, forgiatura, stampaggio lamiera e stampaggio a iniezione. Analisi del ciclo di vita (Life Cycle Analysis). Progettazione per il disassemblaggio ed il riciclaggio (Design for Environment).

Prototipazione virtuale dei processi produttivi. Simulazione al calcolatore applicata allo studio dei processi produttivi di formatura. Industrializzazione di prodotti realizzati mediante forgiatura, stampaggio lamiera e stampaggio a iniezione. Progettazione degli stampi. Analisi e prevenzione delle distorsioni geometriche e dei difetti nei prodotti.

Cicli di fabbricazione. Lavorazioni per asportazione di truciolo: identificazione e sequenza di fasi e operazioni elementari, scelta macchine utensili, utensili, parametri di taglio e attrezzature, stima preventiva dei costi di produzione (Design for Machining).

Controllo qualità. Metrologia geometrica industriale e reverse engineering applicati all'industrializzazione del prodotto e al controllo qualità. Sistemi di produzione con controllo in linea. Studi di capacità dei processi produttivi. Controllo statistico di processo.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscere le metodologie di base ed avanzate per l'industrializzazione del prodotto, con particolare riferimento alle tecnologie e ai sistemi di fabbricazione che consentono alle aziende di realizzare prodotti innovativi e di qualità, in tempi più brevi e a costi concorrenziali. Apprendere le tecniche basate su calcolatore per la scelta dei processi produttivi, per la progettazione del prodotto per l'assemblaggio e la fabbricazione, per la prototipazione virtuale dei processi produttivi e per lo sviluppo dei cicli di fabbricazione e delle relative attrezzature.

#### **Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni disponibili sul sito web del corso:

<http://www.dimeg.unipd.it/index.php?xleft=dida&xright=hco&id=44>

#### **Testi per consultazione:**

Dewhurst P., Knight W., Product Design for Manufacture and Assembly, 2nd Ed., Marcel Dekker, 2002. Kalpakjian, S., Tecnologia meccanica, Addison Wesley, 2008. Tres P.A., Designing Plastics Parts for Assembly, 4th Ed., Hanser, 2000. Montgomery D.C., Controllo statistico della qualità, seconda ed., McGraw-Hill, 2006

#### **Propedeuticità:**

#### **Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**Nome insegnamento:** Meccanica dei materiali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/14 (PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 62

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 16

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Lazzarin Paolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì (e su appuntamento)

**Orario di ricevimento:** 17-18

#### **Programma:**

Contenuti: Il criterio di campo della Meccanica della Frattura Lineare Elastica (MFLE). Le basi analitiche secondo Westergaard. Il parametro  $G$  secondo Griffith. Il fattore di intensificazione delle tensioni secondo Irwin. Sollecitazioni di Modo I, II e III e stati di tensione all'apice di una cricca in funzione del fattore di Modo I  $K_I$ . Dalla cricca centrale su piastra infinita ai componente criccati reali: fattori di forma secondo Tada-Paris e Murakami. Tenacità a frattura  $K_{IC}$  e parametri di influenza. Verifica statica di un componente ciccato. Limitazioni della MFLE. Vita residua di un componente criccato soggetto a fatica ad alto numero cicli, legge di Paris-Erdogan e sua integrazione analitica e numerica. Il valore di soglia  $\sqrt{K_{Ic}}_{th}$ . Il problema delle cricche corte. Diagramma di Kitagawa e parametro  $a_0$  di El Haddad, Topper e Smith. Il problema delle cricche corte. Il diagramma di Atzori-Lazzarin: dalle cricche agli intagli soggetti a prevalente Modo I. Estensione della Meccanica della Frattura lineare elastica ai componenti con intagli a  $V$  non raccordati. Equazioni di Williams e fattori generalizzati di intensificazione delle tensioni  $K_1$  e  $K_2$ . Fatica in controllo di deformazione. Ciclo di isteresi stabilizzato. Componenti elastiche e componenti plastiche, relazione di Ramberg-Osgood. Curva di Manson-Coffin. Regola di Neuber. Criterio basato sulla densità di energia di deformazione. Fatica multiassiale. Le analisi di Gough e Pollard. Formulazione dei criteri multiassiali più comuni (Sines, Crossland). Le basi del Metodo degli elementi finiti. Matrici di rigidità Sistema locale e sistema globale. Funzioni di forma per elementi piani isoparametrici. Applicazioni al calcolatore con il codice ANSYS (telai, piastre intagliate e criccate).

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Obiettivi formativi: Fornire i principi del 'Damage Tolerant Approach', illustrare i criteri di verifica per componenti meccanici indeboliti da cricche o da intagli acuti e soggetti a sollecitazioni statiche e di fatica.

#### **Testi di riferimento:**

B. Atzori. Appunti di Costruzione di Macchine, Cortina, Padova, 2000.

N. N. Dowling. Mechanics of Materials, Prentice-Hall International Editions, 1997

P. Lazzarin. Appunti delle lezioni

#### **Testi per consultazione:**

B. Atzori. Appunti di Costruzione di Macchine, Cortina, Padova, 2000.

N. N. Dowling. Mechanics of Materials, Prentice-Hall International Editions, 1997  
P. Lazzarin. Appunti delle lezioni

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### MECCANICA DELLE VIBRAZIONI

**Nome insegnamento:** Meccanica delle vibrazioni

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 58

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 20

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Trevisani Alberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

**MODELLISTICA DELLE VIBRAZIONI DI SISTEMI AD UN GRADO DI LIBERTÀ:** modellistica di sistemi riconducibili all'oscillatore semplice, frequenza naturale e fattore di smorzamento relativo di un oscillatore. Comportamento in transitorio, stima del fattore di smorzamento. Instabilità. Smorzamento delle oscillazioni in presenza di attrito coulombiano. Vibrazioni forzate (forzante sinusoidale), rappresentazione vettoriale complessa, funzione di trasferimento di un oscillatore semplice smorzato, concetti di trasmissibilità e di risposta allo sbilanciamento. Risposta ad un ingresso periodico. Risposta impulsiva ed integrale di convoluzione. Modelli riconducibili all'oscillatore semplice. Vibrazioni torsionali. Risposta alle forze d'inerzia di un meccanismo biella-manovella. Bilanciamento manovellismi multipli. Esercitazioni ed esempi applicativi.

**VIBRAZIONI DI SISTEMI LINEARI MOLTI GRADI DI LIBERTÀ:** formulazione matriciale delle equazioni del moto. Matrici di massa e di rigidezza, loro proprietà. Esempi di matrici di rigidezza di sistemi di molle, proprietà di simmetria della matrice di rigidezza e definizione di energia elastica, sistemi definiti e semidefiniti positivi, assemblaggio della matrice di rigidezza di un sistema e imposizione di vincoli. Matrici di massa e definizione di energia cinetica. Analisi mo-

dale, problema agli autovalori, pulsazioni naturali e modi di vibrare, matrice modale e disaccoppiamento delle equazioni del moto. Risposta libera in assenza di smorzamento, esempi, battimenti. Smorzamento modale e di Rayleigh. Carico modale e risposta nel tempo per sovrapposizione modale. Risonanze ed antirisonanze, lo smorzatore attivo di Frahm. Vibrazioni autoeccitate, sistemi instabili a più gradi di libertà, esempi di vibrazioni autoeccitate in macchine automatiche.

**VIBRAZIONI DI SISTEMI CONTINUI:** modelli continui per trave inflessa, equazione delle frequenze, modi propri di trave appoggiata, incastrata, libera, a mensola. Risposta libera e risposta forzata. Esercitazione: determinazione sperimentale delle frequenze naturali di trave libera.

**DINAMICA DEI ROTORI:** squilibrio statico e di coppia (squilibrio dinamico), equilibratura dei rotori, velocità critiche, risposta allo squilibrio del rotore elementare.

**MISURA E CONTROLLO DELLE VIBRAZIONI:** generalità sugli strumenti per la misura delle vibrazioni, l'accelerometro, metodi di misura delle vibrazioni, catena di misura, analizzatori di spettro. Tecniche di trattamento dei dati sperimentali. Trasformata discreta di Fourier (DFT). Metodi e strumenti per la determinazione sperimentale dei parametri modali di un meccanismo o di una struttura: shaker elettrodinamici ed impact test. Stima ottimale della risposta in frequenza da medie di auto-spettri e cross-spettri. Cenni al controllo passivo delle vibrazioni, cenni al controllo attivo delle vibrazioni (sky-hook damping). Esercitazioni in laboratorio.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire allo studente conoscenze teoriche e applicative nel campo della meccanica dei sistemi vibranti. Illustrare modelli discreti e continui utili per descrivere i fenomeni vibratorii e per comprenderne i meccanismi di eccitazione. Chiarire le principali tecniche di misura delle vibrazioni nei sistemi meccanici

#### **Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni

M. Giovagnoni, "Analisi delle vibrazioni nei sistemi meccanici"

Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2001

#### **Testi per consultazione:**

E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, "Lezioni di meccanica applicata alle macchine" Patron Editore

J.P. Den Hartog, "Mechanical Vibrations" Dover Publications

L. Meirovitch "Elements of Vibration Analysis" McGraw Hill, NY

A.D. Dimarogonas "Vibration for Engineers" Prentice Hall International Editions

S.G. Kelly, "Mechanical Vibrations" McGraw Hill, NY

#### **Propedeuticità:**

#### **Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**Nome insegnamento:** Prodotti metallurgici innovativi e multifunzionali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/21 (METALLURGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Bonollo Franco

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 14.00-16.00

**Programma:**

Acciai alto-resistenziali. Acciai inossidabili duplex, superduplex, superaustenitici. Trattamenti superficiali, convenzionali e innovativi, degli acciai. Ghise innovative, ghise sferoidali austemperate. Leghe innovative a base alluminio. Leghe innovative a base magnesio e a base titanio. Compositi a matrice metallica. Rivestimenti convenzionali e innovativi. Polveri metalliche per sinterizzazione. Nano-materiali. Superleghe.

Realizzazione di prodotti metallici innovativi mediante: saldatura laser, saldatura a fascio elettronico, saldatura per attrito, semi-solid casting, squeeze casting. Prodotti metallici e simulazione di processo: fonderia, saldatura, trattamento termico.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisizione di una ampia gamma di conoscenze relativamente ai prodotti metallici ad elevato contenuto di innovazione, realizzati mediante processi convenzionali e avanzati. Acquisizione, con riferimento sia al settore siderurgico che a quello dei metalli non ferrosi, delle competenze necessarie alla scelta e all'utilizzo di prodotti metallici innovativi.

**Testi di riferimento:**

Dispense del Docente

**Testi per consultazione:**

M. Conserva, F. Bonollo, G. Donzelli: Alluminio - Manuale degli impieghi, Edimet, Brescia, 2004

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## TECNOLOGIA DEI MATERIALI

**Nome insegnamento:** Tecnologia dei materiali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/22 (SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

**Docente responsabile:** Dott.ssa Brusatin Giovanna

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

**Risultati di apprendimento previsti:**

**Testi di riferimento:**

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:**

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## TERMODINAMICA APPLICATA

**Nome insegnamento:** Termodinamica applicata

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 60

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 18

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Longo Giovanni Antonio

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Orario di ricevimento:** 09.00-11.00

**Programma:**

Processi di scambio termico in cambiamento di fase: condensazione e vaporizzazione. Tecniche passive di scambio termico intensificato: trattamenti superficiali, superfici estese, inserti e turbolatori, mini e micro-canali. Proprietà dei nano-fluidi ed applicazione nel raffreddamento dei componenti e dei sistemi. Analisi, dimensionamento e verifica termica ed idraulica di diverse tipologie di scambiatori di calore: scambiatori tubolari, a piastre, a batteria alettata.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Comprensione delle nozioni per il dimensionamento e la verifica termica ed idraulica dei diversi tipi di scambiatori di calore.

