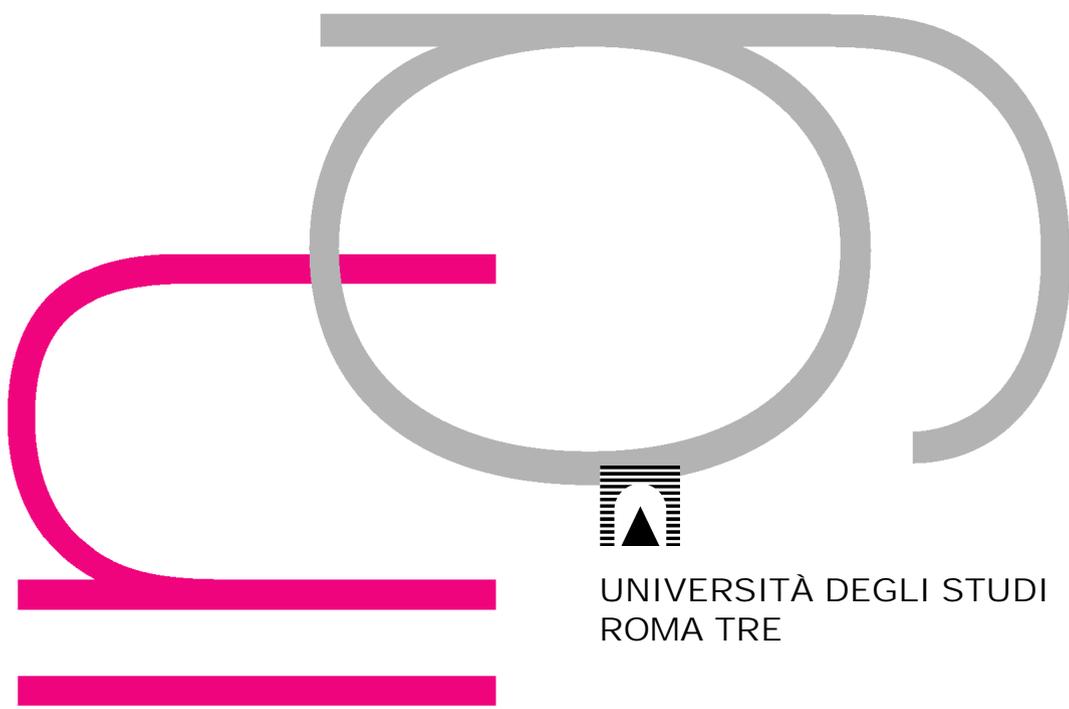




ORDINE DEGLI STUDI

FACOLTÀ  
DI INGEGNERIA

ANNO ACCADEMICO  
1999/2000

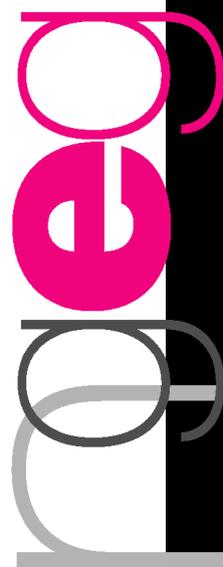


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
ROMA TRE



# indice

Presentazione	
Il corpo docente	5
Corsi di Laurea	8
Corsi di Diploma	9
Ingegneria Civile	
Corso di Laurea in Ingegneria Civile	11
Corso di Diploma in Ingegneria delle Infrastrutture	16
Ingegneria Elettronica	
Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica	19
Corso di Diploma in Ingegneria Elettronica	23
Ingegneria Informatica	
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica	25
Corso di Diploma in Ingegneria Informatica	30
Ingegneria Meccanica	
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica	33
Corso di Diploma in Ingegneria Meccanica	39
Calendario Accademico	
Corso di studio in Ingegneria Civile	42
Corso di studio in Ingegneria Elettronica	44
Corso di studio in Ingegneria Informatica	48
Corso di studio in Ingegneria Meccanica	50
Guida alla Facoltà	
Iscrizioni	53
Passaggi di Corso di Laurea o di Indirizzo	54
Abbreviazioni di Corso	54
Trasferimenti	55
Ammissione di studenti stranieri	55
Lingue straniere	56
Esami di Laurea	56
Presentazione dei piani di studio	56
Rappresentanti degli studenti nel Consiglio di Facoltà	57
Pagine web	57
Programma dei corsi	59
L'Università Roma Tre	159





# presentazione



Il Preside della Facoltà è il Prof. Franco Gori.

Il Presidente del Consiglio del Corso di Studio in Ingegneria Civile è il Prof. Mario Morganti.

Il Presidente del Consiglio del Corso di Studio in Ingegneria Elettronica è il Prof. Giorgio Guattari.

Il Presidente del Consiglio del Corso di Studio in Ingegneria Informatica è il Prof. Paolo Atzeni.

Il Presidente del Consiglio del Corso di Studio in Ingegneria Meccanica è il Prof. Augusto Di Napoli.

## ► Il corpo docente

Professori di ruolo

I fascia

Atzeni Paolo	Basi di dati
Benedetto Carlo	Teoria delle infrastrutture viarie
Calenda Guido	Costruzioni idrauliche
Califano Francesco Paolo	Elettronica dello stato solido
Cerri Giovanni	Macchine
Chiatti Giancarlo	Motori a combustione interna
D'Alessandro Paolo	Teoria dei sistemi
Di Battista Giuseppe	Impianti di elaborazione
Di Carlo Antonio	Meccanica dei solidi
Di Napoli Augusto	Azionamenti elettrici



Gori Franco	Elettronica quantistica
Guattari Giorgio	Fotonica
Laforgia Andrea	Analisi matematica I
Maceri Aldo	Scienza delle costruzioni
Mele Paolo	Idrodinamica
Miola Alfonso	Fondamenti di informatica I
Morganti Mario	Idraulica
Morino Luigi	Aeroelasticità applicata
Nicolò Fernando	Automazione industriale
Pappalardo Massimo	Elettronica I
Pinzari Mario	Sicurezza del lavoro e difesa ambientale
Rallo Francesco	Chimica
Sciavicco Lorenzo	Robotica industriale
Spigler Renato	Analisi matematica I

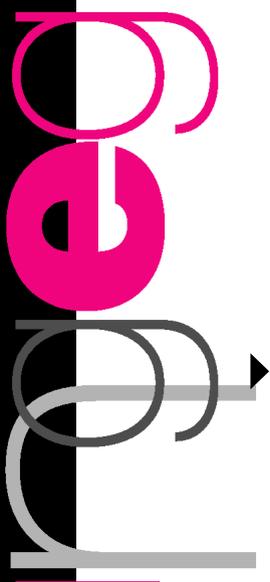
#### II fascia

Assanto Gaetano	Optoelettronica
Baruchello Gian Mario	Ingegneria sanitaria - ambientale
Bongiorno Fulvio	Analisi matematica II
Caciotta Maurizio	Misure elettroniche
Carassiti Fabio	Scienza dei materiali I
Carci Pier Luigi	Tecnica urbanistica
Cialdea Marta	Fondamenti di informatica II
Conte Gennaro	Tecnologie e materiali per l'elettronica
Crescimbeni Fabio	Applicazioni industriali elettriche
D'Alessio Tommaso	Misure meccaniche, termiche e collaudi
De Blasiis Maria Rosaria M.	Progetto di strade, ferrovie ed aeroporti
De Santis Paolo	Fisica generale II
Del Bufalo Alessandro	Disegno
Del Vecchio Paolo	Elettrotecnica
Di Francesco Giulio	Costruzione di macchine
Di Rosa Pietro	Elettronica II
Fanchiotti Aldo	Fisica tecnica
Franco Leopoldo	Ingegneria costiera
Gori Stefano	Tecnica ed economia dei trasporti
Guj Giulio	Fluidodinamica I
Lembo-Fazio Albino	Fondamenti di geotecnica
Lembo Marzio	Teoria delle strutture
Marchionna Aurelio	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
Marcon Romolo	Fisica generale II
Micarelli Alessandro	Calcolatori elettronici
Michelassi Vittorio	Turbomacchine
Neri Alessandro	Comunicazioni elettriche
Palma Claudio	Fisica generale I
Paoluzzi Alberto	Informatica grafica
Pistella Fabio	Economia applicata all'ingegneria

Rota Rosaria	Geometria
Schettini Giuseppe	Antenne
Schirripa Spagnolo Giuseppe	Microelettronica
Stagni Luigi	Fisica generale I
Torlone Riccardo	Calcolatori elettronici
Tornambè Antonio	Controlli automatici
Ulivi Giovanni	Fondamenti di automatica
Vegni Lucio	Campi elettromagnetici I
Via Giovanni	Tecnica delle costruzioni I

Ricercatori	Settore Scientifico-Disciplinare	
Bella Francesco	H03X	Strade, ferrovie ed aeroporti
Bemporad Edoardo	I14A	Tecnica e pianificazione urbanistica
Cabibbo Luca	K05A	Sistemi di elaborazione delle informazioni
Camussi Roberto	I03X	Fluidodinamica
Carrese Stefano	H04X	Trasporti
Cincotti Gabriella	K01X	Elettronica
Fiori Aldo	H01B	Costruzioni idrauliche
Gennaretti Massimo	I02A	Meccanica del volo
Giglio Giovanni	D02B	Geologia applicata
Iemma Umberto	I02B	Costruzioni e strutture aerospaziali
Iula Antonio	K01X	Elettronica
La Rocca Michele	H01A	Idraulica
Leo Giuseppe	K01X	Elettronica
Limongelli Carla	K05A	Sistemi di elaborazione delle informazioni
Marini Stefano	I08A	Progettazione meccanica e costruzione di macchine
Masini Gianlorenzo	K01X	Elettronica
Murciano Gabriella	A01C	Geometria
Natalini Pierpaolo	A02A	Analisi matematica
Pacciarelli Dario	K04X	Automatica
Palumbo Biagio	A02A	Geometria
Panzieri Stefano	K04X	Automatica
Pasquali Coluzzi Dario	A01C	Geometria
Rossi Maria Cristina	K01X	Elettronica
Salvini Alessandro	I17X	Elettrotecnica
Salvini Coriolano	I04B	Macchine a fluido
Santarsiero Massimo	B01A	Fisica generale
Sciortino Giampiero	H01A	Idraulica
Sciuto Salvatore A.	I06X	Misure meccaniche e termiche
Silva Enrico	BO3X	Struttura della materia
Solero Luca	I18X	Convertitori, macchine e azionamenti





Sotgiu Giovanni	C06X	Chimica
Teresi Luciano	H07A	Scienza delle costruzioni
Toscano Alessandro	K02X	Campi elettromagnetici

**Corsi di Laurea** Presso la Facoltà di Ingegneria si seguono corsi di laurea della durata di cinque anni. I corsi di laurea sono raggruppati in tre settori corrispondenti a vaste aree scientifico-culturali e distinti ambiti professionali. Il Settore Civile comprende il Corso di Laurea in Ingegneria Civile; il Settore dell'Informazione comprende i Corsi di Laurea in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria Informatica; infine il Settore Industriale comprende il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica.

Le lauree conseguibili sono pertanto:

● **Settore Civile**

Ingegneria CIVILE (con 3 indirizzi)

Indirizzo A	Idraulica
Indirizzo B	Strutture
Indirizzo C	Trasporti

● **Settore dell'Informazione**

Ingegneria ELETTRONICA (con 6 orientamenti)

Orientamento A	Acustoelettronica
Orientamento B	Elaborazione dei segnali per telecomunicazioni
Orientamento C	Elettromagnetismo applicato per telecomunicazioni
Orientamento D	Elettronica dei dispositivi
Orientamento E	Fotonica
Orientamento F	Misure

Ingegneria INFORMATICA (con 2 indirizzi)

Indirizzo A	Automatica e Sistemi di Automazione Industriale
Indirizzo B	Sistemi ed Applicazioni Informatici

● **Settore Industriale**

Ingegneria MECCANICA (con 5 indirizzi)

Indirizzo 1	Costruzioni
Indirizzo 2	Produzione
Indirizzo 3	Veicoli Terrestri
Indirizzo 4	Materiali
Indirizzo 5	Energia



► **Corsi di Diploma** Presso la Facoltà di Ingegneria si seguono Corsi di Diploma della durata di tre anni.

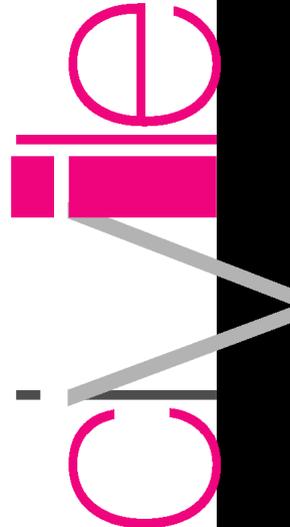
I corsi di Diploma sono raggruppati in tre settori corrispondenti a vaste aree scientifico-culturali e distinti ambiti professionali. Il Settore Civile comprende il Corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture; il Settore dell'Informazione comprende i Corsi di Diploma in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria Informatica; infine il Settore Industriale comprende il Corso di Diploma in Ingegneria Meccanica.