**Testi di riferimento:**

C. Bonacina et al., Trasmissione del Calore, CLEUP, Padova, 1992

D.Q. Kern, Process Heat Transfer, McGraw Hill, New York, 1965

**Testi per consultazione:**

F.P. Incropera, D.P. De Witt, Fundamental of Heat and Mass Transfer, 4th Edition, Wiley, New York, 1996

G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott, Process Heat Transfer, CRC, Boca Raton, 1994

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Fisica Tecnica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DEI MATERIALI

## COMBUSTIONE

Nome insegnamento: Combustione

Anno di corso:

Semestre:

Crediti Formativi Universitari: 6

Settore Scientifico Disciplinare: ING-IND/23 (CHIMICA FISICA APPLICATA)

Ore di didattica in aula - lezioni: 68

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 10

Ore di laboratorio assistito: 8

Ore di attività riservate allo studio personale: 64

Docente responsabile: Prof. Canu Paolo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Lunedì e Giovedì

Orario di ricevimento: 17 (Lun) e 14.30 (Giov)

### Programma:

A-Descrizione quantitativa di reazioni chimiche (stechiometria, equilibrio, cinetica). Classificazione dei combustibili.

B-Definizioni (ossidazioni, combustioni, deflagrazioni, detonazioni, limiti di infiammabilità, eccesso d'aria, potere calorifico). Stechiometria delle combustioni. Termodinamica (eq. io chimico e termochimica). Cinetica: meccanismi importanti. Combustione di gas: fiamme laminari premiscelate, fiamme a diffusione. Turbolenza: descrizione di moti turbolenti reattivi, fiamme turbolente premiscelate e no. Combustione di liquidi: evaporazione con reazione. Combustione di solidi: reazioni eterogenee con consumo della fase solida. Combustione catalitica. Combustibili non convenzionali (biomasse, alcoli, idrogeno, rifiuti, sottoprodotti). Celle a combustibile.

### Risultati di apprendimento previsti:

Conoscere i fondamenti teorici (chimici e fisici) dei processi di ossidazione totale e parziale, con enfasi sulle forti interazioni fra reazione chimica, fluidodinamica e fenomeni termici. Conoscere le principali tecnologie per realizzare tali processi, sviluppando capacità progettuali basate su criteri di ottimo energetico e ambientale.

### Testi di riferimento:

A-Descrizione quantitativa di reazioni chimiche (stechiometria, equilibrio, cinetica). Classificazione dei combustibili.

B-Definizioni (ossidazioni, combustioni, deflagrazioni, detonazioni, limiti di infiammabilità, eccesso d'aria, potere calorifico). Stechiometria delle combustioni. Termodinamica (eq. io chimico e termochimica). Cinetica: meccanismi importanti. Combustione di gas: fiamme laminari premiscelate, fiamme a diffusione. Turbolenza: descrizione di moti turbolenti reattivi, fiamme turbolente premiscelate e no. Combustione di liquidi: evaporazione con reazione. Combustione di solidi: reazioni eterogenee con consumo della fase solida. Combustione catalitica.

Combustibili non convenzionali (biomasse, alcoli, idrogeno, rifiuti, sottoprodotti). Celle a combustibile.

**Testi per consultazione:**

. Glassman, Combustion, Academic Press, Orlando, 1996.  
R. Dibble, U. Mass, J. Warnatz Combustion, 1999.

**Propedeuticità:**

. nessuna, per a.a. 2008/09

**Prerequisiti:**

. nessuno, per a.a. 2008/09

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**COMPLEMENTI DI CHIMICA (C.I.)**

**Nome insegnamento:** Complementi di chimica (c.i.)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:**

**Settore Scientifico Disciplinare:**

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

**COMPLEMENTI DI CHIMICA INORGANICA (MODULO DEL C.I. COMPLEMENTI DI CHIMICA)**

**Nome insegnamento:** Complementi di chimica inorganica (modulo del c.i. Complementi di chimica)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 4

**Settore Scientifico Disciplinare:** CHIM/07 (FONDAMENTI CHIMICI DELLE TECNOLOGIE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 35

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 65

**Docente responsabile:** Dott. Sgarbossa Paolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** venerdì

**Orario di ricevimento:** 10-12

**Programma:**

La tabella periodica degli elementi. L'idrogeno (fonti, sintesi, reattività e composti, applicazioni). Il primo gruppo (i metalli alcalini: fonti, sintesi degli elementi, processo Downs, reattività e composti, applicazioni). Il secondo gruppo (i metalli alcalino terrosi: fonti, sintesi degli elementi, processi Pidgeon e Dow, reattività e composti, applicazioni). Il gruppo 13 (fonti, sintesi degli elementi, processo Bayer, processo Hall-Herault, reattività e composti, applicazioni). Il gruppo 14 (fonti, sintesi degli elementi, allotropi, raffinazione a zone, reattività e composti, applicazioni). Il gruppo 15 (fonti, sintesi degli elementi, reattività e composti, processo Haber-Bosch, processo Ostwald, applicazioni). Il gruppo 16 (i calcogeni: fonti, sintesi degli elementi, metodo Frasch, reattività e composti, processo a contatto, applicazioni). Il gruppo 17 (gli alogeni: fonti, sintesi degli elementi, reattività e composti, applicazioni). Il gruppo 18 (i gas nobili: fonti, reattività e composti, applicazioni). Gli elementi dei blocchi d ed f (i metalli di transizione, i lantanidi e gli attinidi: fonti, produzione, reattività e applicazioni). Elementi di chimica nucleare (isotopi, radioattività, decadimento radioattivo, fissione e fusione nucleare, nucleogenesi degli elementi).

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscenza di base e comprensione delle proprietà chimico fisiche generali degli elementi. Conoscenza delle loro fonti, dei processi di produzione, della loro reattività, dei composti principali e del loro impiego.

**Testi di riferimento:**

1) R.A. Michelin, A. Munari, "Complementi di Chimica Inorganica: Chimica degli Elementi", 1a Ed., CEDAM, Padova, 2005. 2) P. Sgarbossa, Dispense di lezione.

**Testi per consultazione:**

Nessuno

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Nessuna

**COMPLEMENTI DI CHIMICA ORGANICA (MODULO DEL C.I. COMPLEMENTI DI CHIMICA)**

**Nome insegnamento:** Complementi di chimica organica (modulo del c.i. Complementi di chimica)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 5

**Settore Scientifico Disciplinare:** CHIM/06 (CHIMICA ORGANICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 43

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0  
Ore di laboratorio assistito: 0  
Ore di attività riservate allo studio personale: 82

Docente responsabile: Dott.ssa Dettin Monica  
Curriculum scientifico: pagina personale del docente  
Giorno di ricevimento: Giovedì  
Orario di ricevimento: 9-10

**Programma:**

Reattività dei composti organici in riferimento ai principali gruppi funzionali. Nozioni di base, propedeutiche allo studio dell'interazione tra i biomateriali ed i tessuti, riguardanti la struttura, le proprietà e le funzioni delle biomolecole quali proteine, acidi nucleici, lipidi e zuccheri.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisizione di conoscenze di base riguardanti la nomenclatura, la struttura, le proprietà, la sintesi e la reattività dei composti organici e biochimici.

**Testi di riferimento:**

C. Di Bello, "Principi di Chimica Organica", 2° edizione, Decibel-Zanichelli, Padova 2001

**Testi per consultazione:**

J. McMurry, "Chimica Organica" 1° edizione italiana, Zanichelli 1995, P. Vollhardt, "Chimica Organica", Zanichelli Bologna, 1990. T. W. G. Solomons, "Organic Chemistry", 5° edizione, J. Wiley & Sons New York, 1992. Mathews, Van Holde, Ahern "Biochimica" 3° edizione italiana, Casa Editrice Ambrosiana, 2004.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Chimica Generale

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**DANNEGGIAMENTO E MECCANICA DELLA FRATTURA**

**Nome insegnamento:** Danneggiamento e meccanica della frattura

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/14 (PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 34

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 18

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Lazzarin Paolo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: martedì (e su appuntamento)

Orario di ricevimento: 17-18

### Programma:

Contenuti: Il criterio di campo della Meccanica della Frattura Lineare Elastica (MFLE). Il parametro  $G$  secondo Griffith. Il fattore di intensificazione delle tensioni secondo Irwin. Sollecitazioni di Modo I, II e III e stati di tensione all'apice di una cricca in funzione di  $K_I$ ,  $K_{II}$  e  $K_{III}$ . Dalla cricca centrale su piastra infinita ai componenti criccati reali: fattori di forma secondo Tada-Paris e Murakami. Tenacità a frattura  $K_{IC}$  e parametri di influenza. Verifica statica di un componente criccato. Limitazioni della MFLE. Meccanica della frattura elastoplastica.  $J$ -integral secondo Rice. Vita residua di un componente criccato soggetto a fatica ad alto numero di cicli, legge di Paris-Erdogan e sua integrazione analitica e numerica. Il valore di soglia  $K_{th}$ . Il problema delle cricche corte. Il parametro  $a_0$  di El Haddad, Topper e Smith, che lega il limite di fatica del materiale base e il valore di soglia  $K_{th}$ . Il diagramma di Atzori-Lazzarin e il limite di fatica di componenti criccati e intagliati soggetti a sollecitazioni di Modi I. Estensione della Meccanica della Frattura lineare elastica ai componenti con intagli a  $V$  non raccordati ('sharp V-notches'). Equazioni di Williams e fattori generalizzati di intensificazione delle tensioni  $K_1$  e  $K_2$ . Applicazione dei fattori generalizzati allo studio dei giunti saldati con angolo di apertura costante al piede o alla radice dei cordoni di saldatura. Densità di energia di deformazione  $W$  all'apice di intagli a  $V$  ad apertura variabile: definizione di un volume di controllo e calcolo dei carichi critici in presenza di sollecitazioni statiche e di fatica. Stati di tensione in componenti con intagli a  $V$  raccordati ('blunt V-notches'): una soluzione analitica basata sul metodo delle funzioni a potenziale complesso di Muskhelishvili-Kolosoff. Fattori di intensificazione delle tensioni e valori della densità di energia di deformazione all'apice di intagli raccordati e non raccordati.  $J$ -integral esteso agli intagli e legame con la densità di energia locale.

### Risultati di apprendimento previsti:

Fornire i principi del 'Damage Tolerant Approach', illustrare i criteri di verifica per componenti meccanici indeboliti da cricche o da intagli acuti e soggetti a sollecitazioni statiche e di fatica.

### Testi di riferimento:

B. Atzori. Appunti di Costruzione di Macchine, Cortina, Padova, 2000.

N. N. Dowling. Mechanics of Materials, Prentice-Hall International Editions, 1997

S. Suresh. Fatigue of materials, Cambridge, University Press, 1998.

### Testi per consultazione:

Articoli per consultazione:

Lazzarin P., Tovo R. (1996). International Journal of Fracture, 78, 1996, 3-19.

Lazzarin P., Tovo R. (1998). Fatigue and Fracture Engng Materials & Structures 21, 1089-1104.

Lazzarin P., Zambardi R. (2001). International Journal of Fracture 112, 275-298.

Filippi S., Lazzarin P., Tovo R. (2002). International Journal of Solids and Structures 39, 4543-4565.