I Diplomi conseguibili sono pertanto:

- **Settore civile**  
Ingegneria delle Infrastrutture
  
- **Settore dell'informazione**  
Ingegneria Elettronica  
Ingegneria Informatica
  
- **Settore industriale**  
Ingegneria Meccanica



# ingegneria civile



- **Corso di Laurea in Ingegneria Civile** Il Corso di Laurea di Ingegneria Civile comprende ventotto unità didattiche. Lo studente dovrà scegliere tra Laurea e Diploma solo dopo il primo anno di studi. Dopo il primo anno di studi lo studente, qualora non desideri presentare un piano degli studi, deve indicare gli insegnamenti che intende seguire nel caso in cui siano presenti possibilità di opzione relativamente all'anno a cui si iscrive.

## Piani di studio ufficiali

### Primo anno

- 1) Analisi matematica I
- 2) Disegno
- 3) Fisica generale I
- 4) Geometria

**Corso di lingua inglese** (finalizzato al conseguimento dell'idoneità)  
(da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)

### Secondo anno

- 5) Analisi matematica II
- 6) Chimica (1° modulo)  
Chimica (2° modulo)
- 7) Fisica generale II
- 8) Informatica grafica (1° modulo)  
Informatica grafica (2° modulo)

- 9) Meccanica razionale
- 10) Scienza dei materiali I (1° modulo)  
Scienza dei materiali I (2° modulo)

Terzo anno

- 11) Fisica tecnica ambientale
- 12) Geologia applicata (1° modulo)  
Geologia applicata (2° modulo)
- 13) Idraulica
- 14) Scienza delle costruzioni
- 15) Topografia (1° modulo)  
Topografia (2° modulo)
- 16) **Un'unità didattica a scelta tra:**  
Elettrotecnica (1° modulo + 2° modulo)  
Macchine

Quarto anno

- 17) Costruzioni idrauliche
- 18) Fondamenti di geotecnica (1° modulo)  
Fondamenti di geotecnica (2° modulo)
- 19) Tecnica delle costruzioni I (1° modulo)  
Tecnica delle costruzioni I (2° modulo)
- 20) Tecnica ed economia dei trasporti
- 21) Teoria delle infrastrutture viarie
- 22) **Unità didattica di indirizzo**

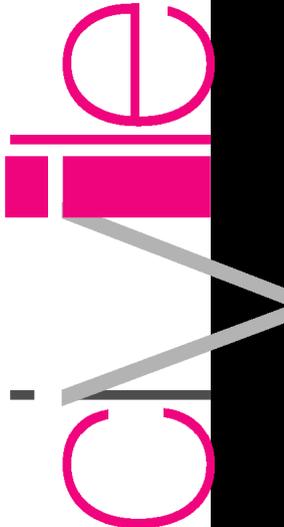
Quinto anno

- 23) Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)  
Economia applicata all'ingegneria (2° modulo)
- 24) **Unità didattica di indirizzo**
- 25) **Unità didattica di indirizzo**
- 26) **Unità didattica di indirizzo**
- 27) **Unità didattica di indirizzo**
- 28) **Unità didattica di indirizzo/orientamento**

Unità didattiche di indirizzo

● **Indirizzo A: Idraulica**

- 22) Modellistica idraulica (1° modulo)  
Modellistica idraulica (2° modulo)
- 24) Idrologia
- 25) Ingegneria costiera

- 
- 26) Tecnica urbanistica (1° modulo)  
Tecnica urbanistica (2° modulo)
- 27) **Un'unità didattica a scelta tra:**  
Ingegneria sanitaria-ambientale (1° modulo + 2° modulo) o  
Protezione idraulica del territorio
- 28) **Un'unità didattica a scelta tra:**  
Analisi numerica,  
Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti,  
Costruzioni in sottoterraneo,  
Costruzioni in zona sismica,  
Dinamica delle strutture,  
Progetto di strutture (corso attivato presso la Facoltà di Architettura)  
Insegnamento non scelto come (27)

● **Indirizzo B: Strutture**

- 22) Teoria delle strutture
- 24) Costruzioni in zona sismica
- 25) Dinamica delle strutture
- 26) Tecnica delle costruzioni II
- 27) Tecnica urbanistica (1° modulo)  
Tecnica urbanistica (2° modulo)
- 28) **Un'unità didattica a scelta tra:**  
Analisi numerica,  
Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti,  
Costruzioni in sottoterraneo,  
Ingegneria costiera,  
Ingegneria sanitaria-ambientale (1° modulo + 2° modulo),  
Meccanica dei solidi,  
Progetto di strutture (corso attivato presso la Facoltà di Architettura)

● **Indirizzo C: Trasporti**

- 22) Tecnica urbanistica (1° modulo)  
Tecnica urbanistica (2° modulo)
- 24) Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
- 25) Pianificazione dei trasporti
- 26) Progetto di strade, ferrovie ed aeroporti (1° modulo)  
Progetto di strade, ferrovie ed aeroporti (2° modulo)

● **Orientamento C1:**

- 27) Tecnica dei lavori stradali, ferroviari ed aeroportuali (1° modulo)  
Tecnica dei lavori stradali, ferroviari ed aeroportuali (2° modulo)
- 28) **Un'unità didattica a scelta tra:**  
Costruzioni in sottoterraneo,  
Costruzioni in zona sismica,  
Ingegneria sanitaria-ambientale (1° modulo + 2° modulo),  
Progetto di strutture (corso attivato presso la Facoltà di Architettura)

● **Orientamento C2:**

27) Sistemi di trazione

28) **Un'unità didattica a scelta tra:**

Ingegneria sanitaria-ambientale (1° modulo + 2° modulo),  
Ricerca operativa (1° modulo + 2° modulo).

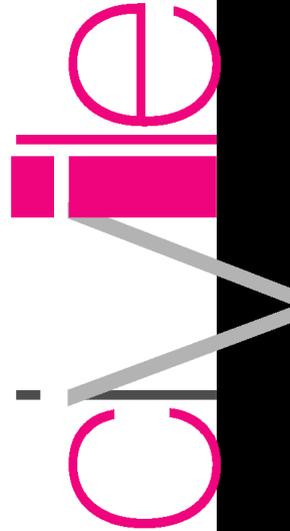
Propedeuticità nei piani di studio ufficiali

Prima di scegliere un orientamento lo studente è invitato a verificare, con i docenti dei singoli insegnamenti, le conoscenze preliminari richieste dal corso anche se non esplicitate formalmente.

<b>Non si può sostenere l'esame di</b>	<b>se non si è superato l'esame di</b>
Analisi matematica II	Analisi matematica I
Fisica generale II	Fisica generale I
Meccanica razionale	Analisi matematica II Fisica generale I Geometria
Scienza dei materiali I	Chimica Fisica generale I
Fisica tecnica ambientale	Fisica generale I
Geologia applicata	Fisica generale I
Idraulica	Analisi matematica I Fisica generale I Geometria
Scienza delle costruzioni	Analisi matematica I Fisica generale I Geometria
Topografia	Analisi matematica I Geometria
Elettrotecnica	Fisica generale I
Macchine	Chimica Fisica tecnica ambientale Idraulica
Costruzioni idrauliche	Idraulica
Fondamenti di geotecnica	Scienza delle costruzioni
Modellistica idraulica	Meccanica razionale Idraulica
Tecnica delle costruzioni I	Meccanica razionale Scienza delle costruzioni
Teoria delle infrastrutture viarie	Scienza delle costruzioni
Teoria delle strutture	Meccanica razionale Scienza delle costruzioni
Costruzioni di strade, ferr. ed aerop.	Fondamenti di geotecnica Teoria delle infrastrutture viarie

Costruzioni in sottoterraneo	Fondamenti di geotecnica
Costruzioni in zona sismica	Fondamenti di geotecnica Tecnica delle costruzioni I
Dinamica delle strutture	Meccanica razionale Scienza delle costruzioni
Idrologia	Costruzioni idrauliche
Ingegneria costiera	Idraulica Scienza delle costruzioni
Ingegneria sanitaria-ambientale	Chimica Costruzioni idrauliche
Meccanica dei solidi	Teoria delle strutture
Pianificazione dei trasporti	Tecnica ed economia dei trasporti
Progetto di strade, ferr. ed aeroporti	Teoria delle infrastrutture viarie
Protezione idraulica del territorio	Costruzioni idrauliche
Tecnica delle costruzioni II	Tecnica delle costruzioni I Teoria delle strutture

Per gli altri corsi è consigliato seguire una successione degli esami corrispondente alla sequenza dei percorsi didattici indicati nei Piani di studio ufficiali.



## ► Corso di Diploma in Ingegneria delle Infrastrutture

Piano di studio ufficiale

Primo anno	N° Moduli
Analisi Matematica I	(2)
Disegno	(2)
Fisica generale I	(2)
Geometria	(2)

**Corso di lingua inglese** (finalizzato al conseguimento dell'idoneità)  
(da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)

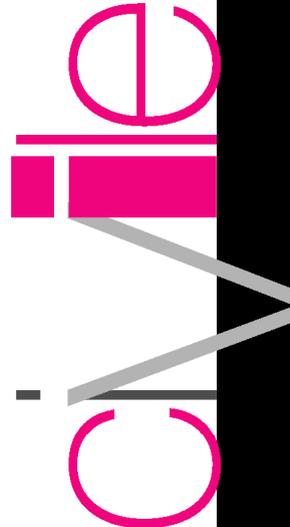
Secondo anno	N° Moduli
Chimica (1° modulo)	(1)
Elettrotecnica (1° modulo)	(1)
Fondamenti di geotecnica (1° modulo)	(1)
Geologia applicata (1° modulo)	(1)
Idraulica	(2)
Informatica grafica (1° modulo)	(1)
Meccanica applicata alle macchine (1° modulo)	(1)
Scienza delle costruzioni	(2)
Scienza dei materiali I (1° modulo)	(1)
Topografia (1° modulo)	(1)

Terzo anno	N° Moduli
Costruzioni idrauliche	(2)
Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)	(1)
Ingegneria sanitaria-ambientale (1° modulo)	(1)
Progetto di strade, ferrovie ed aeroporti (1° modulo)	(1)
Tecnica delle costruzioni I (1° modulo)	(1)
Tecnica dei lavori stradali, ferroviari ed aeroportuali (1° modulo)	(1)
Tecnica ed economia dei trasporti	(2)
Tecnica urbanistica (1° modulo)	(1)

Propedeuticità nel piano di studio ufficiale

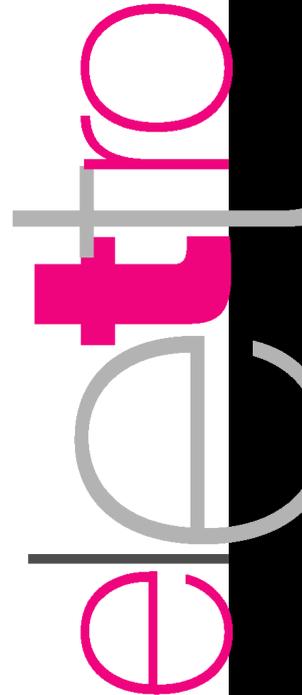
Non si può sostenere l'esame di	se non si è superato l'esame di
Geologia applicata	Fisica generale I
Elettrotecnica	Fisica generale I
Idraulica	Analisi matematica I
	Fisica generale I
	Geometria

Meccanica applicata alle macchine	Analisi matematica I Fisica generale I Geometria
Scienza delle costruzioni	Analisi matematica I Fisica generale I Geometria
Scienza dei materiali I	Chimica Fisica generale I
Topografia	Analisi matematica I
Costruzioni idrauliche	Idraulica
Ingegneria sanitaria-ambientale	Chimica
Tecnica delle costruzioni I	Scienza delle costruzioni





# ingegneria elettronica



- **Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica** Il Corso di Laurea di Ingegneria Elettronica comprende ventotto unità didattiche. Lo studente dovrà scegliere tra Laurea e Diploma solo dopo il primo anno di studi. Dopo il primo anno di studi lo studente, qualora non desideri presentare un piano di studi, deve indicare gli insegnamenti che intende seguire nel caso in cui siano presenti possibilità di opzione relativamente all'anno a cui si iscrive.

## Piani di studio ufficiali

### Primo anno

- 1) Analisi matematica I (1° modulo)  
Analisi matematica II (1° modulo)
- 2) Fisica generale I (1° modulo)  
Fisica generale II (1° modulo)
- 3) Fondamenti di informatica (1° modulo)  
Fondamenti di informatica (2° modulo)
- 4) Geometria (1° modulo)  
Metodi matematici per l'Ingegneria (1° modulo)

**Corso di lingua inglese** (finalizzato al conseguimento dell'idoneità)  
(da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)

### Secondo anno

- 5) Analisi matematica I (2° modulo)  
Analisi matematica II (2° modulo)

- 6) Chimica (1° modulo)  
Chimica (2° modulo)
- 7) Elettronica quantistica
- 8) Elettrotecnica (1° modulo)  
Elettrotecnica (2° modulo)
- 9) Fisica generale I (2° modulo)  
Fisica generale II (2° modulo)
- 10) Geometria (2° modulo)  
Metodi matematici per l'Ingegneria (2° modulo)

#### Terzo anno

- 11) Calcolatori elettronici
- 12) Campi elettromagnetici I (1° modulo)  
Campi elettromagnetici I (2° modulo)
- 13) Elettronica I (1° modulo)  
Elettronica I (2° modulo)
- 14) Fondamenti di automatica (1° modulo)  
Fondamenti di automatica (2° modulo)
- 15) Fotonica (1° modulo)  
Fotonica (2° modulo)
- 16) Teoria dei segnali

#### Quarto anno

- 17) Comunicazioni elettriche
- 18) Elettronica II (1° modulo)  
Elettronica II (2° modulo)
- 19) Elettronica dei sistemi digitali
- 20) Fisica tecnica
- 21) Misure elettroniche (1° modulo)  
Misure elettroniche (2° modulo)
- 22) **Unità didattica di orientamento**

#### Quinto anno

- 23) Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)  
Economia applicata all'ingegneria (2° modulo)
- 24) **Unità didattica di orientamento**
- 25) **Unità didattica di orientamento**
- 26) **Unità didattica di orientamento**
- 27) **Unità didattica a scelta**
- 28) **Unità didattica a scelta**

Unità didattiche di orientamento

● **Orientamento A (Acustoelettronica)**

- 22) Acustica
- 24) Sensori e rivelatori
- 25) Strumentazione e misure elettroniche
- 26) **Un'unità didattica a scelta tra:**
  - Elaborazione elettronica di segnali e immagini
  - Elaborazione numerica dei segnali

● **Orientamento B (Elaborazione dei segnali per telecomunicazioni)**

- 22) Elaborazione numerica dei segnali
- 24) Impianti di elaborazione (1° modulo + 2° modulo)
- 25) Sistemi di telecomunicazione
- 26) **Un'unità didattica a scelta tra:**
  - Elaborazione elettronica di segnali e immagini
  - Optoelettronica

● **Orientamento C (Elettromagnetismo applicato per telecomunicazioni)**

- 22) Microonde
- 24) Antenne
- 25) Campi elettromagnetici II
- 26) Compatibilità elettromagnetica 3 (corso di nuova attivazione)

● **Orientamento D (Elettronica dei dispositivi)**

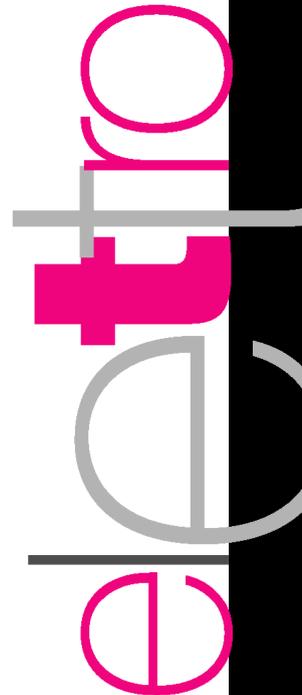
- 22) Fisica dello stato solido
- 24) Elettronica dello stato solido (1° modulo)
  - Elettronica dello stato solido (2° modulo)
- 25) Optoelettronica
- 26) Tecnologie e materiali per l'elettronica (1° modulo)
  - Tecnologie e materiali per l'elettronica (2° modulo)

● **Orientamento E (Fotonica)**

- 22) Elaborazione elettronica di segnali e immagini
- 24) Architettura dei sistemi integrati
- 25) Optoelettronica
- 26) Tecnologie e materiali per l'elettronica (1° modulo)
  - Tecnologie e materiali per l'elettronica (2° modulo)

● **Orientamento F (Misure)**

- 22) Strumentazione e misure per l'automazione (1° modulo)
  - Strumentazione e misure per l'automazione (2° modulo)
- 24) Elaborazione di segnali ed informazioni di misura
- 25) Optoelettronica
- 26) Tecnologie e materiali per l'elettronica (1° modulo)
  - Tecnologie e materiali per l'elettronica (2° modulo)



Le rimanenti due unità didattiche necessarie per il completamento del piano degli studi possono essere scelte tra le seguenti:

- Analisi numerica
- Dispositivi elettronici
- Elettronica industriale di potenza
- Equazioni differenziali
- Microelettronica (1° modulo + 2° modulo)
- Sistemi informativi (1° modulo + 2° modulo)

oppure tra le unità didattiche caratterizzanti gli altri orientamenti.

Propedeuticità nei piani di studio ufficiali

NON SI POSSONO SOSTENERE

GLI ESAMI DI

Analisi Matematica II (2° modulo)

Geometria (2° modulo)

Metodi matematici

per l'ingegneria (2° modulo)

Analisi numerica

Equazioni differenziali

SE NON SI SONO SUPERATI

I SEGUENTI ESAMI

Analisi Matematica I (2° modulo)

Analisi Matematica I (1° modulo)

Analisi Matematica II (1° modulo)

Geometria (1° modulo)

Metodi matematici per l'ingegneria  
(1° modulo)

NON SI POSSONO SOSTENERE

GLI ESAMI DI

Fisica generale I (2° modulo)

Fisica generale II (2° modulo)

Elettronica quantistica

Fisica dello stato solido

Acustica

SE NON SI SONO SUPERATI

I SEGUENTI ESAMI

Analisi Matematica I (1° modulo)

Analisi Matematica II (1° modulo)

Geometria (1° modulo)

Metodi matematici per l'ingegneria  
(1° modulo)

Fisica generale I (1° modulo)

Fisica generale II (1° modulo)

NON SI PUÒ SOSTENERE L'ESAME DI

Calcolatori elettronici

Impianti di elaborazione

SE NON SI È SUPERATO L'ESAME DI

Fondamenti di informatica

(1° e 2° modulo)

Calcolatori elettronici

Per gli altri corsi, lo studente è invitato a verificare, con i docenti dei singoli insegnamenti, le conoscenze preliminari richieste dal corso anche se non esplicitate formalmente. E', comunque, fortemente consigliato seguire una successione degli esami corrispondente alla sequenza dei percorsi didattici indicati nel Manifesto degli Studi.

## ► Corso di diploma in Ingegneria Elettronica

Piano di studio ufficiale

Primo anno	N° Moduli
Analisi matematica I (1° modulo)	(1)
Analisi matematica II (1° modulo)	(1)
Fisica generale I (1° modulo)	(1)
Fisica generale II (1° modulo)	(1)
Fondamenti di informatica (1° modulo + 2° modulo)	(2)
Geometria (1° modulo)	(1)
Metodi matematici per l'Ingegneria (1° modulo)	(1)
<b>Corso di lingua inglese</b> (finalizzato al conseguimento dell'idoneità) (da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)	

Secondo anno	N° Moduli
Calcolatori elettronici	(2)
Campi elettromagnetici I (1° modulo)	(1)
Elettronica I (1° modulo)	(1)
Elettronica dei sistemi digitali	(2)
Elettrotecnica (1° modulo)	(1)
Fondamenti di automatica (1° modulo)	(1)
Fotonica	(1)
Teoria dei segnali	(2)

Terzo anno	N° Moduli
Chimica (1° modulo)	(1)
Economia applicata all'ingegneria (2° modulo)	(1)
Elettronica II (1° modulo)	(1)
Misure elettroniche (2° modulo)	(1)
Contrattualistica e sicurezza	(0.5)
Cultura europea	(0.5)
Organizzazione industriale	(0.5)
Normativa e qualità	(0.5)
Tirocinio	(4)
<b>Idoneità di lingua inglese</b>	
<b>Un'unità didattica a scelta tra:</b>	
Elettronica dello stato solido (1° modulo)	(1)
Microelettronica (1° modulo)	(1)
Tecnologie e materiali per l'elettronica (1° modulo)	(1)

Propedeuticità nel piano di studio ufficiale

Le propedeuticità richieste sono le stesse di quelle previste nel Corso di Laurea, per quanto attiene agli insegnamenti comuni a Laurea e Diploma.



# ingegneria informatica

- **Corso di Laurea in Ingegneria Informatica** Il Corso di Laurea in Ingegneria Informatica comprende ventotto unità didattiche. Lo studente dovrà scegliere tra Laurea e Diploma solo dopo il primo anno di studi. Dopo il primo anno di studi lo studente, qualora non desideri presentare un piano di studi, deve indicare gli insegnamenti che intende seguire nel caso in cui siano presenti possibilità di opzione relativamente all'anno a cui si iscrive.

## Piani di studio ufficiali

### Primo anno

- 1) Analisi matematica I
- 2) Fisica generale I (1° modulo)  
Fisica generale II (1° modulo)
- 3) Fondamenti di informatica I
- 4) Geometria e algebra I

**Corso di lingua inglese** (finalizzato al conseguimento dell'idoneità)  
(da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)

### Secondo anno

- 5) Analisi matematica II
- 6) Chimica
- 7) Fisica generale I (2° modulo)  
Fisica generale II (2° modulo)
- 8) Fondamenti di informatica II

- 
- 9) Geometria e algebra II
  - 10) Ricerca operativa (1° modulo)  
Ricerca operativa (2° modulo)

Terzo anno

- 11) Calcolatori elettronici
- 12) Elettronica
- 13) Elettrotecnica
- 14) Fondamenti di automatica
- 15) Sistemi informativi (1° modulo)  
Sistemi informativi (2° modulo)
- 16) Teoria dei segnali

Per il quarto e quinto anno si procede separatamente per i due indirizzi.

● **Indirizzo A (Automatica e Sistemi di Automazione Industriale)**

Quarto anno

- 17) Automazione industriale (1° modulo)  
Automazione industriale (2° modulo)
- 18) Comunicazioni elettriche
- 19) Controlli automatici
- 20) Fisica tecnica (non previsto per gli studenti iscritti al quarto anno nel 1999/2000, in quanto frequentato al terzo anno dagli studenti iscritti al terzo nel 1998/1999)
- 21) Robotica industriale
- 22) Strumentazione e misure per l'automazione (1° modulo)  
Strumentazione e misure per l'automazione (2° modulo)
- 23) Teoria dei sistemi

Quinto anno

- 24) Controllo digitale (1° modulo)  
Controllo digitale (2° modulo)
- 25) Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)  
Economia applicata all'ingegneria (2° modulo)
- 26) Modelli di sistemi di produzione
- 27) **Unità didattica di orientamento**
- 28) **Unità didattica di orientamento**

Le unità didattiche di orientamento possono essere scelte dagli studenti in un elenco che include tutte le discipline attivate presso questo e gli altri corsi di laurea del-

la Facoltà. In particolare, una possibile scelta proposta dal Consiglio del Corso di Studio per l'indirizzo A è la seguente:

**due unità didattiche a scelta tra**

Impianti di elaborazione (1° modulo + 2° modulo)

Informatica grafica (1° modulo + 2° modulo)

Intelligenza artificiale

Peraltro, nell'ambito dei piani di studio individuali, è possibile la costruzione di orientamenti personalizzati, anche di natura interdisciplinare, definibili sulla base dell'offerta didattica di altri corsi di Laurea della Facoltà o di altre Facoltà.

● **Indirizzo B (Sistemi ed Applicazioni Informatici)**

Quarto anno

17) Comunicazioni elettriche

18) Controlli automatici

19) Fisica tecnica (non previsto per gli studenti iscritti al quarto anno nel 1999/2000, in quanto frequentato al terzo anno dagli studenti iscritti al terzo nel 1998/1999)

20) Informatica grafica (1° modulo)

Informatica grafica (2° modulo)

21) Informatica teorica

22) Sistemi operativi

23) **Unità didattica di orientamento**

Quinto anno

24) Basi di dati (1° modulo)

Basi di dati (2° modulo)

25) Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)

Economia applicata all'ingegneria (2° modulo)

26) Impianti di elaborazione (1° modulo)

Impianti di elaborazione (2° modulo)

27) Intelligenza artificiale

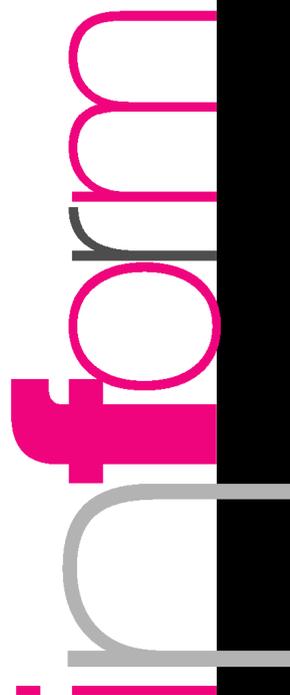
28) **Unità didattica di orientamento**

Le unità didattiche di orientamento possono essere scelte dagli studenti in un elenco che include tutte le discipline attivate presso questo e gli altri corsi di laurea della Facoltà. In particolare, una possibile scelta proposta dal Consiglio del Corso di Studio per l'indirizzo B è la seguente:

**due unità didattiche a scelta tra**

Automazione industriale (1° modulo + 2° modulo)

Sistemi di elaborazione (1° modulo + 2° modulo)



Peraltro, nell'ambito dei piani di studio individuali, è possibile la costruzione di orientamenti personalizzati, anche di natura interdisciplinare, definibili sulla base dell'offerta didattica di altri corsi di Laurea della Facoltà o di altre Facoltà.

Propedeuticità nei piani di studio ufficiali

Prima di scegliere un orientamento lo studente è invitato a verificare, con i docenti dei singoli insegnamenti, le conoscenze preliminari richieste dal corso anche se non esplicitate formalmente.