Atzori B., Lazzarin P., Meneghetti G. (2003). Fatigue Fracture Engng Materials & Structures 26, 257-267.

Livieri P., Lazzarin P. (2005). International Journal of Fracture, 133, 247-278  
Lazzarin P., Berto F. (2005). International Journal of Fracture, 135, 161-185  
Berto F., Lazzarin P. (2007). International Journal of Solids and Structures, 44, 4621-4645.

**Propedeuticità:**

NESSUNA

**Prerequisiti:**

NESSUNO

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### FENOMENI DI TRASPORTO 1

**Nome insegnamento:** Fenomeni di trasporto 1

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/24 (PRINCIPI DI INGEGNERIA CHIMICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 39

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 11

**Ore di laboratorio assistito:** 2

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott.ssa Giomo Monica

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 15-17

**Programma:**

Trasporto di quantità di moto: equazioni di bilancio; fattore di attrito; perdite di carico in tubazioni.

Trasporto di materia in sistemi omogenei: convezione e diffusione; equazioni di conservazione della specie chimica per sistemi multicomponente.

Esempi significativi di applicazione delle equazioni di bilancio: stato stazionario e non, diffusione in sistemi stagnanti a simmetria cilindrica (impulsi: DIRAC, STEP e SLUG); diffusione+convezione+reazione in sistemi ideali discontinui e continui (agitati e non).

**Risultati di apprendimento previsti:**

essere in grado di affrontare lo studio del trasporto di quantità di moto e di specie chimica attraverso l'elaborazione di modelli su scala microscopica.

**Testi di riferimento:**

R. B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lighfoot "Transport phenomena", J.Wiley, N.Y. , revised 2nd ed. 2007;

E.L. Cussler, "Diffusion Mass Transfer in fluid systems", Cambridge Univ., Cambridge, 2nd ed. 1997.

**Testi per consultazione:**

J. R. Welty, C. E. Wicks, R. E. Wilson, G. Rorrer "Fundamentals of momentum, heat and mass transfer", J.Wiley, N.Y. 2001

**Propedeuticità:**

Chimica Generale

**Prerequisiti:**

Prerequisiti: Matematica 3

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**FISICA DELLO STATO SOLIDO E LABORATORIO**

**Nome insegnamento:** Fisica dello stato solido e laboratorio

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** FIS/03 (FISICA DELLA MATERIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 58

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 20

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Mazzoldi Paolo

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Onde elettromagnetiche (concetti generali)

Effetto termoionico

Statistiche di Fermi e Boltzmann

Calore specifico nei solidi (Teoria di Boltzmann, Einstein, Debye)

Elettrone libero - Livello di Fermi

Semiconduttori intrinseci ed estrinseci.

Effetto Hall nei semiconduttori

Proprietà ottiche dei materiali

Conduttività elettrica

Fotoluminescenza

Dielettrici

Materiali magnetici

Materiali granulari

Ferroelettrici

Diffusione

Laboratorio con quattro esperienze: tecnica di analisi SIMS, Diffrazione raggi X, Guide di luce, assorbimento e fotoluminescenza. Per le esperienze, utilizzando strumentazione dedicata alla ricerca e specifici campioni, gli studenti saranno suddivisi in gruppi di 5.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Apprendimento delle statistiche, delle proprietà chimico-fisiche dei materiali. Conoscenza di tecniche di analisi e caratterizzazione avanzate.

**Testi di riferimento:**

Dispense

Mazzoldi, Nigro, Voci "Fisica 2" - Ed. Edises Napoli

**Testi per consultazione:**

W. D. Callister "Scienza ed Ingegneria dei materiali" - Ed. Edises

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## FISICA QUANTISTICA

**Nome insegnamento:** Fisica quantistica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** FIS/03 (FISICA DELLA MATERIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 36

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 18

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 96

**Docente responsabile:** Prof. Mattei Giovanni

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 16-18

**Programma:**

La crisi della fisica classica: radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, effetto Compton. Il postulato di De Broglie: dualismo onda-corpuscolo. Il principio di indeterminazione. Modello di Bohr. Equazione di Schroedinger ed interpretazione probabilistica della funzione d'onda. Valori di aspettazione e operatori. Proprietà delle autofunzioni. Problemi unidimensionali. Effetto tunnel. Potenziali centrali. Equazione radiale ed atomo di Idrogeno. Esperimento di Stern e Gerlach. Spin dell'elettrone. Interazioni con campi esterni: probabilità di transizione e regole di selezione. Particelle identiche e principio di Indistinguibilità. Principio di esclusione di Pauli. Teoria a bande nei solidi. Confinamento quantico in nano-strutture

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di introdurre i concetti fondamentali della meccanica quantistica partendo dagli esperimenti che evidenziarono la crisi della fisica classica e presentando modelli semplici e loro applicazioni allo studio della struttura della materia e delle proprietà dei materiali in particolare nanostrutturati.

**Testi di riferimento:**

- R. Eisberg e R. Resnick, "Quantum Physics of atoms, molecules, solids, nuclei and particles", Wiley.
- L. Colombo, "Elementi di struttura della materia", Hoepli.

**Testi per consultazione:**

- I.D. McGervey, "Quantum mechanics: Concepts and Applications"

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

Fisica1 e 2, Matematica1, 2, 3

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**FISICA TECNICA**

**Nome insegnamento:** Fisica tecnica

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Del Col Davide

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** giovedì

**Orario di ricevimento:** 9-11

**Programma:**

Sistemi di unità di misura.

Sistema termodinamico. Scambi di massa. Scambi di calore. Termometro gas ideale, SIPT.

Scambi di lavoro. Equazione di Bernoulli generalizzata.

Primo principio della termodinamica.

Secondo principio della termodinamica.

Comportamento delle sostanze e processi elementari. Sostanze incompressibili. Gas ideali.

Processi di compressione. Cambiamenti di stato.

Cicli diretti a vapore.

Cicli diretti a gas.

Cicli inversi.

Conduzione termica. Convezione termica. Irraggiamento.

Scambiatori di calore. Dimensionamento. Differenza di temperatura media efficace. Metodo epsilon-NTU.

**Risultati di apprendimento previsti:**

- Saper studiare i processi di conversione tra le diverse forme di energia.
- Conoscere le trasformazioni termodinamiche maggiormente impiegate nella pratica realizzazione dei suddetti processi energetici.
- Saper affrontare i problemi basilari di scambio termico e di dimensionamento degli scambiatori di calore.

**Testi di riferimento:**

- A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica applicata, CLEUP, Padova, 1992
- C. Bonacina et al., Trasmissione del calore, CLEUP, Padova, 1992.

**Testi per consultazione:**

- G.F.C. Rogers, Y.R. Mayhew, Engineering Thermodynamics Work and Heat Transfer, Longman, 1993.
- F.P. Incropera, D.P. de Witt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 4th Ed., Wiley, New York, 1996.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

Matematica, Fisica

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**MATERIALI CERAMICI E VETRI (C.I.)**

**Nome insegnamento:** Materiali ceramici e vetri (c.i.)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:**

**Settore Scientifico Disciplinare:**

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

**MATERIALI CERAMICI (MODULO DEL C.I. MATERIALI CERAMICI E VETRI)**

**Nome insegnamento:** Materiali ceramici (modulo del c.i. Materiali ceramici e vetri)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 5

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/22 (SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 35

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 82

**Docente responsabile:** Prof. Guglielmi Massimo

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:** lunedì

**Orario di ricevimento:** 10-12

**Programma:**

Struttura dei ceramici: approfondimenti sulla dipendenza di alcune proprietà dalla struttura. Difetti nei ceramici: notazioni di Kroger-Vink; reazioni; difetti stechiometrici, non-stechiometrici ed estrinseci; concentrazione d'equilibrio dei difetti; diagrammi di Kroger-Vink; diffusione, conducibilità ionica ed elettronica.

Frattura fragile: funzioni G ed R; concetto di KI e KIc; stabilità delle cricche; curve R e concetto di tenacizzazione. Meccanismi di tenacizzazione. Accrescimento sub-critico di cricca. Fatica dinamica. Creep.

Approccio statistico alla progettazione con i ceramici. Proof test. Previsione di vita. Tensioni termiche.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di completare la preparazione sui materiali ceramici fornita nel corso della laurea triennale, dedicando particolare attenzione ed approfondendo i concetti relativi ai principi che sono alla base della produzione, delle proprietà e delle applicazioni dei materiali ceramici avanzati strutturali e funzionali.

**Testi di riferimento:**

Dispense dalle lezioni

**Testi per consultazione:**

Michel Barsoum, Fundamentals of Ceramics, McGraw-Hill International Editions, Singapore 1997. James S. Reed, Principles of Ceramic Processing, John Wiley and Sons, 1995. A.J. Moulson and J.M. Herbert, Electroceramics: materials, properties, applications, Chapman & Hall,

Cambridge, 1991.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### VETRI (MODULO DEL C.I. MATERIALI CERAMICI E VETRI)

**Nome insegnamento:** Vetri (modulo del c.i. Materiali ceramici e vetri)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 4

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/22 (SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 35

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 65

**Docente responsabile:** Prof. Colombo Paolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì

**Orario di ricevimento:** 14:00-17:00

#### **Programma:**

Struttura del vetro: Definizioni di vetro. Intervallo di trasformazione vetrosa. Condizioni di vetrificazione: teorie strutturali e teorie cinetiche. Separazione di fase. Struttura dei vetri inorganici e modelli proposti. Cenni sui vetri non ossidi. Proprietà del vetro: proprietà reologiche (viscosità e punti caratteristici); proprietà termiche (calore specifico, conducibilità termica, dilatazione termica); proprietà chimiche (la superficie del vetro, attacco acido, alcalino, dell'acqua, weathering); proprietà elettriche (conducibilità ionica ed elettronica, vetri semiconduttori); proprietà dielettriche; proprietà ottiche (rifrazione, riflessione, assorbimento, trasmissione, vetri colorati, vetri fotocromici, vetri fotosensibili, vetri elettrocromici, fibre ottiche). Tecnologia del vetro: materie prime e calcolo della miscela vetrificabile. Tipologie di forni fusori. Fusione, omogeneizzazione, affinaggio e condizionamento. Ricottura. Vetro Piano: metodologie di produzione (vetro tirato, vetro laminato, processo Float, processo Fusion). Vetro cavo: metodologie di produzione (processo soffio-soffio; processo presso-soffio, macchine ad aspirazione) e caratteristiche principali dei contenitori.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire le conoscenze di base riguardo alla struttura e le proprietà dei vetri inorganici (princi-

palmente quelli a base di ossidi). Inoltre, illustrare i principali metodi di fabbricazione industriale dei prodotti vetrari.

**Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni (c/o Biblioteca Centrale di Ingegneria)

**Testi per consultazione:**

G.Scarinci, T.Toninato, B.Locardi "Vetri" (Ed. Ambrosiana, 1977).

J.E. Shelby "Introduction to Glass Science and Technology" (2nd edition, RSC Paperbacks, 2005)

H.Scholze "Glass. Nature, Structure and Properties" (Springer-Verlag, 1991).

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

None

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Nessuna

#### METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA INDUSTRIALE

**Nome insegnamento:** Metodi matematici per l'ingegneria industriale

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/05 (ANALISI MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 44

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 10

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 96

**Docente responsabile:** Prof. Rampazzo Franco

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento email

**Orario di ricevimento:** su appuntamento email

**Programma:**

Richiami di Calculus in più variabili, Equazioni differenziali alle derivate parziali lineari (onde, calore, Dirichlet), metodo di separazione delle variabili, spazi metrici e normati, serie di Fourier (convergenze puntuali, uniformi, in media quadratica, disug. di Bessel, uguaglianza di Parseval). Problemi con condizioni al contorno per l'equazione delle onde risolti con Serie di Fourier. Formula di D'Alembert. Soluzioni generalizzate per l'equazione delle onde. Equazioni ordinarie( Esistenza, unicità, in piccolo e in grande, metodi risolutivi elementari).