<b>Non si può sostenere l'esame di</b>	<b>se non si è superato l'esame di</b>
Analisi matematica II	Analisi matematica I
Automazione industriale (1° e 2° modulo)	Ricerca operativa
Basi di dati (1° e 2° modulo)	Sistemi informativi (1° e 2° modulo)
Calcolatori elettronici	Fondamenti di informatica I
Comunicazioni elettriche	Teoria dei segnali
Controlli automatici	Fondamenti di automatica
Controllo digitale(1° e 2° modulo)	Fondamenti di automatica
Elettronica	Fisica generale I (1° modulo)
	Fisica generale II (1° modulo)
Elettrotecnica	Fisica generale I (1° modulo)
	Fisica generale II (1° modulo)
Fisica generale I (2° modulo)	Analisi matematica I,
	Fisica generale I (1° modulo)
Fisica generale II (2° modulo)	Analisi matematica I,
	Fisica generale I (1° modulo)
	Fisica generale II (1° modulo)
Fisica tecnica	Fisica generale I (1° modulo)
	Fisica generale II (1° modulo)
Fondamenti di automatica	Analisi matematica I
	Fisica generale I (1° modulo)
	Fisica generale II (1° modulo)
	Geometria e algebra I
Fondamenti di informatica II	Fondamenti di informatica I
Geometria e algebra II	Geometria e algebra I
Impianti di elaborazione(1° e 2° modulo)	Calcolatori elettronici
Informatica grafica (1° e 2° modulo)	Fondamenti di informatica I
Informatica teorica	Fondamenti di informatica II
Intelligenza artificiale	Fondamenti di informatica II
Modelli di sistemi di produzione	Automazione industriale (1° e 2° modulo)
Robotica industriale	Fondamenti di automatica
Sistemi di elaborazione	Sistemi informativi (1° e 2° modulo)
	Sistemi operativi

Sistemi informativi (1°e 2 °modulo)	Fondamenti di informatica I
Sistemi operativi	Calcolatori elettronici
Strumentazione e misure per l'automaz.	Fondamenti di automatica
Teoria dei sistemi	Fondamenti di automatica

## ► Corso di Diploma in Ingegneria Informatica

Piani di studio ufficiali

Primo anno	N° Moduli
Analisi matematica I	(2)
Fisica generale I (1° modulo)	(1)
Fisica generale II (1° modulo)	(1)
Fondamenti di informatica I	(2)
Geometria e algebra I	(2)

**Corso di lingua inglese** (finalizzato al conseguimento dell'idoneità)  
(da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)

Secondo anno	N° Moduli
Calcolatori elettronici	(2)
Elettrotecnica	(2)
Fisica generale II (2° modulo)	(1)
Fondamenti di automatica	(2)
Ricerca operativa (1° modulo)	(1)
Sistemi informativi (1° modulo)	(1)
Sistemi informativi (2° modulo)	(1)
Teoria dei segnali	(2)

Terzo anno (per il 1999/2000, i cui studenti hanno frequentato 20 moduli nei primi due anni, tra cui Chimica)

● <b>Orientamento A</b>	N° Moduli
Automazione Industriale (1° modulo)	(1)
(Chimica - 1° modulo)	
Controllo digitale (1° modulo)	(1)
Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)	(1)
Elettronica	(2)
Impianti di elaborazione (1° modulo)	(1)
Impianti di elaborazione (2° modulo)	(1)
Strumentazione e misure per l'automazione (1° modulo)	(1)
Tirocinio	(2)

● <b>Orientamento B</b>	N° Moduli
Basi di dati (1° modulo)	(1)
Basi di dati (2° modulo)	(1)
(Chimica - 1° modulo)	
Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)	(1)
Elettronica	(2)

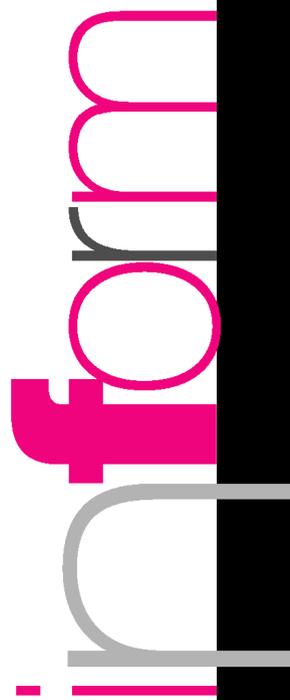
Impianti di elaborazione	(2)
Informatica grafica (1° modulo)	(1)
Tirocinio	(2)

Uno o più moduli potranno essere sostituiti da moduli, in via di definizione, di: lingua straniera, cultura d'impresa, scienze umane e cultura europea, specificamente attivati nell'ambito del Progetto Campus.

E' inoltre possibile la costruzione di orientamenti personalizzati, anche di natura interdisciplinare, definibili sulla base dell'offerta didattica di altri Corsi di Studio della Facoltà o di altre Facoltà.

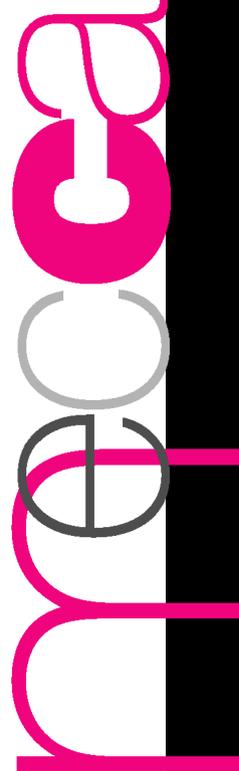
#### **Propedeuticità nei piani di studio ufficiali**

Le propedeuticità richieste sono le stesse di quelle previste nel Corso di Laurea per quanto attiene agli insegnamenti comuni a Laurea e Diploma.





# ingegneria meccanica



- **Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica** Il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica comprende ventotto unità didattiche. Lo studente dovrà scegliere tra Laurea e Diploma solo dopo il primo anno di studi. Dopo il primo anno di studi lo studente, qualora non desideri presentare un piano di studi, deve indicare gli insegnamenti che intende seguire nel caso in cui siano presenti possibilità di opzione relativamente all'anno a cui si iscrive.

## Piani di studio ufficiali

### Primo anno

- 1) Analisi matematica I
- 2) Disegno di macchine
- 3) Fisica generale I
- 4) Geometria

**Corso di lingua inglese** (finalizzato al conseguimento dell'idoneità)  
(da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)

### Secondo anno

- 5) Analisi matematica II
- 6) Chimica
- 7) Fisica generale II
- 8) Fondamenti di informatica
- 9) Meccanica razionale
- 10) Scienza dei materiali I (1° modulo)  
Scienza dei materiali I (2° modulo)

Terzo anno

- 11) Applicazioni industriali elettriche
- 12) Fisica tecnica
- 13) **Un'unità didattica a scelta tra:**
  - Fluidodinamica I (1° modulo + 2° modulo)
  - Idrodinamica
- 14) Macchine
- 15) Meccanica applicata alle macchine (1° modulo)
  - Meccanica applicata alle macchine (2° modulo)
- 16) Scienza delle costruzioni

Quarto anno

- 17) Elementi costruttivi delle macchine
- 18) **Un'unità didattica a scelta tra:**
  - Elettronica
  - Fondamenti di automatica (1° modulo + 2° modulo)
- 19) Misure meccaniche, termiche e collaudi (1° modulo)
  - Misure meccaniche, termiche e collaudi (2° modulo)
- 20) Tecnologia meccanica
- 21) **Unità didattica di indirizzo**
- 22) **Unità didattica**

Quinto anno

- 23) Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)
  - Economia applicata all'ingegneria (2° modulo)
- 24) Impianti meccanici (1° modulo)
  - Impianti meccanici (2° modulo)
- 25) **Unità didattica di indirizzo**
- 26) **Unità didattica di indirizzo**
- 27) **Unità didattica**
- 28) **Unità didattica**

● **Indirizzo Costruzioni**

Costruzione di macchine (1° modulo + 2° modulo)  
Metallurgia  
Progetto di macchine

● **Indirizzo Produzione**

Azionamenti elettrici  
Oleodinamica e pneumatica  
Sicurezza del lavoro e difesa ambientale (1° modulo + 2° modulo)

● **Indirizzo Veicoli terrestri**

Azionamenti elettrici

Motori a combustione interna  
Sistemi di trazione

● **Indirizzo Materiali**

Metallurgia  
Progetto di macchine  
Sicurezza del lavoro e difesa ambientale (1° modulo + 2° modulo)

● **Indirizzo Energia**

Azionamenti elettrici  
Costruzione di macchine (1° modulo + 2° modulo)  
Interazione fra le Macchine e l'Ambiente (1° modulo + 2° modulo)

Il Consiglio di Corso di Studi in Ingegneria Meccanica ha previsto un insieme di organici piani di studio, in grado di fornire agli allievi una solida cultura di base e l'acquisizione di conoscenze necessarie per lo svolgimento dell'attività professionale dell'Ingegneria Meccanica. Il profilo professionale è stato pertanto disegnato in assoluta coerenza con i piani di studio impostati a livello nazionale per il Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica e in armonia con gli orientamenti degli altri paesi dell'Unione Europea. Esso prevede gli insegnamenti base tipici dell'Ingegneria Meccanica con l'arricchimento di quelle discipline che consentono di affrontare problemi multisettoriali e di efficacemente collaborare con ingegneri e tecnici di altre aree culturali.

1 - Indirizzo Costruzioni

**(Costruzione di macchine, Metallurgia, Progetto di macchine)**

1A) Aeroelasticità applicata

Fluidodinamica II  
Meccanica del Suolo

1B) Aeroelasticità applicata

Modellistica Idraulica (1° modulo + 2° modulo)  
Turbomacchine

1C) Motori a Combustione Interna

Turbomacchine

**Un'unità didattica a scelta tra:**

● Elettronica; ● Fondamenti di Automatica (1° modulo + 2° modulo)

1D) Oleodinamica e pneumatica

Turbomacchine

**Un'unità didattica a scelta tra:**

● Elettronica; ● Fondamenti di Automatica (1° modulo + 2° modulo)

1E) Aeroelasticità applicata

Fluidodinamica II  
Turbomacchine

## 2 - Indirizzo Produzione

**(Azionamenti elettrici, Oleodinamica e pneumatica, Sicurezza del lavoro e difesa ambientale)**

### 2A) Ingegneria Sanitaria-Ambientale (1° modulo + 2° modulo)

Interazione fra le Macchine e l'Ambiente (1° modulo + 2° modulo)  
Modellistica Idraulica

### 2B) Automazione Industriale (1° modulo + 2° modulo)

Robotica Industriale

**Un'unità didattica a scelta tra:**

● Elettronica; ● Fondamenti di Automatica (1° modulo + 2° modulo)

### 2C) Costruzione di Macchine (1° modulo + 2° modulo)

Interazione fra le Macchine e l'Ambiente (1° modulo + 2° modulo)

**Un'unità didattica a scelta tra:**

● Elettronica; ● Fondamenti di Automatica (1° modulo + 2° modulo)

## 3 - Indirizzo Veicoli Terrestri

**(Azionamenti elettrici, Oleodinamica e pneumatica, Sicurezza del lavoro e difesa ambientale)**

### 3A) Costruzione di Macchine (1° modulo + 2° modulo)

Interazione fra le Macchine e l'Ambiente (1° modulo + 2° modulo)  
Sicurezza del lavoro e difesa ambientale (1° modulo + 2° modulo)

### 3B) Metallurgia

Sistemi di elaborazione di misure di grandezze dinamiche

**Un'unità didattica a scelta tra:**

● Elettronica; ● Fondamenti di Automatica (1° modulo + 2° modulo)

### 3C) Costruzione di Macchine (1° modulo + 2° modulo)

Metallurgia  
Scienza dei materiali II

### 3D) Oleodinamica e Pneumatica

Turbomacchine

**Un'unità didattica a scelta tra:**

● Elettronica; ● Fondamenti di Automatica (1° modulo + 2° modulo)

### 3E) Aeroelasticità applicata

Costruzione di Macchine (1° modulo + 2° modulo)  
Fluidodinamica II

#### 4 - Indirizzo Materiali

**(Metallurgia, Sicurezza del lavoro e difesa ambientale, Progetto di Macchine)**

4A) Costruzione di Macchine (1° modulo + 2° modulo)  
Scienza dei materiali II  
Turbomacchine

4B) Costruzione di Macchine (1° modulo + 2° modulo)  
Motori a Combustione Interna  
Sistemi di elaborazione di misure di grandezze dinamiche

4C) Aeroelasticità applicata  
Costruzione di Macchine (1° modulo + 2° modulo)  
Meccanica del volo

4D) Aeroelasticità applicata  
Scienza dei materiali II  
Turbomacchine

#### 5 - Indirizzo Energia

**(Costruzione di Macchine, Interazione fra le Macchine e l'Ambiente, Azionamenti elettrici)**

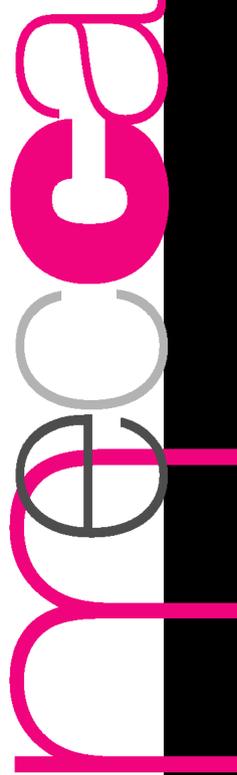
5A) Motori a Combustione Interna  
Sicurezza del lavoro e difesa ambientale  
Turbomacchine

5B) Aeroelasticità applicata  
Analisi Numerica  
Turbomacchine

5C) Fluidodinamica II  
Motori a Combustione Interna  
Scienza dei materiali II

5D) Aeroelasticità applicata  
Motori a Combustione Interna  
Turbomacchine

5E) Fluidodinamica II



## Motori a Combustione Interna Turbomacchine

Propedeuticità nei piani di studio ufficiali

Prima di scegliere un orientamento lo studente è comunque invitato a verificare, con i docenti dei singoli insegnamenti, le conoscenze preliminari richieste dal corso anche se non esplicitate formalmente.

<b>Non si può sostenere l'esame di</b>	<b>se non si è sostenuto l'esame di</b>
Fisica generale I	Analisi matematica I Geometria
Fisica generale II	Fisica generale I Analisi matematica I
Analisi matematica II	Analisi matematica I
Meccanica razionale	Analisi Matematica II Fisica generale I Geometria
Scienza dei materiali I	Chimica Fisica generale I
Applicazioni industriali elettriche	Fisica generale II
Meccanica applicata alle macchine	Meccanica razionale
Macchine	Chimica Fisica tecnica Meccanica applicata alle macchine Idrodinamica o Fluidodinamica
Fisica tecnica	Analisi matematica II Fisica generale II
Scienza delle costruzioni	Meccanica razionale
Fluidodinamica	Analisi matematica II Fisica generale I
Idrodinamica	Analisi matematica II Fisica generale I
Azionamenti elettrici	Applicazioni industriali elettriche

L'esame di Disegno di macchine è propedeutico agli esami del III, IV V anno di corso.

E' comunque consigliato che gli esami del III, IV, V anno siano sostenuti dopo aver superato quelli del I e del II anno.

## ► Corso di Diploma in Ingegneria Meccanica

Piano di studio ufficiale

Primo anno	N° Moduli
Analisi matematica I	(2)
Disegno di macchine	(2)
Fisica generale I	(2)
Geometria	(2)

**Corso di lingua inglese** (finalizzato al conseguimento dell'idoneità)  
(da seguire presso il Centro Linguistico d'Ateneo)

Secondo anno	N° Moduli
Applicazioni ind. elettriche	(2)
Chimica (1° modulo)	(1)
Fisica tecnica	(2)
Fondamenti di informatica (1° modulo)	(1)
Idrodinamica	(1)
Meccanica applicata alle macchine	(2)
Scienza delle costruzioni	(2)
Scienza dei materiali I (1° modulo)	(1)

Terzo anno	N° Moduli
Costruzione di macchine (1° modulo)	(1)
Utilizzabile per stage	
Economia appl. all'ingegneria (1° modulo)	(1)
Elementi costruttivi delle macchine	(2)
Impianti meccanici (1° modulo)	(1)
Utilizzabile per stage	
Interazione fra le Macch. e l'Ambiente (1° mod.)	(1)
Utilizzabile per stage	
Macchine e sistemi energetici	(2)
Misure meccaniche, term. e collaudi (1° mod.)	(1)
Sicurezza del lavoro e dif. ambientale (1° mod.)	(1)
Utilizzabile per stage	

Propedeuticità nel piano di studio ufficiale

Le propedeuticità richieste sono le stesse di quelle previste per il Corso di Laurea, per quanto attiene agli insegnamenti comuni a Laurea e Diploma.



# calendario accademico



Gli insegnamenti dei Corsi di Laurea verranno impartiti in cinque periodi a didatta differenziata.

- Il primo periodo didattico va dal 27 settembre al 29 ottobre 1999;
- il secondo periodo didattico va dal 15 novembre al 17 dicembre 1999;
- il terzo periodo didattico va dal 24 gennaio al 25 febbraio 2000;
- il quarto periodo didattico va dal 13 marzo al 14 aprile 2000;
- il quinto periodo didattico va dall'8 maggio al 9 giugno 2000.

Calendario A.A. 1999-2000	inizio	fine
Lezioni 1° periodo didattico	27 settembre	29 ottobre
I Interruzione di 2 settimane		
Lezioni 2° periodo didattico	15 novembre	17 dicembre
II Interruzione di 5 settimane		
Lezioni 3° periodo didattico	24 gennaio	25 febbraio
III Interruzione di 2 settimane		
Lezioni 4° periodo didattico	13 marzo	14 aprile
IV Interruzione di 3 settimane		
Lezioni 5° periodo didattico	8 maggio	9 giugno
V Interruzione di 3 settimane (fino al 28 luglio 2000)		
VI Interruzione (dal 1° al 30 settembre 2000)		

Per ogni insegnamento, nel corso dell'anno accademico, si svolgeranno sei appelli di esame, secondo un calendario che verrà stabilito dai singoli Consigli di Corso di Studio.



► **Corso di studio in Ingegneria Civile**

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE

Insegnamenti	Periodi di attività didattica				
	1	2	3	4	5
	27/9	15/11	24/1	13/3	8/5
	29/10	17/12	25/2	14/4	9/6
<b>ANNO 1°</b>					
Analisi matematica I	1	2			
Disegno				4	5
Fisica generale I				4	5
Geometria	1	2			
<b>ANNO 2°</b>					
Analisi matematica II	1	2			
Chimica (1° e 2° modulo)	1	2			
Fisica generale II				4	5
Informatica grafica (1° e 2° modulo)			3	4	
Meccanica razionale			3	4	5
Scienza dei materiali I (1° e 2° modulo)			3		5
<b>ANNO 3°</b>					
Fisica tecnica ambientale				4	5
Geologia applicata (1° e 2° modulo)	1	2	3		
Idraulica			3	4	5
Scienza delle costruzioni	1	2	3	4	5
Topografia (1° e 2° modulo)		2		4	
Elettrotecnica (1° e 2° modulo)	1	2	3		
<b>ANNO 4°</b>					
Costruzioni idrauliche	1	2	3	4	
Fondamenti di geotecnica (1° e 2° modulo)			3	4	5
Tecnica delle costruzioni I (1° e 2° modulo)	1	2		4	5
Tecnica ed econ. dei trasporti			3	4	5
Teoria delle infr. varie		2	3	4	
Ind. A Modellistica idraulica (1° e 2° modulo)	1		3		5
Ind. B Teoria delle strutture	1	2			
Ind. C Tecnica urbanistica (1° e 2° modulo)	1	2	3		
<b>ANNO 5° (in relazione all'indirizzo e/o orientamento seguito)</b>					
Costr. di strade, ferr. ed aereop.	1	2	3	4	
Costruzioni in sotterraneo			3	4	5
Costruzioni in zona sismica	1	2			
Dinamica delle strutture			3	4	5

Economia applicata all'ingegneria (1° e 2° modulo)	1	2		4	5
Idrologia			3	4	5
Ingegneria costiera	1	2	3		
Ing. sanitaria ambientale (1° e 2° modulo)			3	4	5
Meccanica dei solidi			3	4	
Pianificazione dei trasporti	1	2	3		
Progetto di strade, ferr. ed aereop. (1° e 2° modulo)			3	4	5
Protezione idraulica del territorio	1	2	3	4	
Sistemi di trazione	1	2			
Tecnica urbanistica (1° e 2° modulo)	1	2	3		
Tecnica delle costruzioni II	1	2		4	5
Tec. dei lav. str., fer. ed aer. (1° e 2° modulo)			3	4	5

## CORSO DI DIPLOMA IN INGEGNERIA DELLE INFRASTRUTTURE

### ANNO 1°

Analisi matematica I	1	2			
Disegno				4	5
Fisica generale I				4	5
Geometria	1	2			

### ANNO 2°

Chimica (1° modulo)	1				
Elettrotecnica (1° modulo)	1	2			
Fondamenti di geotecnica			3	4	
Geologia applicata (1° modulo)	1	2			
Idraulica			3	4	5
Informatica grafica (1° modulo)			3		
Meccanica appl. alle macchine (1° modulo)	1	2			
Scienza delle costruzioni	1	2	3	4	5
Scienza dei materiali I (1° modulo)				4	
Topografia (1° modulo)		2			

### ANNO 3°

Costruzioni idrauliche	1	2	3	4	
Economia appl. all'ingegneria (2° modulo)				4	5
Ing. sanitaria ambientale (1° modulo)			3	4	
Progetto di strade, ferr. ed aereop. (1° modulo)			3	4	
Tecnica delle costruzioni I (1° modulo)	1	2			
Tec. dei lav. str., fer. ed aer. (1° modulo)			3	4	
Tecnica ed econ. dei trasporti			3	4	5
Tecnica urbanistica (1° modulo)	1	2			





► **Corso di studio in Ingegneria Elettronica**

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

Insegnamenti	Periodi di attività didattica				
	1	2	3	4	5
	27/9	15/11	24/1	13/3	8/5
	29/10	17/12	25/2	14/4	9/6
<b>ANNO 1°</b>					
Analisi matematica I (1° modulo)	1				
Analisi matematica II (1° modulo)		2			
Fisica generale I (1° modulo)				4	
Fisica generale II (1° modulo)					5
Fondamenti di informatica				4	5
Geometria (1° modulo)	1				
Metodi matematici per l'ing. (I modulo)		2			
<b>ANNO 2°</b>					
Analisi matematica I (2° modulo)	1				
Analisi matematica II (2° modulo)		2			
Chimica (1° modulo)	1				
Chimica (2° modulo)		2			
Elettronica quantistica				4	5
Elettrotecnica (1° modulo)			3		
Elettrotecnica (2° modulo)				4	
Fisica generale I (2° modulo)				4	
Fisica generale II (2° modulo)			3		
Geometria (2° modulo)	1				
Metodi matematici per l'ingegneria (2° modulo)		2			
<b>ANNO 3°</b>					
Calcolatori elettronici				4	5
Campi elettromagnetici I (1° modulo)	1				
Campi elettromagnetici I (2° modulo)		2			
Elettronica I (1° modulo)			3		
Elettronica I (2° modulo)				4	
Fondamenti di automatica (1° modulo)				4	
Fondamenti di automatica (2° modulo)					5
Fotonica (1° modulo)		2			
Fotonica (2° modulo)			3		
Teoria dei segnali	1	2			
<b>ANNO 4°</b>					
Comunicazioni elettriche	1	2			

Elettronica II (1° modulo)		3	4	
Elettronica II (2° modulo)				5
Elettronica dei sistemi digitali		3	4	5
Fisica tecnica	1	2		
Misure elettroniche (1° modulo)		3		
Misure elettroniche (2° modulo)			4	5
<b>Unità didattica di orientamento</b>				

#### ANNO 5°

Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)	1	2		
Economia applicata all'ingegneria (2° modulo)			4	5
<b>Unità didattica di orientamento</b>				
<b>Unità didattica di orientamento</b>				
<b>Unità didattica di orientamento</b>				
<b>Unità didattica a scelta</b>				
<b>Unità didattica a scelta</b>				

#### Unità didattiche di orientamento

##### ● Orientamento A: Acustoelettronica

Acustica	1	2		
Sensori e rivelatori			4	5
Strumentazione e misure elettroniche			4	5

##### Un insegnamento a scelta tra:

Elaborazione elettronica di segnali e immagini	1	2		
Elaborazione numerica dei segnali	1	2		

##### ● Orientamento B: Elaborazione dei segnali per telecomunicazioni

Elaborazione numerica dei segnali	1	2		
Impianti di elaborazione	1	2	3	
Sistemi di telecomunicazione				4 5

##### Un insegnamento a scelta tra:

Elaborazione elettronica di segnali e immagini	1	2		
Optoelettronica	1	2		

##### ● Orientamento C:

Elettromagnetismo applicato per telecomunicazioni				
Microonde	1	2		
Antenne			3	4





Campi elettromagnetici II	3	4
Compatibilità elettromagnetica	4	5

● Orientamento D: Elettronica dei dispositivi

Fisica dello stato solido	1	2
Elettronica dello stato solido	1	2
Optoelettronica	1	2
Tecnologie e materiali per l'elettronica	4	5

● Orientamento E: Fotonica

Elaborazione elettronica di segnali e immagini	1	2
Architettura dei sistemi integrati	4	5
Optoelettronica	1	2
Tecnologie e materiali per l'elettronica	4	5

● Orientamento F: Misure

Strumentazione e misure per l'automazione	1	2	3
Elaborazione di segnali e di informazioni di misura	2	3	4
Optoelettronica	1	2	
Tecnologie e materiali per l'elettronica	4	5	

Le rimanenti due unità didattiche necessarie per il completamento del piano degli studi possono essere scelte tra le seguenti:

Analisi numerica	1	2	
Dispositivi elettronici	4	5	
Elettronica industriale di potenza	4	5	
Equazioni differenziali	1	2	
Microelettronica	4	5	
Sistemi informativi	1	2	3

oppure tra le unità didattiche caratterizzanti gli altri orientamenti.