**Risultati di apprendimento previsti:**

Acquisizione di nozioni elementari di Analisi Funzionale e familiarità con i problemi tipici per Equazioni differenziali ordinarie e alle derivate parziali.

**Testi di riferimento:**

A first course in partial differential equations : with complex variables and transform methods / H. F. Weinberger

**Testi per consultazione:**

Giusti: Analisi 2, De Marco: Analisi Matematica 2, Evans: Partial Differential Equations.

**Propedeuticità:**

Ogni materia ingegneristica con contenuto matematico.

**Prerequisiti:**

Analisi Matematica in più variabili, elementi di Algebra Lineare.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROGETTAZIONE DI COMPONENTI E STRUTTURE IN MATERIALE COMPOSITO**

**Nome insegnamento:** Progettazione di componenti e strutture in materiale composito

**Anno di corso:**

**Semestre:**

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/14 (PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 40

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 12

**Ore di laboratorio assistito:** 4

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 94

**Docente responsabile:** Prof. Quaresimin Marino

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 16.00-17.00

**Programma:**

Caratteristiche generali dei compositi a matrice polimerica, cenni sui principali processi produttivi e confronto con altri materiali da costruzione. Teoria dell'elasticità per corpi anisotropi. Analisi micromeccanica e proprietà elastiche e di resistenza della lamina unidirezionale - Teoria classica della laminazione. Criteri di resistenza statica. Progettazione a resistenza e a rigidità di strutture in materiale composito. Effetti di intaglio e giunzioni nelle strutture in composito. Elementi a struttura sandwich. Cenni sul comportamento a fatica dei compositi laminati. Caratterizzazione sperimentale di laminati in composito e tecniche NDT- Metodologie di analisi numerica di strutture in materiale composito - Esempi applicativi

**Risultati di apprendimento previsti:**

Capacità di effettuare il dimensionamento di componenti meccanici realizzati in materiale composito a matrice polimerica soggetti a sollecitazioni statiche e di ottimizzarne la risposta strutturale

**Testi di riferimento:**

Dispensa, copie dei lucidi e appunti delle lezioni

**Testi per consultazione:**

D.Hull, An Introduction to Composite Materials, Cambridge University Press

B.D. Agarwal, L.J. Broutman, Analysis and performance of fibre composites - Wiley

P. K.Mallick , Fiber-reinforced composites : materials, manufacturing, and design -M. Dekker

Zenkert D. The Handbook of Sandwich Construction, EMAS Publishing

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**TECNOLOGIE METALLURGICHE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI (C.I.)**

**Nome insegnamento:** Tecnologie metallurgiche e trattamenti superficiali (c.i.)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:**

**Settore Scientifico Disciplinare:**

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

TECNOLOGIE METALLURGICHE (MODULO DEL C.I. TECNOLOGIE METALLURGICHE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI)

**Nome insegnamento:** Tecnologie metallurgiche (modulo del c.i. Tecnologie metallurgiche e trattamenti superficiali)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 4

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/21 (METALLURGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 35

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 65

**Docente responsabile:** Dott. Dabala' Manuele

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Teoria delle deformazione plastica e modificazioni microstrutturali nei metalli cubici ed esagonali.

La deformazione a caldo: meccanismi di ricristallizzazione statica e dinamica.

Lo scorrimento viscoso: Teoria, parametri previsionali, meccanismi di rottura

La laminazione: Forze e relazioni geometriche, Analisi dello sforzo, effetto dell'attrito.

Analisi dei difetti di laminazione e soluzioni tecnologiche

Tecnologie di laminazione: Layout, forni, discagliatura, treni, finitura; Trattamenti termomeccanici Produzione dei tubi per laminazione. Forgiatura; Estrusione e Trafilatura

Metallurgia delle polveri: Metodi di produzione delle polveri metalliche; Proprietà delle polveri.

Pressatura e sinterizzazione delle polveri metalliche; Operazioni secondarie sui sinterizzati metallici.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire allo studente le conoscenze essenziali sulle principali lavorazioni per deformazione plastica dei materiali metallici, in particolare l'acciaio. Approfondire le conoscenze sulle principali lavorazione per deformazione plastica, ovvero la laminazione a caldo e a freddo, la forgiatura, l'estrusione e le conseguenze della scelta dei parametri operativi sulla microstruttura e le proprietà meccaniche dei prodotti deformati.

Fornire allo studente le conoscenze essenziali sulla produzione delle polveri metalliche e sulle proprietà principali dei prodotti metallici sinterizzati

**Testi di riferimento:**

Appunti di lezione

**Testi per consultazione:**

R.W.K. Honeycombe, The Plastic deformation of Metals, Edward Arnold, London.

W.B. Ginzburg, Steel Rolling Technology, Dekker, New York

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**TRATTAMENTI SUPERFICIALI (MODULO DEL C.I. TECNOLOGIE METALLURGICHE E TRATTAMENTI SUPERFICIALI)**

**Nome insegnamento:** Trattamenti superficiali (modulo del c.i. Tecnologie metallurgiche e trattamenti superficiali)

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 5

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/21 (METALLURGIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 43

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 82

**Docente responsabile:** Dott.ssa Calliari Irene

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:** su appuntamento telefonico o email

**Programma:**

Programma:

- preparazione delle superfici: decontaminazione , sgrassaggio, metodi di decapaggio chimico e meccanico, mordenzatura dell'alluminio.
- Trattamenti di conversione superficiale : fosfatazione , cromatazione e fosfocromatazione
- Deposizione di film sottili PVD (termico, EB, sputtering) e CVD, caratteristiche dei riporti
- Trattamenti galvanici: le basi della elettrodeposizione di metalli, cromatura, ramatura e zincatura
- Metallizzazione della plastica
- Anodizzazione dell'alluminio
- Deposizione di film spessi con tecniche di spruzzatura termica: thermal spray, plasma spray, flame spray, HVOF, laser. Materiali di riporto, caratterizzazione dei riporti, applicazioni industriali
- Tempra superficiale, induzione , fiamma e laser
- Nitrazione degli acciai
- barriere termiche, applicazioni medicali

...

...

**Risultati di apprendimento previsti:**

Risultati di apprendimento previsti: Fornire allo studente gli elementi di base sui principali processi di ingegneria delle superfici e di modifica superficiale di materiali di interesse inge-

gnieristico. Esaminare in dettaglio i processi di modifica delle proprietà superficiali in funzione delle applicazioni, con particolare riferimento alle caratteristiche meccaniche, corrosionistiche ed estetiche richieste.

**Testi di riferimento:**

Testi di riferimento: appunti di lezione

**Testi per consultazione:**

Testi per consultazione: L.Paracchini, Manuale di trattamenti e finiture, ed.Tecniche Nuove , Milano 2003

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA MECCANICA

## IMPIANTI INDUSTRIALI

**Nome insegnamento:** Impianti industriali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/17 (IMPIANTI INDUSTRIALI MECCANICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Dott. Faccio Maurizio

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

### Programma:

Metodologie qualitative e quantitative per decidere l'ubicazione di un impianto industriale. Metodi basati sulla minimizzazione dei costi di trasporto. Scelta dell'ubicazione. Dimensionamento della potenzialità produttiva. Calcolo della potenzialità di stadio. Criteri di dimensionamento di sistemi di produzione per reparti, a celle e in linea. Analisi del flusso dei materiali. Analisi della relazione tra le attività collaterali e/o di servizio. Studio della disposizione planimetrica dell'impianto. Diagrammi tecnologici quantitativi e diagrammi di flusso dei materiali. Analisi dei rapporti tra le attività. Determinazione degli spazi richiesti mediante metodi dei calcoli diretti, conversioni, lay-out schematico, spazi standard e tendenza ed estrapolazione dei rapporti. Confronto spazio disponibile e spazio richiesto. Considerazioni di modifica e limitazioni pratiche. Formulazione di alternative impiantistiche anche con l'ausilio di programmi di calcolo. Definizione dettagliata del layout. Tempi e metodi di realizzazione dell'impianto industriale meccanico.

**Risultati di apprendimento previsti:**

**Testi di riferimento:**

Pareschi, Impianti industriali, Progetto Leonardo, Esculapio Editore, Bologna 2002.

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## MACCHINE 2

**Nome insegnamento:** Macchine 2

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/08 (MACCHINE A FLUIDO)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 50

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 20

**Ore di laboratorio assistito:** 8

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Ardizzon Guido

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Lunedì (gli altri giorni su appuntamento)

**Orario di ricevimento:** 16.30-18.00

### Programma:

Impianti idraulici e termici per la conversione di energia: situazione attuale e prospettive future.

Impianti idroelettrici: caratteristiche dei siti, diagrammi di durata e valutazioni tecnico-economiche; esempi applicativi.

Turbine Pelton: aspetti generali, diametro del getto e della ruota, passo delle pale, traiettorie relative, geometria delle pale, del bocchello e della spina; esempi di progettazione preliminare.

Turbine Francis, ad elica e Kaplan: aspetti generali, geometria del distributore e della girante; voluta e tubo di scarico; esempi di progettazione preliminare.

Impianti termoelettrici: configurazioni e cicli termodinamici.; criteri per la scelta dei parametri termodinamici caratteristici del ciclo, rigenerazione termica; esempi applicativi.

Turbine a vapore: stadi ad impulso e a reazione; turbine de Laval, Rateau, Parsons e Curtis; configurazione delle linee d'albero; criteri per l'ottimizzazione dell'espansione in uno stadio; regolazione del carico; esempi di dimensionamento preliminare di uno stadio.

Impianti con turbine a gas: configurazioni e cicli termodinamici; esempi applicativi.

Introduzione agli impianti cogenerativi e agli impianti combinati gas-vapore; esempi applicativi.

### Risultati di apprendimento previsti:

Acquisizione dei principi che regolano il funzionamento delle macchine e degli impianti per la conversione di energia. Criteri di scelta, campo di impiego, prestazioni e dimensionamento preliminare delle differenti tipologie di macchine e impianti.

**Testi di riferimento:**

G. Ventrone, Macchine per allievi ingegneri, Cortina, Padova, 2002.

Dispense integrative e appunti dalle lezioni.

**Testi per consultazione:**

G. Ferrari, "Hydraulic and Thermal Machines" , Progetto Leonardo, Bologna , 2007.

G. Negri di Montenegro, M. Bianchi, A. Peretto, "Sistemi Energetici e Macchine a Fluido", Pitagora Editrice, Bologna, 2009.

S. Sandolini, M. Borghi, G. Naldi, "Turbomacchine Termiche. Turbine ", Pitagora Editrice, Bologna, 1992.

L. Vivier, "Turbines Hydrauliques et leur Régulation", Éditions Albin Michel, Paris, 1966.

A. Kostyuk, V. Frolov, "Steam and Gas Turbines "" , Mir Publishers Moscow, 1988.

**Propedeuticità:**

nessuna

**Prerequisiti:**

nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Prima dell'esame saranno discussi e valutati gli elaborati assegnati durante il corso.

**MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE 2**

**Nome insegnamento:** Meccanica applicata alle macchine 2

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Cossalter Vittore

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

Cinematica delle vibrazioni e analisi spettrale. Sistemi ad un grado di libertà: vibrazioni libere e forzate, funzioni di trasferimento. Sistemi discreti a più gradi di libertà: metodi per la scrittura delle equazioni del moto, pulsazioni naturali e modi di vibrare, risposta alle forzanti armoniche, periodiche, impulsive. Analisi modale. Sistemi continui: vibrazioni trasversali delle corde tese, vibrazioni longitudinali, torsionali e flessionali delle travi. Discretizzazione dei si-

stemi continui, elementi finiti e altri metodi di analisi. Controllo delle vibrazioni: trasmissibilità ed impedenza, criteri di isolamento e assorbitori dinamici. Vibrazioni non lineari ed autoeccitate, stabilità dei sistemi vibranti. Vibrazioni casuali. Dinamica dei rotori.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso si propone di fornire le nozioni e le metodologie necessarie per lo studio dei problemi di interesse tecnico connessi alla dinamica dei sistemi meccanici con particolare riferimento alle vibrazioni meccaniche.

**Testi di riferimento:**

Dispense fornite dal docente, Appunti dalle lezioni.

S. Bergamaschi, V. Cossalter, *Esercizi di Meccanica delle Vibrazioni*, Cortina, Padova, 1979.

**Testi per consultazione:**

G. Diana, F. Cheli, *Dinamica e Vibrazioni dei sistemi Meccanici*, Utet Libreria, Torino, 1993;

L. Meirovitch, *Elements of Vibration Analysis*, McGraw-Hill, New York, 1986.

**Propedeuticità:**

Nessuna.

**Prerequisiti:**

Nessuno.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA INDUSTRIALE**

**Nome insegnamento:** Metodi matematici per l'ingegneria industriale

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/05 (ANALISI MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Zampieri Giuseppe

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** thursday or by email

**Orario di ricevimento:** 3 p.m.

**Programma:**

1) Equazioni e sistemi differenziali, esistenza e unicità della soluzione, dominio massimale. Sistemi lineari, indipendenza funzionale, equazioni e forme differenziali, fogliazioni di curve

integrali, metodo delle bicaratteristiche.

2) Analisi di Fourier, spazi di Hilbert, sistemi ortonormali, polinomi e serie di Fourier, disuguaglianza di Bessel ed uguaglianza di Parseval. Lo spazio  $L^2$ , completezza del sistema trigonometrico.

3) Equazioni alle derivate parziali. Equazione del trasporto, soluzione dell'equazione omogenea e inomogenea. Equazione di Laplace e funzioni armoniche. Soluzione fondamentale, proprietà di massimo di media e regolarità infinitamente differenziabile delle funzioni armoniche. Soluzione del problema di Dirichlet e rappresentazione integrale mediante il nucleo di Poisson. Equazione del calore, trasporto del calore, soluzione fondamentale. Equazione delle onde e delle oscillazioni. propagazione delle onde, coni di propagazione, soluzione fondamentale.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

Equazioni differenziali, Analisi di Fourier, elementi di Equazioni alle derivate parziali

#### **Testi di riferimento:**

L. Baracco e G. Zampieri, *Analisi 1*, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elettronica (1999)

F. Bottacin e G. Zampieri, *Analisi 2*, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elettronica (1995)

G. Zampieri, *Complex Analysis and CR Geometry*, AMS Ulect 43 (2008)

L. Evans, *Partial Differential Equations*, Graduate Studies in Mathematics 19 (1998)

#### **Testi per consultazione:**

L. Baracco e G. Zampieri, *Analisi 1*, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elettronica (1999)

F. Bottacin e G. Zampieri, *Analisi 2*, Bollati Boringhieri Programma di Matematica, Fisica, Elettronica (1995)

G. Zampieri, *Complex Analysis and CR Geometry*, AMS Ulect 43 (2008)

L. Evans, *Partial Differential Equations*, Graduate Studies in Mathematics 19 (1998)

#### **Propedeuticità:**

#### **Prerequisiti:**

Funzioni di una e più variabili reali, calcolo differenziale e integrale, algebra lineare, curve e superfici.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### **METODI NUMERICI PER L'INGEGNERIA**

**Nome insegnamento:** Metodi numerici per l'ingegneria

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/08 (ANALISI NUMERICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 98

Docente responsabile: Prof. Gambolati Giuseppe

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento:

Orario di ricevimento:

#### Programma:

Concetti base per la costruzione di modelli numerici. Soluzione di sistemi di equazioni non lineari. Soluzione di sistemi lineari sparsi di grande dimensione e calcolo dei corrispondenti autovalori/autovettori estremi. Metodi (proiettivi) del gradiente e del gradiente coniugato. Accelerazione dei metodi del gradiente. Precondizionatori. Differenze Finite (FD) per equazioni alle derivate ordinarie (ODE) del 1° e 2° ordine in elastodinamica. Cenni alle equazioni alle derivate parziali (PDE) del 2° ordine di tipo ellittico, parabolico ed iperbolico. PDE stazionarie ed evolutive nel tempo. Interpolazione con polinomi piecewise 1D e 2D. Spline. Elementi finiti triangolari, lineari, bilineari, biquadratici, bicubici, serendipity, isoparametrici. Principi variazionali. Metodo FEM (Finite Element Method). Metodi variazionali di Ritz e di Galerkin. Formulazioni deboli. Metodo dei residui pesati. Elementi non conformi e patch test. Metodi FD e spettrali per sistemi differenziali lineari del 1° ordine. Analisi di stabilità. Soluzione di sistemi di equazioni non lineari. Progetti numerici di ingegneria meccanica che comprendono la soluzione di sistemi di equazioni non lineari per la creazione di ruote dentate coniche e la soluzione FEM del problema stazionario della diffusione del calore in una piastra piana.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di fornire agli studenti della laurea magistrale le basi per la formulazione, lo sviluppo e la messa a punto di modelli numerici, in particolare modelli agli elementi finiti, per la soluzione di equazioni differenziali del 2° ordine ("boundary value problems" e "initial boundary value problems") che dominano nelle applicazioni dell'ingegneria meccanica.

#### Testi di riferimento:

Giuseppe Gambolati, *Lezioni di Metodi Numerici per Ingegneria e Scienze Applicate*, con esercizi, Cortina, 2° Ed., 619 pp, 2002.

#### Testi per consultazione:

Thomas J.R. Huges, *The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*, Prentice-Hall, 833 pp, 1987.

Myron B. Allen et al., *Numerical Modeling in Science and Engineering*, J. Wiley, 412 pp, 1988.

#### Propedeuticità:

Calcolo Numerico

#### Prerequisiti:

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

Altre informazioni:

## SISTEMI INTEGRATI DI FABBRICAZIONE

**Nome insegnamento:** Sistemi integrati di fabbricazione

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/16 (TECNOLOGIE E SISTEMI DI LAVORAZIONE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 0

**Docente responsabile:** Prof. Bariani Paolo

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

**Programma:**

**Risultati di apprendimento previsti:**

**Testi di riferimento:**

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:**

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## TERMODINAMICA APPLICATA

**Nome insegnamento:** Termodinamica applicata

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/10 (FISICA TECNICA INDUSTRIALE), ING-IND/11 (FISICA TECNICA AMBIENTALE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 56

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 20

**Ore di laboratorio assistito:** 2

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof.ssa Rossetto Luisa

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì

**Orario di ricevimento:** 12-13

### **Programma:**

Termodinamica delle miscele aria-vapor d'acqua: grandezze caratteristiche, diagrammi psicrometrici, trasformazioni dell'aria umida, condizionamento dell'aria, torri evaporative, deumidificazione dell'aria compressa.

Elementi di gasdinamica monodimensionale: velocità del suono, numero di Mach, moto isentropico in condotti a sezione variabile, ugelli e diffusori subsonici e supersonici, onde d'urto normali ed oblique, moto adiabatico con attrito e moto con scambio termico in condotti a sezione costante.

Richiami di trasmissione del calore: conduzione, convezione naturale e forzata, radiazione.

Deflusso di liquidi e gas in mini e microcanali: scambio termico e cadute di pressione.

Teoria dello scambio termico con cambiamento di fase: condensazione a bassa ed alta velocità di vapori puri, ebollizione nucleata, evaporazione in convezione forzata. Cadute di pressione durante il moto gas - liquido.

Dimensionamento, verifica termica ed idraulica di: scambiatori a fascio tubiero, scambiatori a piastre liquido-liquido, scambiatori gas-liquido, scambiatori gas-gas, condensatori, evaporatori.

Scambio per radiazione nei mezzi partecipanti: camere di combustione.

### **Risultati di apprendimento previsti:**

Il corso fornisce nozioni sia di base sia applicative nel campo della trasmissione del calore e della termodinamica.

### **Testi di riferimento:**

Dispense delle lezioni.

A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica applicata, CLEUP, Padova, 1992; C. Bonacina et.al., A. Cavallini, L. Mattarolo, Trasmissione del calore, CLEUP, Padova, 1992.

### **Testi per consultazione:**

G.F. Hewitt, G.L. Shires, T.R. Bott, Process Heat Transfer, CRC Press e Begell House, Boca Raton, 1994.

R.D. Zucker, O. Biblarz, Fundamentals of Gas Dynamics, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2002.

Shah R.K., Sekulic D.P. Fundamentals of heat exchanger design, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

### **Propedeuticità:**

Nessuna

### **Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA MECCATRONICA

## ANALISI DEI SISTEMI

**Nome insegnamento:** Analisi dei sistemi

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/04 (AUTOMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 54

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 96

**Docente responsabile:** Dott. Cenedese Angelo

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

### Programma:

Modelli ingresso-uscita e modelli di stato (a tempo continuo e a tempo discreto).

Sistemi lineari e non lineari. Linearizzazione.

Richiami di Algebra lineare.

Struttura dei sistemi lineari in forma di stato. Dinamica dei sistemi lineari (tempo discreto e continuo). Evoluzione libera e forzata. Analisi modale.

Analisi nel dominio delle trasformate (Trasformata di Laplace e Trasformata Zeta) e matrice di trasferimento.

Stabilità interna ed esterna. Stabilità BIBO.

Raggiungibilità, controllabilità e retroazione dallo stato. Allocazione degli autovalori e stabilizzabilità. Controllo Dead Beat.

Osservabilità, ricostruibilità e stima dello stato. Stimatori alla Luenberger e rivelabilità. Stimatori dead-beat.

Regolatori.

### Risultati di apprendimento previsti:

Introduzione alle principali metodologie per l'analisi ed il controllo di sistemi dinamici lineari e stazionari, con più ingressi ed uscite, mediante tecniche basate sulla modellizzazione in spazio di stato.

**Testi di riferimento:**

E.Fornasini, G. Marchesini "Appunti di Teoria dei Sistemi", Ed. Libreria Progetto, Padova, 2004.

**Testi per consultazione:**

P.Bolzern, R.Scattolini, N.Schiavoni, "Fondamenti di Controlli Automatici", Ed. McGraw-Hill, 2004.

T.Kailath, "Linear Systems", Ed. Prentice Hall, 1979.

**Propedeuticità:****Prerequisiti:**

Segnali e sistemi. Controlli Automatici.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**COMPLEMENTI DI MATEMATICA**

**Nome insegnamento:** Complementi di matematica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/03 (GEOMETRIA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 70

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Zanella Corrado

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Martedì

**Orario di ricevimento:** 16-17

**Programma:**

Gruppi, corpi, campi, algebre e loro sottostrutture. Richiami su spazi vettoriali, applicazioni lineari e loro matrici, orientazione dello spazio, diagonalizzabilità, prodotti scalari, matrici ortogonali, teorema spettrale. Isometrie dello spazio dei vettori geometrici. Decomposizione QR. Decomposizione di matrici antisimmetriche. Decomposizione a valori singolari. Pseudoinversa e sistemi lineari.