CORSO DI DIPLOMA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

ANNO 1°		
Analisi matematica I (1° modulo)	1	
Analisi matematica II (1° modulo)	2	
Fisica generale I (1° modulo)		4
Fisica generale II (1° modulo)		5
Fondamenti di informatica		4 5
Geometria (1° modulo)	1	

Metodi matematici per l'ingegneria  
(1° modulo)

2

ANNO 2°

Calcolatori elettronici

4

5

Campi elettromagnetici I (1° modulo)

1

Elettronica I (1° modulo)

3

Elettronica dei sistemi digitali

3

4

5

Elettrotecnica (1° modulo)

3

Fondamenti di automatica (1° modulo)

4

Fotonica (1° modulo)

2

Teoria dei segnali

1

2

ANNO 3°

Chimica (1° modulo)

1

Economia applicata  
all'ingegneria (1° modulo)

4

5

Elettronica II (1° modulo)

3

4

Misure elettroniche (2° modulo)

4

5

Contrattualistica e sicurezza

Cultura europea

Organizzazione industriale

Normativa e qualità

Tirocinio

Idoneità di lingua inglese

Un insegnamento a scelta tra:

Elettronica dello stato solido(1° modulo)

1

Microelettronica (1° modulo)

4

Tecnologie e materiali

per l'elettronica (1° modulo)

4





## ► Corso di studio in Ingegneria Informatica

### CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

Insegnamenti	Periodi di attività didattica				
	1	2	3	4	5
	27/9	15/11	24/1	13/3	8/5
	29/10	17/12	25/2	14/4	9/6
<b>ANNO 1° (comune per Corso di Laurea e di Diploma)</b>					
Analisi matematica I	1	2			
Geometria e algebra I	1	2			
Fisica generale I (1° modulo)					
Fisica generale II (1° modulo)			3	4	5
Fondamenti di Informatica I			3	4	5
<b>ANNO 2°</b>					
Analisi matematica II	1	2	3		
Chimica	1	2			
Geometria e algebra II			3	4	5
Fisica generale I (2° modulo)					
Fisica generale II (2° modulo)			3	4	5
Fondamenti di Informatica II	1	2			
Ricerca operativa (1° e 2° modulo)				4	5
<b>ANNO 3°</b>					
Teoria dei segnali	1	2			
Sistemi informativi (1° e 2° modulo)	1	2	3		
Elettrotecnica		2	3		
Elettronica				4	5
Fondamenti di automatica			3	4	
Calcolatori elettronici				4	5
<b>ANNO 4°</b>					
Comunicazioni elettriche	1	2			
Automazione industriale(1° e 2° modulo)	1	2			
Strumentaz. e misure per l'automaz. (1° e 2° modulo)	1	2	3		
Informatica teorica		2	3		
Controlli automatici			3	4	
Informatica grafica (1° e 2° modulo)				4	5
Teoria dei sistemi				4	5
Robotica industriale				4	5
Sistemi operativi				4	5
Fisica tecnica (non previsto per l'a.a. '99-2000)	1	2			



**ANNO 5°**

Economia applicata all'ingegneria (1° e 2° modulo)				4	5
Impianti di elaborazione (1° e 2° modulo)	1	2	3		
Basi di dati (1° e 2° modulo)			3	4	5
Modelli di sistemi di produzione			3	4	5
Sistemi di elaborazione (1° e 2° modulo)				4	5
Intelligenza artificiale	1	2	3		
Controllo digitale (1° e 2° modulo)			3	4	5

**ANNO 2° - Corso di Diploma**

Fisica generale II (2° modulo)	1				
Sistemi informativi (1° e 2° modulo)	1	2	3		
Elettrotecnica		2	3		
Fondamenti di automatica			3	4	
Calcolatori elettronici				4	5
Ricerca operativa (1° modulo)				4	
Teoria dei segnali	1	2			

**ANNO 3° - Corso di Diploma**

Automazione industriale (1° modulo)	1				
Chimica (1° modulo) (non previsto per l'a.a. 99-2000)	1				
Controllo digitale (1° modulo)			3	4	
Economia applicata all'ingegneria (1° modulo)				4	5
Elettronica				4	5
Impianti di elaborazione (1° e 2° modulo)	1	2	3		
Strumentaz. e misure per l'automaz. (1° modulo)	1	2			
Basi di dati (1° e 2° modulo)			3	4	5
Informatica grafica (1° modulo)				4	
Tirocinio				4	5



## ► Corso di studio in Ingegneria Meccanica

### CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA MECCANICA

Insegnamenti	Periodi di attività didattica				
	1	2	3	4	5
	27/9	15/11	24/1	13/3	8/5
	29/10	17/12	25/2	14/4	9/6

#### ANNO 1° (comune per Corso di Laurea e di Diploma)

Analisi Matematica 1	1	2			
Fisica generale 1				4	5
Disegno di macchine				4	5
Geometria	1	2			

#### ANNO 2°

Fondamenti di Informatica		2	3		
Analisi Matematica 2	1	2			
Chimica	1	2			
Fisica generale 2				4	5
Meccanica Razionale			3	4	5
Scienza dei Materiali 1			3		5

#### ANNO 3°

Fisica Tecnica	1	2	3		
Meccanica applicata alle macchine	1	2	3	4	
Scienza delle costruzioni	1	2	3	4	5
Applicazioni industriali elettriche	1	2	3	4	
Macchine		2	3	4	5
Idrodinamica	1	2		4	5
Fluidodinamica 1	1	2	3		

#### ANNO 4°

Elementi costruttivi delle macchine	1	2	3		
Fondamenti di automatica				4	5
Misure meccaniche, term. e coll.			3	4	5
Tecnologia meccanica	1	2			
Aeroelasticità applicata	1	2			
Metallurgia				4	5
Motori a combustione interna			3	4	5
Elettronica	1	2	3		

#### ANNO 5°

Impianti Meccanici				4	5
Economia applicata all'ingegneria	1	2		4	5
Sicurezza del lavoro e dif. amb.	1	2			

Scienza dei materiali 2	1	2			
Automazione Industriale	1	2			
Meccanica del volo	1	2			
Fluidodinamica 2			3	4	5
Progetto di macchine		2	3	4	5
Sistemi di elaborazione				4	5
Turbomacchine				4	5
Azionamenti elettrici		2	3	4	
Interazione fra le macch. e l'amb.	1	2			
Oleodinamica e Pneumatica	1	2			
Costruzione di macchine			3	4	5
Sistemi di trazione	1	2			

#### ANNO 2° - Corso di Diploma

Meccanica applicata alle macch.	1	2	3	4	
Chimica	1				
Fisica Tecnica	1	2			
Applicazioni Industriali Elettriche	1	2	3	4	
Fondamenti di informatica		2			
Idrodinamica				4	5
Scienza delle costruzioni	1	2	3	4	5
Scienza dei Materiali			3	4	

#### ANNO 3° - Corso di Diploma

Macchine e Sistemi Energetici		2	3	4	5
Misure meccaniche term. e collaudi			3	4	
Economia applicata all'ingegneria	1	2			
Elementi costruttivi delle macch.	1	2	3		

Interazione fra le macch. e l'amb.	STAGE
Sicurezza del lavoro e dif. amb.	STAGE
Impianti meccanici	STAGE
Costruzione di macchine	STAGE





# guida alla facoltà



## ► Iscrizioni

**1. All'atto dell'iscrizione**, qualora non abbia ancora presentato un piano di studi e non desideri presentarlo per il 1999/2000, lo studente deve presentare presso la Segreteria del Corso di Studio di interesse una dichiarazione indicando gli insegnamenti che intende seguire se il presente Ordine degli Studi prevede possibilità di opzione relativamente all'anno a cui si iscrive. All'atto dell'iscrizione al III anno, nel caso il Corso di Studio cui si iscrive preveda indirizzi o orientamenti, lo studente deve anche indicare quale intende seguire.

**2. Per potersi iscrivere agli anni successivi al primo**, lo studente dovrà aver frequentato il seguente numero di unità didattiche intere e superato i relativi esami (scelti tra quelli indicati dal Corso di Laurea per gli anni precedenti a quello cui intende iscriversi): 2 per l'iscrizione al II anno, 5 per l'iscrizione al III anno, 8 per l'iscrizione al IV anno, 12 per l'iscrizione al V anno. In caso di non superamento del numero previsto degli esami, lo studente dovrà iscriversi come ripetente.

Tra gli 8 esami superati per iscriversi al IV anno debbono essere compresi tutti gli esami dei corsi del primo anno; tra i 12 esami superati per iscriversi al V anno debbono essere compresi tutti quelli dei corsi del primo e del secondo anno.

Per potersi iscrivere al IV anno lo studente dovrà inoltre dimostrare la conoscenza pratica e la comprensione della lingua inglese, superando una prova di accertamento come indicato nel successivo Cap. "Lingue straniere".

**3. Gli studenti che intendono formulare un piano di studi individuale**, ai sensi dell'art. 2 della legge 11 dicembre 1969, n. 910 e dell'art. 4 della legge 30 novembre 1970, n. 924, dovranno consultare le apposite indicazioni che saranno fornite dai rispettivi Consigli di Corso di Studio. Gli studenti che non presentano un



piano di studi, oltre quanto previsto al punto 1, al momento dell'iscrizione possono presentare una domanda alla Segreteria del Corso di Studio competente, al fine di inserire nell'anno di Corso che frequentano altri eventuali insegnamenti già attivati ad integrazione di quelli previsti dai piani di studio consigliati. Gli esami relativi, eventualmente superati, non possono essere valutati nel calcolo del numero necessario per l'iscrizione all'anno successivo, secondo quanto previsto nel precedente punto 2.

**4. Lo studente, oltre agli insegnamenti previsti per il conseguimento della Laurea cui aspira, può iscriversi a qualsiasi altro insegnamento del proprio Corso di Studio e, per ciascun anno, a non più di 2 insegnamenti di altri Corsi di Studio dell'Università di Roma Tre (decreto 4 giugno 38, n. 1969). Anche in questo caso gli esami eventualmente superati non possono essere conteggiati per raggiungere il minimo previsto nel punto 2 per iscriversi all'anno successivo.**

**5. Gli studenti dal 2° anno di iscrizione in poi possono chiedere di anticipare fino a due esami, tra quelli previsti negli anni successivi di corso, sempre comunque nel rispetto delle norme di propedeuticità deliberate dai Consigli di Corso di Studio.**

## ► **Passaggi di Corso di Laurea o di Indirizzo**

**1. I passaggi da un Corso di Studio ad un altro**, per gli studenti in corso o ripetenti, sono concessi dal Consiglio di Corso di Studio ricevente, che ne stabilisce le modalità.

**2. Gli studenti in corso o ripetenti che chiedono il passaggio da un indirizzo o orientamento ad un altro** dello stesso Corso di Studio vengono ammessi a proseguire gli studi dietro presentazione di domanda indirizzata al Consiglio di Corso di Studio. Il Consiglio di Corso di Studio valuta la congruenza con il percorso didattico richiesto degli esami già superati e non presenti nel manifesto dell'indirizzo o orientamento ricevente, mentre gli esami comuni sono automaticamente convalidati.

**3. Le domande riguardanti i passaggi di Corso di Studio debbono essere presentate entro il 31 dicembre.**

► **Abbreviazioni di Corso** Abbreviazioni di corso potranno essere concesse ai Laureati in Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, in Architettura, agli ufficiali ed ex ufficiali di Marina, Aeronautica, Artiglieria, Genio, Trasporti e Materiali, ai Laureati in Ingegneria che intendono conseguire una seconda Laurea. Il Consiglio di Corso di Studio deciderà caso per caso sulla base del curriculum dell'i-

stante e stabilirà il piano di studi che egli deve seguire. Gli studenti provenienti dalle Accademie militare di Modena, aeronautica di Pozzuoli, navale di Livorno, che hanno compiuto il biennio presso le suddette Accademie, sono ammessi al terzo anno con la convalida degli esami sostenuti presenti nel manifesto del Corso di Studio a cui intendono iscriversi. Gli esami sostenuti presso le scuole militari di applicazione potranno essere convalidati a giudizio del Consiglio di Facoltà, sentito il parere del competente Consiglio di Corso di Studio, tenendo conto di quanto previsto dalla normativa vigente (legge n.169 del 23 giugno 90).

- **Trasferimenti** Compatibilmente con le disponibilità di posti, sono possibili trasferimenti che comportino l'iscrizione al primo anno di un Corso di Studio, per studenti provenienti da Facoltà di Ingegneria di altre Università che abbiano superato, nelle sedi di provenienza, almeno un esame previsto dal piano di studio del Corso al quale richiedono l'iscrizione.

Può essere concessa l'iscrizione ad anni successivi al primo, con la convalida degli esami superati nella Facoltà di provenienza, secondo il parere dei competenti Consigli di Corso di Studio e compatibilmente con le disponibilità del Corso stesso, sempre che i richiedenti abbiano superato il numero di esami previsto nel precedente Cap. "Iscrizioni", comma 2. I trasferimenti che comportano l'iscrizione al 4° o al 5° anno sono subordinati a quanto riportato nel capitolo detto per quanto riguarda gli esami che devono essere superati.

Sono possibili i trasferimenti, anche da altri Atenei, al secondo ed al terzo anno dei corsi di Diploma attivati presso la Facoltà.

## ► Ammissione studenti stranieri

**1. Gli studenti stranieri che richiedano l'iscrizione ad uno dei Corsi di Studio della Facoltà** dovranno sostenere un esame di conoscenza della lingua italiana. In particolare, gli studenti provenienti da Paesi nei quali l'iscrizione all'Università è effettuata con il sistema del "numero chiuso" dovranno sostenere anche un esame di cultura generale necessaria ad intraprendere gli studi presso la Facoltà. Gli esami saranno svolti nei modi e con il calendario che verranno comunicati dal Preside della Facoltà.

**2. Gli studenti stranieri che chiedono il riconoscimento del titolo accademico conseguito all'estero**, l'iscrizione a corsi singoli o a corsi di perfezionamento o a Scuole di specializzazione, dovranno sostenere anche una prova di conoscenza della lingua italiana.

**3. Gli studenti stranieri che chiedono il passaggio di Corso di Studio o pro-**





vengono da altra Università con cambio di Corso di Studio dovranno sostenere una prova di ammissione di cultura generale necessaria ad intraprendere gli studi prescelti. Gli esami saranno svolti con calendario che verrà comunicato dal Preside della Facoltà. Per ciascuna prova di cultura generale saranno definiti programmi di massima; questi saranno disponibili presso la Presidenza della Facoltà.

► **Lingue straniere** Durante i primi 3 anni di corso, lo studente deve dimostrare, attraverso una prova di accertamento, la conoscenza pratica e la comprensione della lingua inglese. Le modalità della prova sono stabilite dal Centro Linguistico di Ateneo, che, oltre a curare lo svolgimento della prova di accertamento, ha anche attivato opportuni corsi di preparazione a detta prova. Le richieste di partecipazione ai corsi vanno presentate allo stesso Centro Linguistico di Ateneo.

## ► **Esami di Laurea**

1. Per essere ammesso a sostenere l'esame di Laurea lo studente deve aver superato gli esami relativi agli insegnamenti compresi nell'ultimo piano di studi approvato.

2. L'esame di Laurea consiste nella discussione di una tesi attinente alle materie del Corso di Studio, svolta con le modalità stabilite dal competente Consiglio di Corso di Studio.

3. La richiesta dell'assegnazione della tesi deve essere indirizzata al Consiglio di Corso di Studio competente. Al fine dell'ammissione all'esame di Laurea lo studente dovrà presentare presso la Segreteria Studenti d'Ateneo entro i termini fissati, domanda in carta legale nella quale dovrà essere indicato il recapito dell'interessato. Alla domanda dovranno essere allegate:

- la ricevuta del pagamento della soprattassa di Laurea,
- la dichiarazione del relatore da cui risulti l'argomento della tesi,
- una dichiarazione nella quale risultino tutti gli esami sostenuti, da compilarli sul modulo distribuito dalla segreteria studenti.

4. La tesi di Laurea va depositata presso la Presidenza della Facoltà almeno sette giorni prima della seduta di Laurea prescelta.

► **Presentazione dei piani di studio** Per favorire un sollecito esame da parte dei Corsi di Studio, si invitano gli studenti a presentare i piani di studio direttamente alla segreteria del Corso di Studio di interesse, entro il

15 ottobre 1999.

Dopo tale data, e fino al 31 dicembre 1999, i piani di studio dovranno essere presentati alle Segreterie Studenti d'Ateneo.

## ► Rappresentanti degli studenti nel Consiglio di Facoltà

	Nome	Indirizzo
1.	Leonardo Avena	rsavenia@uniroma3.it
2.	Alessandro Cappelli	rscappel@uniroma3.it
3.	Stefano Marchetta	rsmarche@uniroma3.it
4.	Iris Masci	rsmasci@uniroma3.it
5.	Ettore Menconi	rsmencon@uniroma3.it
6.	Domenico Nicastro	rnicast@uniroma3.it
7.	Francesca Tuli	rstuli@uniroma3.it

► **Pagine web** All' indirizzo INTERNET [http://www.uniroma3.it/presen\\_in-ge.htm](http://www.uniroma3.it/presen_in-ge.htm) sono disponibili le pagine WEB della Facoltà. In esse sono contenute informazioni sui piani di studio e sui singoli corsi. Sono inoltre disponibili: materiale didattico, sistemi di prenotazione in rete per esami, sistemi di presentazione in rete dei piani di studio.

Tali pagine vengono frequentemente aggiornate e quindi costituiscono il riferimento piu' completo relativamente alle delibere dei Consigli di Corso di Studio e del Consiglio di Facoltà.





# programma dei corsi



## ▶ ACUSTICA

**Prof. P. De Santis**

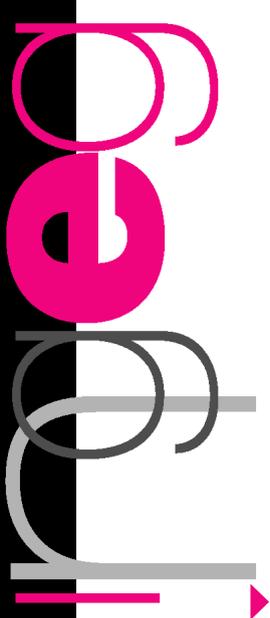
Richiami sulle oscillazioni armoniche di un semplice oscillatore meccanico. Sistemi meccanici ad elementi concentrati in condizioni transitorie ed in regime forzato. Impedenza meccanica. Rete elettrica analoga di un sistema meccanico ad elementi concentrati. Onde trasversali in una corda. Onde longitudinali e trasversali in una sbarra. Studio dei modi di vibrazione e del regime armonico forzato. Equazione delle onde in due dimensioni: modi di vibrazione di una membrana. Oscillazioni forzate di una membrana. Il microfono a condensatore: risposta in presenza di smorzamento. Onde acustiche in fluidi ideali omogenei: densità di energia, intensità ed impedenza acustica specifica. Propagazione in presenza di discontinuità del mezzo. Assorbimento ed attenuazione di onde acustiche nei fluidi reali. Radiazione: studio del campo lontano e dei diagrammi di radiazione nel caso di geometrie di interesse notevole. Onde in una cavità parallelepipedica. Onde in guide a sezione rettangolare. Canne acustiche, risonatori e filtri. I trasduttori elettroacustici: le equazioni canoniche per un trasduttore generico. Trasduttori reciproci e antireciproci. Il microfono a condensatore. L'altoparlante a bobina mobile. Esempi di altoparlanti e microfoni accoppiati a risonatori di Helmholtz.

**Testi consigliati:** Appunti preparati dal docente; L. E. Kinsler, A. R. Frey, A. B. Coppers, J. V. Sanders, *Fundamentals of Acoustics*, 1982, Ñ John Wiley and Sons

## ▶ AEROELASTICITÀ APPLICATA

**Prof. L. Morino**

**Meccanica del continuo.** Principi di conservazione, tetraedro di Cauchy; tenso-



re degli sforzi, equazione di Cauchy, equazione dell'energia, equazione dell'entropia, leggi costitutive per fluidi e solidi.

**Dinamica Strutturale.** Modi fondamentali di vibrazione (autofunzioni di operatori strutturali) metodo delle autofunzioni, metodo di Rayleigh-Ritz, metodo di Galerkin, equazioni di Lagrange.

**Aerodinamica non-stazionaria.** Flussi potenz. Incompressibili, flussi quasi-potenziati, metodo agli elementi di contorno, estensione a flussi compressibili, estensione a flussi viscosi.

**Aeroelasticità.** Divergenza, flutter, risposta alla raffica, matrice aerodinamica e sua approssimazione agli stati finiti, forma normale del sistema aeroelastico e applicazioni al controllo.

## ANALISI MATEMATICA I

Prof. A. Laforgia

**Elementi di logica matematica.** Operazioni logiche, tavole di verità, implicazioni e coimplicazioni, i quantificatori.

**Elementi di teoria degli insiemi.** Il concetto d'insieme, sottoinsiemi, insieme vuoto, unione, intersezione, differenza. Prodotto cartesiano, relazioni, funzioni, funzioni inverse.

**I numeri reali.** Il sistema dei numeri reali, i numeri interi e quelli razionali, l'assioma di completezza, la potenza e la radice n-esima dei numeri reali.

**Il metodo d'induzione.** Definizione per induzione, applicazioni, il teorema binomiale.

**Le funzioni reali di variabile.** Proprietà e grafici di alcune funzioni reali.

**Il concetto di limite di una funzione.** Approccio intuitivo, definizione rigorosa, verifica di limiti attraverso la definizione, teorema dell'unicità del limite, limite di una somma, di un prodotto e di un quoziente, limiti infiniti e limiti all'infinito. Limiti a destra e a sinistra.

**Funzioni continue.** Teorema del confronto, della permanenza del segno, continuità delle funzioni composte, continuità a destra e a sinistra, il teorema di Bolzano, il teorema dei valori intermedi, il teorema della limitatezza delle funzioni continue, il teorema di Weierstrass. Continuità uniforme, teorema delle piccole oscillazioni.

**La derivata.** Il problema della tangente a una curva, definizione rigorosa, derivabilità e continuità, formule di derivazione e algebra delle derivate, derivazione delle funzioni composte, derivate di ordine superiore, derivata delle funzioni inverse, derivazione implicita, differenziale.

**Il teorema del valor medio e sue conseguenze.** Il teorema di Fermat, di Rolle, di Lagrange, di Cauchy. Massimi, minimi, funzioni crescenti, decrescenti, concave e convesse. Studio di funzioni.

**L'integrale.** Il concetto di integrale definito di una funzione continua e proprietà delle aree. L'integrale indefinito, metodo d'integrazione per sostituzione e per parti, teorema della media, primo e secondo teorema fondamentale del calcolo integrale. Metodi vari d'integrazione.

**Il logaritmo e la funzione esponenziale.** Definizione della funzione logaritmo, pro-

prietà notevoli del logaritmo, funzione esponenziale come inversa del logaritmo. Il numero  $e$ . Integrazione con fratti semplici. Funzioni iperboliche.

**I polinomi di Taylor.** Simboli di Landau e differenti espressioni del resto.

**Successioni e serie numeriche.** Definizioni, limite di una successione, successioni convergenti e teoremi vari. Criteri vari di convergenza delle serie.

**I numeri complessi.** Forma algebrica e trigonometrica. Proprietà e operazioni sui complessi.

## ▶ ANALISI MATEMATICA I

**Prof. R. Spigler**

Definizione assiomatica dei numeri reali. Cenni alla teoria degli insiemi, alla nomenclatura delle funzioni, alla logica. I numeri complessi (in forma algebrica e trigonometrica), radici  $n$ -esime di un numero complesso e relativa interpretazione geometrica. Successioni e limiti di successioni; serie numeriche. Limiti di funzioni (anche di due variabili). Continuità e proprietà delle funzioni continue su di un intervallo. Calcolo differenziale: definizione di derivata, sue proprietà. Applicazioni del calcolo differenziale (massimi e minimi, monotonie e convessità di funzioni di una variabile reale). Calcolo integrale: integrale definito, sua interpretazione geometrica e applicazioni; integrale indefinito e teorema fondamentale del calcolo integrale. Altre applicazioni del calcolo differenziale e del calcolo integrale: la formula di Taylor; alcune classi di equazioni differenziali (lineari del primo ordine e lineari del secondo ordine ma a coefficienti costanti).

**Testi consigliati:** T.M. Apostol, Calcolo. volume primo. Analisi I, Bollati Boringhieri ed., Torino, prima ed. 1977 o ristampe successive (oppure altro testo da comunicare); R. Spigler, Analisi Matematica I: Problemi ed Esercizi, Libreria Progetto Ed., Padova, 1996 (seconda ed.); R. Spigler, Istituzioni di Matematiche e Analisi Matematica I: Esercizi d'esame, Ed. Libreria Progetto, Padova, 1996.

## ▶ ANALISI MATEMATICA I (CdS Ing. Meccanica)

**Prof. P. Natalini**

- Gli insiemi; operazioni tra insiemi; proprietà.
- I numeri reali; assiomatica; massimo, minimo, estremo superiore e estremo inferiore di un insieme di numeri reali; gli insiemi  $N$  e  $Z$ ; i numeri razionali e irrazionali; principio di induzione; intervalli e intorni.
- Concetto di funzione; grafico di una funzione; funzioni monotone; funzioni composte; funzioni inverse; operazioni tra funzioni; funzioni elementari; le successioni numeriche.
- Limite di una funzione; teoremi sui limiti di funzioni; funzioni infinitesime e infinite; continuità di una funzione in un punto; continuità delle funzioni elementari, delle funzioni composte e delle funzioni inverse; teoremi fondamentali delle funzioni continue; funzioni uniformemente continue.



- Derivata di una funzione in un punto; derivate delle funzioni elementari; differenziale di una funzione in un punto; teoremi fondamentali del calcolo differenziale; forme indeterminate e regola di L'Hôpital; studio del grafico di una funzione.
- Integrale definito di una funzione; proprietà dell'integrale definito; teoremi sull'integrale definito; relazione tra integrale definito e derivazione; primitiva di una funzione; teoremi fondamentali del calcolo integrale; integrale indefinito; integrali indefiniti di funzioni elementari; metodi di integrazione; cenni sugli integrali impropri.
- Polinomio di Taylor di una funzione in un punto; resto della formula di Taylor.
- Le serie numeriche; criteri di convergenza per le serie a termini non negativi; convergenza delle serie a termini di segno alterno; convergenza assoluta; proprietà commutativa delle serie assolutamente convergenti.
- I numeri complessi; operazioni tra numeri complessi; proprietà e formule dei numeri complessi.