Riferimenti cartesiani. Traslazioni, rotazioni e loro equazioni in coordinate omogenee. Angoli rispetto a riferimento fisso e riferimento mobile. Angoli di Eulero z-y-z. Rappresentazione asse-angolo. Definizione e proprietà algebriche dei quaternioni. Rappresentazione delle rotazio-

ni per mezzo dei quaternioni.

Elementi impropri del piano e coordinate omogenee. Spazi proiettivi, omografie, riferimenti proiettivi, dualità, birapporto, proprietà di invarianza del birapporto. Teorema fondamentale della geometria proiettiva. Coniche, polarità definita da una conica irriducibile, fasci di coniche. Formula di Laguerre. Spazio tridimensionale ampliato e gruppi geometrici. Formazione dell'immagine. Geometria epipolare e matrice fondamentale.

Spazio duale. Cambiamenti di base nello spazio duale. Spazio biduale. Isomorfismo canonico tra uno spazio vettoriale finito dimensionale e il suo biduale. Forme multilineari. Tensori ed algebra tensoriale. Cambiamento delle componenti di un tensore. Tensori doppi. Tensore metrico. Rappresentazioni covarianti e controvarianti pure. Tensore trasposto. Tensore di deformazione.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Familiarità con tecniche e strutture algebriche e geometriche che possono avere applicazione immediata in determinate aree ingegneristiche, quali ad esempio la meccanica dei solidi, la robotica e la visione computazionale.

**Testi di riferimento:**

C. Zanella, Modelli Geometrici. <http://www.corradozanella.it>

**Testi per consultazione:**

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**COSTRUZIONE DI MACCHINE**

**Nome insegnamento:** Costruzione di macchine

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/14 (PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 98

**Docente responsabile:** Prof. Lazzarin Paolo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** martedì (e su appuntamento)

Orario di ricevimento: 17-18

**Programma:**

Contenuti: Parametri di sollecitazione. Distribuzioni di tensione indotte da sforzo normale, momento flettente, taglio, momento torcente. Legame tra tensioni e deformazioni in campo lineare elastico per un materiale isotropo. Curva di trazione. Rappresentazione degli stati di tensione complessi mediante i cerchi di Mohr. Tensione ideale secondo Guest (ipotesi della massima tensione tangenziale) e secondo von Mises (ipotesi della densità di energia di distorsione). Tensione ammissibile nelle verifiche statiche. Dimensionamento di una trave ad asse rettilineo di un albero di trasmissione, di una a trave curva, di un recipiente cilindrico e sferico soggetto a pressione interna, di un serbatoio. Equazione della linea elastica. Soluzione di strutture iperstatiche semplici con il metodo delle forze. Comportamento a fatica dei materiali metallici. Componenti intagliati soggetti a fatica ad elevato numero di cicli. Curva di Wöhler. Influenza della finitura superficiale, delle dimensioni assolute, degli effetti di concentrazione delle tensioni, della tensione media. Calcolo dei coefficienti sicurezza con riferimento alle ampiezze di tensione e alle tensioni massime, aprità di tensione media o del rapporto nominale di cilo. Regola di Miner nella fatica ad ampiezza variabile. Verifiche a fatica di unioni saldate secondo Normative in vigore (Eurocodice 3, UNI 10011).

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire i principi del dimensionamento di componenti meccanici soggetti a sollecitazioni statiche e di fatica ad alto numero di cicli.

**Testi di riferimento:**

B. Atzori. Appunti di Costruzione di Macchine, Libreria Cortina, Padova, 2000.  
P. Lazzarin. Principi di Costruzione di Macchine, Libreria Cortina, Padova, 2005

**Testi per consultazione:**

N. N. Dowling. Mechanics of Materials, Prentice-Hall International Editions

**Propedeuticità:**

NESSUNA

**Prerequisiti:**

NESSUNO

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**GESTIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI**

**Nome insegnamento:** Gestione degli impianti industriali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/17 (IMPIANTI INDUSTRIALI MECCANICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 48

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 30

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Dott.ssa Battini Daria

Curriculum scientifico: pagina personale del docente

Giorno di ricevimento: su appuntamento

Orario di ricevimento: su appuntamento

#### **Programma:**

Definizioni di base e cenni di riepilogo: la classificazione degli impianti industriali e di servizio, lo studio del layout e la curva P-Q. Politiche di tipo ATO e MTO. La distinta base: Planning-bill e Super-bill. La costruzione dei cicli di produzione e il calcolo del percorso critico. Il calcolo di indici di performance di impianti e risorse umane (OEE, efficienza e assenteismo). Sistemi informativi di tipo MRPI e MRPII: struttura, moduli e funzioni. La struttura gerarchica e ricorsiva della pianificazione: il metodo rolling e gli orizzonti temporali. La pianificazione di lungo periodo, la creazione del Production Plan (PP), il controllo della capacità di lungo periodo, la pianificazione di medio periodo, la programmazione aggregata, la costruzione dell'MPS (programmazione lineare e modello di Wagner-Whitin), l'MRP e la gestione delle scorte di tipo Push. La programmazione operativa e le tecniche di scheduling. Utilizzo della simulazione ad eventi discreti per l'ottimizzazione del Sequencing dei job in impianti automatizzati (esercitazione con il software Automod), i sistemi di gestione delle scorte di tipo Pull, il JIT, il calcolo del numero di Kanban, la tecnica SMED. Fondamenti di gestione delle scorte: il punto di riordino, il periodo di riordino e le scorte di sicurezza. Il lotto economico di acquisto, di produzione e congiunto. Il Consignment Stock. Casi aziendali. Learning Game di gruppo.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

L'obiettivo del corso è quello di fornire le conoscenze teoriche di base nel campo della programmazione e gestione dei sistemi produttivi manifatturieri operanti secondo logiche di Assembly to Order e Manufacturing to Order.

#### **Testi di riferimento:**

Testi di riferimento: Logistica Integrata e Flessibile (Pareschi A., Regattieri A., Persona A., Ferrari E.). Progetto Leonardo. Bologna

Gestione della produzione di: Richard J. Schonberger, Edward M. Knod jr Curatore edizione italiana: Enrico Sombrero, McGraw Hill

#### **Testi per consultazione:**

nessuno

#### **Propedeuticità:**

nessuna

#### **Prerequisiti:**

nessuno

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta

Modalità di frequenza: Facoltativa

#### **Altre informazioni:**

La frequenza del corso non è obbligatoria ma consigliata.

## MECCANICA DEI COMPONENTI

**Nome insegnamento:** Meccanica dei componenti

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 6

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/14 (PROGETTAZIONE MECCANICA E COSTRUZIONE DI MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 52

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 16

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 82

**Docente responsabile:** Dott. Berto Filippo

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento, qualsiasi giorno della settimana

**Orario di ricevimento:** su appuntamento, qualsiasi giorno della settimana

### Programma:

Metodo matriciale per il calcolo automatico degli spostamenti e delle rotazioni di una struttura. Matrice di rigidezza dell'elemento trave nel piano e nello spazio. Coefficienti di rigidezza dovuti alle componenti assiali, torsionali e flessionali. Passaggio dal sistema di riferimento locale, di elemento, al sistema di riferimento globale. Assemblaggio della matrice di rigidezza della struttura. Imposizione delle condizioni di vincolo e inversione della matrice ridotta. Calcolo degli spostamenti nodali generalizzati. Esercitazioni manuali e al calcolatore.

Matrice delle masse secondo uno schema a masse concentrate e distribuite. Problema agli autovalori-autovettori per il calcolo delle frequenze proprie di una struttura e per le velocità critiche flessionali degli alberi di trasmissione. Metodo delle potenze e metodo approssimato di Dunkerley. Esercitazioni manuali e al calcolatore.

Dal continuo ai sistemi discreti. Le basi teoriche del metodo agli elementi finiti. Funzioni di forma e applicazione a casi di tensione piana, deformazione piana e a casi tridimensionali. Elementi isoparametrici.

### Risultati di apprendimento previsti:

Risultati di apprendimento previsti: Apprendimento dei principi che regolano la modellazione delle strutture e il dimensionamento in condizioni di esercizio.

### Testi di riferimento:

Appunti delle lezioni, G. Meneghetti e M. Quaresimin "Introduzione all'analisi strutturale statica con il codice di calcolo ansys", Edizioni libreria Progetto Padova.

### Testi per consultazione:

B. Atzori, Moderni metodi e procedimenti di calcolo nella progettazione meccanica. Laterza Editrice. K.J. Bathe, Finite element procedures in engineering analysis, Prentice-Hall.

### Propedeuticità:

NESSUNO

### Prerequisiti:

NESSUNO

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

NESSUNA

## MECCANICA DELLE VIBRAZIONI

**Nome insegnamento:** Meccanica delle vibrazioni

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-IND/13 (MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 58

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 20

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Trevisani Alberto

**Curriculum scientifico:** pagina personale del docente

**Giorno di ricevimento:**

**Orario di ricevimento:**

### Programma:

**MODELLISTICA DELLE VIBRAZIONI DI SISTEMI AD UN GRADO DI LIBERTÀ:** modellistica di sistemi riconducibili all'oscillatore semplice, frequenza naturale e fattore di smorzamento relativo di un oscillatore. Comportamento in transitorio, stima del fattore di smorzamento. Instabilità. Smorzamento delle oscillazioni in presenza di attrito coulombiano. Vibrazioni forzate (forzante sinusoidale), rappresentazione vettoriale complessa, funzione di trasferimento di un oscillatore semplice smorzato, concetti di trasmissibilità e di risposta allo sbilanciamento. Risposta ad un ingresso periodico. Risposta impulsiva ed integrale di convoluzione. Modelli riconducibili all'oscillatore semplice. Vibrazioni torsionali. Risposta alle forze d'inerzia di un meccanismo biella-manovella. Bilanciamento manovellismi multipli. Esercitazioni ed esempi applicativi.

**VIBRAZIONI DI SISTEMI LINEARI MOLTI GRADI DI LIBERTÀ:** formulazione matriciale delle equazioni del moto. Matrici di massa e di rigidezza, loro proprietà. Esempi di matrici di rigidezza di sistemi di molle, proprietà di simmetria della matrice di rigidezza e definizione di energia elastica, sistemi definiti e semidefiniti positivi, assemblaggio della matrice di rigidezza di un sistema e imposizione di vincoli. Matrici di massa e definizione di energia cinetica. Analisi modale, problema agli autovalori, pulsazioni naturali e modi di vibrare, matrice modale e disaccoppiamento delle equazioni del moto. Risposta libera in assenza di smorzamento, esempi, battimenti. Smorzamento modale e di Rayleigh. Carico modale e risposta nel tempo per sovrapposizione modale. Risonanze ed antirisonanze, lo smorzatore attivo di Frahm. Vibrazioni autoeccitate, sistemi instabili a più gradi di libertà, esempi di vibrazioni autoeccitate in macchine automatiche.

**VIBRAZIONI DI SISTEMI CONTINUI:** modelli continui per trave inflessa, equazione delle frequenze, modi propri di trave appoggiata, incastrata, libera, a mensola. Risposta libera e risposta forzata. Esercitazione: determinazione sperimentale delle frequenze naturali di trave libera.

**DINAMICA DEI ROTORI:** squilibrio statico e di coppia (squilibrio dinamico), equilibratura dei rotori, velocità critiche, risposta allo squilibrio del rotore elementare.

**MISURA E CONTROLLO DELLE VIBRAZIONI:** generalità sugli strumenti per la misura delle vibrazioni, l'accelerometro, metodi di misura delle vibrazioni, catena di misura, analizzatori di spettro. Tecniche di trattamento dei dati sperimentali. Trasformata discreta di Fourier (DFT). Metodi e strumenti per la determinazione sperimentale dei parametri modali di un meccanismo o di una struttura: shaker elettrodinamici ed impact test. Stima ottimale della risposta in frequenza da medie di auto-spettri e cross-spettri. Cenni al controllo passivo delle vibrazioni, cenni al controllo attivo delle vibrazioni (sky-hook damping). Esercitazioni in laboratorio.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Fornire allo studente conoscenze teoriche e applicative nel campo della meccanica dei sistemi vibranti. Illustrare modelli discreti e continui utili per descrivere i fenomeni vibratorii e per comprenderne i meccanismi di eccitazione. Chiarire le principali tecniche di misura delle vibrazioni nei sistemi meccanici

**Testi di riferimento:**

Appunti dalle lezioni

M. Giovagnoni, "Analisi delle vibrazioni nei sistemi meccanici"

Edizioni Libreria Cortina, Padova, 2001

**Testi per consultazione:**

E. Funaioli, A. Maggiore, U. Meneghetti, "Lezioni di meccanica applicata alle macchine" Patron Editore

J.P. Den Hartog, "Mechanical Vibrations" Dover Publications

L. Meirovitch "Elements of Vibration Analysis" McGraw Hill, NY

A.D. Dimarogonas "Vibration for Engineers" Prentice Hall International Editions

S.G. Kelly, "Mechanical Vibrations" McGraw Hill, NY

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROGRAMMAZIONE DI SISTEMI EMBEDDED**

**Nome insegnamento:** Programmazione di sistemi embedded

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

NI), ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Dott.ssa Reggiani Monica

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: giovedì

Orario di ricevimento: 12:00-14:00

#### **Programma:**

- Da Java a C

Tipi primitivi. Programmazione strutturata. Puntatori. Funzioni e passaggio di parametri.

- Introduzione ai concetti di base dei sistemi operativi

Concetti fondamentali. Struttura del sistema operativo. Componenti di un sistema operativo.

Sistemi a macchine virtuali. Tecniche di gestione della memoria. File system.

- Gestione dei processi

Processi, creazione, interazione e terminazione di processi, schedulazione dei processi, diagramma di stato, algoritmi di scheduling

- Programmazione concorrente

Sincronizzazione e comunicazione, modelli di programmazione concorrente, meccanismi di cooperazione: semafori, regioni critiche, monitor. Scambio di messaggi, socket, chiamata di procedure remote, RMI. Deadlock e starvation. Tecniche di prevenzione e gestione di deadlock.

- Introduzione ai sistemi in tempo reale

Sistemi di elaborazione operanti con vincoli temporali. Tipologie dei sistemi in tempo reale e parametri caratteristici. Modello di riferimento per i sistemi di elaborazione in tempo reale.

- Scheduling

Schedulazione di processi aperiodici. Schedulazione basata su priorità. Scheduling di processi periodici, aperiodici e sporadici. Algoritmi di scheduling Rate Monotonic ed EDF.

#### **Risultati di apprendimento previsti:**

L'insegnamento si propone di presentare gli strumenti per la programmazione di sistemi di embedded, introducendo i concetti principali dei sistemi concorrenti e di schedulazione di sistemi real-time. Un ulteriore obiettivo è di rendere lo studente in grado di programmare applicazioni in ambiente C/UNIX.

#### **Testi di riferimento:**

Andrew S. Tanenbaum, Modern Operating Systems, Third Edition, Prentice-Hall, 2008.

#### **Testi per consultazione:**

Abraham Silberschatz, Peter Baer Galvin and Greg Gagne, Operating System Concepts, 7th ed., John Wiley & Sons, Inc., 2005.

Keir Thomas, Ubuntu Pocket Guide and Reference, <http://www.ubuntupocketguide.com/>

Mark Mitchell, Jeffrey Oldham, and Alex Samuel, Advanced Linux Programming, <http://www.advancedlinuxprogramming.com>

#### **Propedeuticità:**

#### **Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009

# PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

## A.A. 2008/2009

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI

### ANALISI REALE E COMPLESSA

**Nome insegnamento:** Analisi reale e complessa

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** MAT/05 (ANALISI MATEMATICA), MAT/07 (FISICA MATEMATICA)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 46

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 32

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Marson Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Ottobre-Gennaio: lunedì e venerdì; Febbraio-Settembre: su appuntamento

**Orario di ricevimento:** Ottobre-Gennaio: 16:15-17:30

#### Programma:

Successioni e serie di funzioni. Analisi funzionale: spazi di Banach e di Hilbert. Integrale di Lebesgue e spazi  $L_p$ . Serie e trasformate di Fourier. Elementi di analisi complessa. Distribuzioni. Per un programma più si veda la pagina web del docente <http://www.math.unipd.it/~marson>

#### Risultati di apprendimento previsti:

Introduzione ai concetti e ai metodi fondamentali dell'analisi reale e complessa e dell'analisi funzionale.

#### Testi di riferimento:

G.C. Barozzi, Matematica per l'Ingegneria dell'Informazione, Zanichelli; dispense con esercizi fornite dal docente.

#### Testi per consultazione:

C. Minnaja, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Progetto; G. Gilardi, Analisi 3, McGraw-Hill; G. Di Fazio e M. Frasca, Metodi Matematici per l'Ingegneria, Monduzzi Editore.

#### Propedeuticità:

Nessuna.

#### Prerequisiti:

Corsi di matematica della laurea triennale.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

Altre informazioni:

## BASI DI DATI

Nome insegnamento: Basi di dati

Anno di corso: I anno

Semestre: 2 semestre

Crediti Formativi Universitari: 9

Settore Scientifico Disciplinare: ING-INF/05 (SISTEMI DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI)

Ore di didattica in aula - lezioni: 78

Ore di didattica in aula - esercitazioni: 0

Ore di laboratorio assistito: 0

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Prof. Gradenigo Girolamo

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: Lunedì

Orario di ricevimento: 10.00-12.00

### Programma:

1. Introduzione: Funzionalità di un sistema di gestione di basi di dati (DBMS). Architettura e componenti di un DBMS. Linguaggi di definizione e manipolazione dati. Dati, metadati, schema e catalogo dei dati.
2. Basi di dati relazionali: Il modello relazionale: strutture, vincoli e operazioni. L'algebra relazionale. Il linguaggio SQL.
3. Progettazione di basi di dati: La progettazione concettuale; il modello Entità/Associazione (E/R). Costruzione di schemi concettuali. La progettazione logica. Dipendenze funzionali e normalizzazione.
4. Elementi di progettazione fisica.
5. Introduzione alla tecnologia di un database server: Concetto e proprietà delle transazioni.
6. Cenni sulle evoluzioni dei modelli dei dati e delle architetture per basi di dati.

### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si propone di fornire agli studenti la conoscenza delle metodologie e degli strumenti per la progettazione di sistemi di basi di dati e le tecniche utili per lo sviluppo di un progetto reale.

### Testi di riferimento:

R.A. Elmasri, S.B. Navathe. Sistemi di basi di dati - Fondamenti. Pearson - Addison Wesley, 4° ed., Milano, 2004.

P.Atzeni, S. Ceri, S. Paraboschi, R. Torlone, Basi di dati - Modelli e linguaggi di interrogazione, McGraw-Hill, Milano, 2002

### Testi per consultazione:

P. Atzeni, S. Ceri, P. Fraternali, S. Paraboschi, R. Torlone. Basi di dati - Architetture e linee di evoluzione. McGraw-Hill Libri Italia, Milano, 2003.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

### ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI

**Nome insegnamento:** Elaborazione numerica dei segnali

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Cortelazzo Guido

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Mercoledì

**Orario di ricevimento:** 11 - 12

#### **Programma:**

Sistemi lineari a tempo discreto tempo invarianti: convoluzione; stabilità, causalità; equazioni lineari alle differenze finite; filtri lineari di tipo FIR e IIR. Trasformata Zeta; funzione di trasferimento e risposta in frequenza: semplici esempi di f.d.t. passa-basso/alto, passa/elimina-banda, passa tutto. FIR a fase lineare. DFT: definizione, proprietà e guida all'uso in contesti pratici; algoritmi FFT; algoritmi di convoluzione veloce.

Progetto di filtri IIR col metodo della trasformazione bilineare; filtri di Butterworth, Chebyshev e Cauer; trasformazioni di frequenza. Tecniche di ottimizzazione applicate al progetto di filtri IIR. Progetto di filtri FIR a fase lineare: troncamento della serie di Fourier; campionamento della risposta in frequenza; progetto in norma di Chebyshev (algoritmo di Remez).

Realizzazioni: computabilità e algoritmo di ordinamento; realizzazioni in forma diretta, cascata e

parallelo; Sensibilità alle variazioni dei coefficienti moltiplicatori. Effetti della aritmetica a precisione finita. Strutture efficienti rispetto alla sensibilità alle variazioni dei coefficienti e agli effetti della aritmetica a precisione finita.

Sistemi lineari multi-rate: interpolazione e decimazione; realizzazioni efficienti.

Esempi di applicazioni.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Per segnale si intende una qualche grandezza fisica che varia nel tempo (o nello spazio, o in qualche altro dominio) e che fornisce informazione su un aspetto qualsiasi del mondo reale. Esempi tipici sono l'audio (segnale vocale), le immagini statiche (foto), il video (televisione), ma anche gli impulsi elettrici utilizzati ad esempio per trasmettere il segnale telefonico attraverso i cavi o altri canali. Il corso approfondisce sia in modo teorico che pratico due argomenti fondamentali nell'uso dei segnali, ovvero le modalità di utilizzo dei sistemi lineari e le possibilità ed implicazioni dell'analisi dei segnali nel dominio della frequenza. Questi metodi sono estremamente generali e si applicano a molteplici contesti: telecomunicazioni, elettronica, biomedica, elaborazione delle immagini, grafica 3D, etc. Ogni argomento è diffusamente illustrato da esempi Matlab per farne apprezzare le implicazioni pratiche. Vengono inoltre presentate specifiche applicazioni dell'elaborazione numerica dei segnali.

**Testi di riferimento:**

Sanjit K. Mitra, "Digital Signal Processing - A computer based approach", Third Editino, Mc Graw-Hill, Boston (USA), 2006

**Testi per consultazione:**

Dispense del prof. Gian Antonio Mian

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**MODELLI PER LE RETI**

**Nome insegnamento:** Modelli per le reti

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Zorzi Michele

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento

**Orario di ricevimento:** su appuntamento

**Programma:**

Richiami di teoria della probabilità; catene di Markov e loro comportamento all'infinito; processi di Poisson; processi di rinnovamento; esempi e applicazioni.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Conoscenza dei principali strumenti matematici e tecniche modellistiche per lo studio delle reti di telecomunicazioni e dei protocolli. Conoscenza di fondamenti teorici e applicazioni di catene di Markov, processi di rinnovamento, teoria delle code e modelli di traffico.

**Testi di riferimento:**

H. Taylor, S. Karlin, "An introduction to stochastic modeling" 3rd edition, Academic Press, 1998

**Testi per consultazione:**

S. Karlin, H. Taylor, "A first course on stochastic processes" vol. 1, Academic Press.  
S. Ross, "Stochastic processes," 2nd ed., Wiley

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROCESSI ALEATORI**

**Nome insegnamento:** Processi aleatori

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Pierobon Gianfranco

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** su appuntamento (pierobon@dei.unipd.it)

**Orario di ricevimento:** su appuntamento (pierobon@dei.unipd.it)

**Programma:**

Richiami di teoria della probabilità. La teoria unificata dei segnali. Processi aleatori e loro descrizione statistica generale. Processi stazionari e ciclostazionari. Descrizione statistica di potenza: media, correlazione, densità spettrale. Trasformazioni lineari e non lineari, istantanee o con memoria, di processi aleatori. Conservazione della stazionarietà attraverso le trasformazioni. Processi aleatori gaussiani e loro proprietà. Teorema del campionamento per segnali determinati e per processi aleatori. Processi di Markov. Catene di Markov omogenee a stati finiti. Applicazione alle macchine sequenziali a stati finiti. Macchine di Moore e di Mealy.

**Risultati di apprendimento previsti:**

Lo studente dovrà apprendere la teoria dei segnali determinati e dei processi aleatori, come modelli di sistemi, in particolare nel settore delle telecomunicazioni. Dovrà poi essere in grado di eseguire valutazioni probabilistiche su tali modelli.

**Testi di riferimento:**

Gianfranco Cariolaro, Gianfranco Pierobon, "Processi aleatori", Edizione Provvisoria.

**Testi per consultazione:**

Athanasios Papoulis, "Probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici", Boringhieri.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Segnali e sistemi, Fondamenti di comunicazioni

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROGETTO DI ANTENNE E DISPOSITIVI A MICROONDE**

**Nome insegnamento:** Progetto di antenne e dispositivi a microonde

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/02 (CAMPI ELETTROMAGNETICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 68

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 8

**Ore di laboratorio assistito:** 2

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Prof. Galtarossa Andrea

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** a richiesta via email

**Orario di ricevimento:** a richiesta via email

**Programma:**

Guide d'onda metalliche: proprietà modali, attenuazione e dispersione. Guide dielettriche: proprietà modali, attenuazione e dispersione. Linee a striscia. Attenuazione e banda passante nelle guide metalliche. Linee di trasmissione a basse perdite. Propagazione di segnali in regime pulsato; Propagazione di segnali in regime pulsato; riflessioni multiple. Risonatori a pareti metalliche e risonatori aperti; Q a vuoto e a carico. Trasformatori di impedenza e filtri. Adattatori a banda larga. Matrici impedenza, diffusione, trasmissione, ABCD; proprietà ed esempi. Componenti e circuiti a microonde; giunzioni e accoppiatori concentrati e distribuiti. Cenni alla teoria delle immagini e alla propagazione in mezzi girotropici; dispositivi non reciproci. Momento equivalente di una sorgente estesa; reciprocità elettromagnetica; formula di Friis; propagazione di onde radio. Equazione del radar. Caratterizzazione delle sorgenti elettromagnetiche; misure sulle antenne. Schiere di antenne: richiami sull'analisi. Sintesi e progettazione di schiere. Antenne filiformi:

**Risultati di apprendimento previsti:**

Permettere una conoscenza base della propagazione guidata e in spazio libero di campi elettromagnetici a radio frequenza.

**Testi di riferimento:**

DISPENSE DELLE LEZIONI

D.R. Pozar, "Microwave Engineering", III ed. John Wiley e Sons, N.Y. 2005.

C.G. Someda, "Electromagnetic Waves", Chapman&Hall, London, 1998.

**Testi per consultazione:**

R.E. Collin, "Foundations for microwave engineering", Mc Graw-Hill, N.Y. 1992.

M. Midrio, "Propagazione Guidata", SGE, 2003.

**Propedeuticità:**

Nessuna

**Prerequisiti:**

Nessuno

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

**PROPAGAZIONE E ANTENNE**

**Nome insegnamento:** Propagazione e antenne

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/02 (CAMPI ELETTROMAGNETICI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 0

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 147

**Docente responsabile:** Dott. Capobianco Antonio-daniele

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** Su appuntamento

**Orario di ricevimento:** Su appuntamento

**Programma:**

Equazioni di Maxwell, relazioni costitutive, equazioni delle onde e di Helmholtz. Teoremi fondamentali: Poynting, unicità, reciprocità ed equivalenza. La polarizzazione del campo e.m. Onde piane nei mezzi isotropi ed omogenei: classificazione, impedenza d'onda, riflessione dalla superficie di un buon conduttore. Guide d'onda a pareti conduttrici: proprietà dei modi, guide rettangolari, circolari e cavo coassiale. Linee di trasmissione: regime variabile e sinusoidale, adattamento. Principi fondamentali delle antenne: momento di dipolo, approssimazione di campo lontano, antenne filiformi, antenne ad apertura, schiere di antenne lineari e uniformi.

**Risultati di apprendimento previsti:**

La finalità del corso è di sviluppare e rifinire, oltre ai concetti dell'elettromagnetismo noti dai precedenti insegnamenti di Fisica, i principi da cui discendono vincoli insuperabili nella trasmissione di segnali e su cui si basano gli elementi comuni a tutte le tecnologie della trasmissione stessa.

**Testi di riferimento:**

M. Midrio, "Campi Elettromagnetici", SGE Editoriali, Padova, 2003; M. Midrio, "Propagazione Guidata", SGE Editoriali, Padova, 2003; M. Midrio, "Esercizi di Campi Elettromagnetici", SGE Editoriali, Padova, 2003; C. De Angelis, A. Galtarossa, G. Gianello, "Linee di Trasmissione", CUSL Nuova Vita, Padova, 1993.

**Testi per consultazione:**

Someda, "Electromagnetic Waves", Chapman & Hall, London, 1998.

**Propedeuticità:**

**Prerequisiti:**

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

## RETI DI TELECOMUNICAZIONI

**Nome insegnamento:** Reti di telecomunicazioni

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 1 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 54

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 16

Ore di laboratorio assistito: 8

Ore di attività riservate allo studio personale: 147

Docente responsabile: Dott. Zanella Andrea

Curriculum scientifico: [pagina personale del docente](#)

Giorno di ricevimento: su appuntamento

Orario di ricevimento: su appuntamento

#### Programma:

Introduzione alle reti di telecomunicazioni: rete Internet e rete telefonica pubblica. Commutazione di circuito, di messaggio e di pacchetto. Modello protocollare a strati ISO/OSI. Funzionalità dello Strato Fisico. Codifica di linea. Funzionalità e servizi del Data Link Layer. Strategie di Accesso al Mezzo (MAC) deterministici (TDMA, FDMA), aleatori (Aloha, Slotted Aloha, CSMA), semialeatori (Polling). Standard per reti locali: IEEE 802.3 (Ethernet) e cenni a IEEE 802.11 (Wireless LAN) e Bluetooth. Strato di Rete. Funzionalità. Tipologia di Servizi. Cenni agli algoritmi di instradamento. Introduzione a Internet: protocolli IP, UDP e TCP.

Strumenti matematici per l'analisi delle prestazioni: catene di Markov a tempo discreto e continuo, equazioni di Chapman-Kolmogorov, distribuzione stazionaria e asintotica. Processi di nascita e morte a tempo discreto e continuo, condizioni di stabilità, distribuzione stazionaria degli stati. Formula di Little. Sistemi coda/server (M/M/1, M/M/infinito, M/M/C, M/M/1/K, M/G/1). Statistica asintotica degli stati. Statistica dei tempi di servizio e attesa in coda. Formula di Erlang B e C. Esempi e esercizi sulla modellizzazione e l'analisi delle prestazioni delle reti.

#### Risultati di apprendimento previsti:

Il corso si prefigge lo scopo di fornire una conoscenza di base delle moderne architetture di reti di telecomunicazioni e dei servizi offerti, nonché gli strumenti analitici di base utili alla modellizzazione e la analisi delle prestazioni di una rete di telecomunicazioni.

#### Testi di riferimento:

Nessuno

#### Testi per consultazione:

Dimitri P. Bertsekas, Robert G. Gallager, 'Data Networks', Prentice Hall, Second Edition, 1992  
Fred Halsall, "Multimedia Communications, Applications, Networks, Protocols and Standards," Addison-Wesley, 2001, ISBN0-2012-39818-4

"SISTEMI A CODA: Introduzione alla teoria delle code" KLEINROCK L. HOEPLI; "Computer Networks," Andrew S. Tanenbaum; B. A. Forouzan, "I protocolli TCP/IP," Sec. Ed. McGraw-Hill  
Gianfranco Pierobon, "Reti di Comunicazione", Progetto;

#### Propedeuticità:

Nessuna

#### Prerequisiti:

Matematica E

Modalità di erogazione: Tradizionale

Metodi di valutazione: Scritta, Orale

Modalità di frequenza: Facoltativa

#### Altre informazioni:

Numero di turni di laboratorio: 2

## TRASMISSIONE NUMERICA

**Nome insegnamento:** Trasmissione numerica

**Anno di corso:** I anno

**Semestre:** 2 semestre

**Crediti Formativi Universitari:** 9

**Settore Scientifico Disciplinare:** ING-INF/03 (TELECOMUNICAZIONI)

**Ore di didattica in aula - lezioni:** 78

**Ore di didattica in aula - esercitazioni:** 0

**Ore di laboratorio assistito:** 10

**Ore di attività riservate allo studio personale:** 137

**Docente responsabile:** Prof. Benvenuto Nevio

**Curriculum scientifico:** [pagina personale del docente](#)

**Giorno di ricevimento:** giovedì

**Orario di ricevimento:** 8.30-10.30

### Programma:

Sistemi di trasmissione numerica in banda base e in banda passante, equivalenti in banda base. Canali tempo-invarianti: modelli equivalenti in banda base e a tempo discreto, canali aleatori, modelli per la simulazione. Trasmissione su canali dispersivi: interferenza di intersimbolo (ISI), criterio di Nyquist, valutazione delle prestazioni con ISI. Equalizzazione: lineare e non-lineare a cancellazione. Rivelazione ottima dei dati: rivelazione di sequenze in canali dispersivi, algoritmo di Viterbi, prestazioni. Sincronizzazione: principi di teoria della stima, sincronizzazione e sintonizzazione per sistemi in banda base e in banda passante. Sistemi a spettro espanso (direct sequence, time hopping e frequency hopping): schemi equivalenti di modulazione e demodulazione, prestazioni, ricevitori RAKE. Sistemi multiportante (OFDM): architetture di principio, condizioni di ortogonalità, prestazioni e realizzazione efficiente.

### Risultati di apprendimento previsti:

Partendo dalle conoscenze di base acquisite nel corso di Fondamenti di Comunicazioni, questo corso si propone di illustrare principi, tecniche e problematiche della moderna trasmissione numerica, e quindi di guidare lo studente all'analisi di prestazioni, alla simulazione e alla progettazione di sistemi di trasmissione numerica.

### Testi di riferimento:

N. Benvenuto, G. Cherubini, Algorithms for Communications Systems and their Applications, John Wiley and Sons, 2002.

### Testi per consultazione:

J.G. Proakis, Digital Communications, 3a edizione, Mc Graw Hill, 1995.

### Propedeuticità:

Nessuna

### Prerequisiti:

Processi aleatori. Elaborazione numerica dei segnali.

**Modalità di erogazione:** Tradizionale

**Metodi di valutazione:** Scritta, Orale

**Modalità di frequenza:** Facoltativa

**Altre informazioni:**

Metodi di valutazione: Varie prove durante il corso e progetto finale utilizzando Matlab.

Numero di turni di laboratorio: Almeno due turni settimanali.

Data di creazione: 07/04/2009

Ultimo aggiornamento: 07/04/2009