**Testo di riferimento:** A. Laforgia, *Analisi Matematica*, UTET, Torino, 1992.

▶ **ANALISI MATEMATICA II**  
(Prof. da definire)

**Limiti e continuità in  $\mathbf{R}^n$ .** Curve regolari e generalmente regolari. Insiemi di definizione di funzioni di due variabili. Topologia in  $\mathbf{R}^2$ . Limiti delle successioni di punti di  $\mathbf{R}^2$ . Estensioni ad  $\mathbf{R}^n$ . Limiti e continuità delle funzioni di più variabili.

**Calcolo differenziale in  $\mathbf{R}^n$ .** Derivate parziali. Differenziali. Teorema del differenziale totale. Derivazione delle funzioni composte. Alcune nozioni di geometria differenziale. Retta tangente ad una curva regolare. Domini e superfici regolari. Piano tangente. Derivata direzionale. Gradiente. Operatori: gradiente, divergenza, rotore, nabla. Campi conservativi. Funzioni omogenee (s.d.). Forme quadratiche (s.d.). Massimi e minimi relativi. Funzioni implicite. Teorema di Dini (s.d.). Trasformazioni tra aperti di  $\mathbf{R}^n$  (s.d.). Trasformazione delle coordinate polari e delle coordinate sferiche polari.

**L'integrale delle funzioni continue di una variabile.** Integrazione delle funzioni generalmente continue di una variabile. Funzioni sommabili. Criteri di sommabilità (s.d.).

**Successioni e serie di funzioni.** Successioni di funzioni. Convergenza uniforme. Teoremi fondamentali sulla convergenza uniforme. Serie di funzioni. Convergenza uniforme e totale.

**Funzione di variabile complessa.** Limiti e continuità. L'esponenziale e il logaritmo nel campo complesso. Olomorfia.

**Sviluppi in serie.** Serie di Taylor, serie di Mac-Laurin, criteri di sviluppabilità. Serie binomiale (s.d.). Serie di Potenze nel campo complesso. Caratterizzazione del raggio di convergenza. Serie di potenze nel campo reale (s.d). Olomorfia della somma di una serie di potenze. Argomenti introduttivi alle serie di Fourier. Nozioni ed esempi. Proprietà dei coefficienti di Fourier (s.d.). Criteri di sviluppabilità (s.d.). Funzioni pari e dispari.

**Integrali curvilinei.** Lunghezza di un arco regolare (s.d.). Ascissa curvilinea. In-

tegrali curvilinei di funzioni e di forme differenziali lineari : Criteri di esattezza per le forme differenziali lineari.

**Equazioni differenziali.** Argomenti introduttivi . Equazioni differenziali risolubili con integrazione. Problema dei valori iniziali o di Cauchy. Teoremi di esistenza e unicità per il problema di Cauchy. Sistemi di equazione differenziali di ordine superiore (s.d.). Integrale generale. Equazioni di Clairaut. Equazioni differenziali lineari. Il metodo della variazione delle costanti arbitrarie. Proprietà del nucleo di Cauchy. Equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti (s.d.).

**Misura elementare e integrazione multipla delle funzioni continue.** Plurintervalli di  $\mathbb{R}^n$  e loro misura (s.d.). Misura interna e esterna (s.d.). Legame fondamentale tra le misure interna e esterna (s.d.). Insiemi limitati di  $\mathbb{R}^n$  misurabili secondo Peano-Jordan (s.d.). Insiemi misurabili fondamentali. Cilindroide, domini normali. Definizione di integrale. Proprietà degli integrali (s.d.). Riduzione degli integrali multipli. Nuove regole di derivazione (s.d.). Formule di riduzione (s.d.). Formule di trasformazione. Estensione delle formule di trasformazione (s.d.). Settore polare nel piano o nello spazio. Solidi di rotazione e coordinate cilindriche. Baricentri e I teorema di Guldino (s.d.).

**Integrali su superfici.** Area di una superficie. Superfici di rotazione e Il teorema di Guldino (s.d.). Integrali su superfici di funzioni. Orientazioni delle superfici regolari. Domini regolari di  $\mathbb{R}^3$  (s.d.). Teoremi della divergenza (in  $\mathbb{R}^3$  s.d.). Applicazioni alla misura. Formula di Stokes (s.d.). Il secondo criterio di esattezza per le forme differenziali lineari.

(Legenda : s.d. = senza dimostrazione)

**Testi consigliati:** A. Avantaggiati, Istituzioni di Matematica, Editrice Ambrosiana, Milano; A. Avantaggiati, Esercizi, controesempi e complementi di Analisi Matematica II, Ed. Kappa 1994, Roma; F. Bongiorno, Esercizi di Analisi matematica vol.I., Ed. Masson, Milano; Esercizi di Analisi matematica vol.II, Parti I e II, Ed . Masson, Milano.

## ANALISI MATEMATICA II

**Prof . F. Bongiorno**

Funzioni complesse. Limiti e continuità nelle funzioni complesse. Funzioni olomorfe di variabile complessa. Equazioni di Cauchy-Riemann. Cenni sulla teoria dei polinomi algebrici. Decomposizione delle funzioni razionali. Complementi sull'integrazione per sostituzione. Misura di insiemi limitati secondo Peano-Jordan. Esempi e controesempi. Additività, monotonia rispetto all'inclusione. Integrazione delle funzioni di più variabili. Esempi, controesempi. Linearità, additività, monotonia, proprietà di valori medi, formule di riduzione. Passaggio alle coordinate polari in  $\mathbb{R}^2$  ed  $\mathbb{R}^3$ . Cambiamento generale delle coordinate. Integrali curvilinei. Integrali superficiali. Applicazioni. Misura di insiemi illimitati. Integrazione di funzioni generalmente continue in insiemi limitati o illimitati. Caratterizzazione delle funzioni integrabili. Funzioni sommabili. Campi vettoriali, definizioni ed esempi. Campi conservativi. Formule di Bauss-Green. Teorema della divergenza. Teorema di Stokes.





Il problema dell'esistenza del potenziale nei campi irrotazionali. Divergenza e motore come limite. Spazi metrici, definizioni, esempi. Applicazioni continue. Successioni. Completezza. Contrazioni. Teorema del punto unito. Equazioni differenziali ordinarie. Generalità, esempi. Il problema di Cauchy. Osservazioni ed esempi sul teorema d'esistenza ed unicità. Equazioni del primo e secondo ordine risolubili per quadrature. Sistemi per quadrature. Sistemi di equazioni differenziali. Equazioni lineari omogenee e complete. Equazioni a coefficienti costanti e di Eulero. Successione e serie di funzioni. Convergenza puntuale. Convergenza uniforme. Esempi e controesempi. Il teorema del passaggio al limite. Il problema della continuità. L'integrazione e la derivazione per serie. Applicazioni. Serie di Taylor. Serie di potenze. Serie di Fourier.

**Testi di riferimento:** A. Avantaggiati, Istituzioni di Matematica, Ed. Ambrosiana; F. Bongiorno, Esercizi di Analisi Matematica II parte I e II, Ed. Masson; F. Bongiorno, A. Morselli, Analisi Matematica di base, vol. II, Ed. Masson; F. Casolaro, B. Rizzi, Integrali; A. Ghizzetti, F. Rosati, Lezioni di Analisi Matematica II, Ed. Masson.

▶ **ANALISI MATEMATICA II (CdS Ing. Civile)**  
**Prof. B. Palumbo**

Prima parte

**Successioni e serie di funzioni:** Convergenza puntuale ed uniforme. Continuità della funzione limite. Passaggio al limite sotto il segno di integrale ed integrazione per serie. Derivazione di una successione o di una serie di funzioni. Convergenza totale e criterio di Weierstrass. Serie di potenze: esistenza del cerchio di convergenza, proprietà delle serie di potenze reali, sviluppi in serie delle funzioni elementari.

**Equazioni differenziali:** Generalità. Ordine di una ED. Forma normale. Equazioni a variabili separabili. Equazioni omogenee. ED lineari. Teorema dimensionale. Metodo della variazione delle costanti. Metodi per la ricerca di una soluzione in casi particolari. Abbassamento di ordine. Integrazione per serie. Teorema di esistenza ed unicità per il problema di Cauchy.

**Funzioni di più variabili:** Limiti e continuità. Derivate direzionali e parziali. Differenziabilità. Lemma di Schwarz. Massimi e minimi.

Seconda parte

**Misura di Peano-Jordan:** Rettangoli e plurirettangoli. Misura interna ed esterna. Misurabilità. Condizioni per la misurabilità e proprietà della misura. Misura di insiemi illimitati.

**Integrali multipli:** Definizione e prime proprietà. Domini normali nel piano e nello spazio. Formule di riduzione per gli integrali doppi e tripli. Cambiamento di variabili. Coordinate polari, sferiche, cilindriche. Applicazioni: volumi di solidi di rotazione, baricentri, momenti d'inerzia.

**Integrali curvilinei:** Curve regolari. Lunghezza di un arco di curva. Ascissa curvilinea. Integrali curvilinei di funzioni scalari (rispetto alla lunghezza d'arco). Baricentro e momento d'inerzia di un arco di curva. Integrali curvilinei di campi vettore-

riali. Significato fisico. Conservatività. Condizioni necessarie e sufficienti per la conservatività. Teorema di Green. Equazioni differenziali esatte.

**Integrali superficiali:** Superfici regolari. Area di una superficie regolare. Area di una superficie di rotazione. Integrale superficiale di una funzione scalare. Baricentro e momento d'inerzia di una superficie. Integrale superficiale di un campo vettoriale e suo significato fisico. Teorema di Stokes. Superfici generalmente regolari orientabili. Insiemi a connessione lineare semplice e conservatività di campi vettoriali tridimensionali. Teorema di Green nello spazio (teorema della divergenza). Potenziale vettore.

▶ ANALISI MATEMATICA II (CdS Ing. Meccanica)

**Prof. A. Maceri**

**Successioni e serie di funzioni:** Convergenza puntuale ed uniforme. Continuità della funzione limite (dim.). Criterio di Cauchy (dim.). Integrabilità termine a termine (dim.). Derivabilità termine a termine (dim.). Convergenza totale e criterio di Weierstrass (dim.). Raggio di convergenza delle serie di potenze (dim.). Criterio di Cauchy-Hadamard (dim.). Criterio di D'Alembert (dim.). Sviluppabilità in serie di Taylor di una funzione (dim.).

**Funzioni di più variabili:** Aperti, chiusi, intorni e compatti di  $\mathbb{R}^n$ . Ogni intorno circolare contiene un intorno rettangolare e viceversa (dim.). L'intersezione di due intorni è un intorno (dim.). Punti di accumulazione. Punti interni, esterni e di frontiera. Funzioni di più variabili. Funzioni limitate. Estremi. Massimo e minimo. Formulazioni equivalenti della definizione di limite (dim.). Teoremi sui limiti. Continuità puntuale ed uniforme. Continuità della funzione composta (dim.). Teorema di Weierstrass (dim.).

Derivate parziali. Teorema di Schwartz (dim.). Differenziabilità e sua condizione sufficiente (dim.). Derivata della funzione composta (dim.). Derivata direzionale (dim.). Funzioni con derivate nulle (dim.). Formule di Taylor e di Lagrange. Massimi e minimi relativi: condizioni necessarie e sufficienti (dim.). Massimi e minimi assoluti. Funzioni implicite. Teorema di Dini (dim.).

**Integrali curvilinei:** Curve regolari e generalmente regolari di  $\mathbb{R}^n$ . Lunghezza di un arco di curva (dim.). Ascissa curvilinea. Integrale curvilineo delle funzioni di più variabili. Forme differenziali. Integrale curvilineo delle forme differenziali. Forme differenziali esatte. Condizioni necessarie e sufficienti a che una forma differenziale sia esatta (dim.).

**Integrali multipli:** Teoria della misura. Integrali doppi. Integrali tripli. Formule di riduzione. Cambiamento di variabili. Coordinate polari, sferiche, cilindriche. Formula di Gauss-Green (dim.). Notazioni vettoriali. Teorema della divergenza (dim.).

**Integrali superficiali:** Superfici regolari. Area di una superficie regolare. Piano tangente ad una superficie regolare (dim.). Integrale superficiale di una funzione di tre variabili. Forme differenziali quadratiche. Integrale superficiale di una forma differenziale quadratica. Notazioni vettoriali. Teorema di Stokes.

**Equazioni differenziali:** Ordine di una equazione differenziale. Forma canonica. Equazioni differenziali del primo ordine: equazioni lineari, equazioni non lineari,



equazioni a variabili separabili. Equazioni differenziali del secondo ordine: soluzioni fondamentali dell'equazione omogenea, dipendenza ed indipendenza lineare (dim.), riduzione dell'ordine, integrale generale delle equazioni lineari a coefficienti costanti (dim.). Teorema di esistenza e unicità per il problema di Cauchy (dim.).

## ▶ ANALISI NUMERICA

Prof. F. Bongiorno

**Richiami di Algebra Lineare:** Errori assoluti e relativi; Rappresentazione dei numeri reali; Operazioni in virgola fissa e in virgola mobile; Richiami sulle matrici.

**Sistemi Lineari:** Vari metodi diretti (eliminazione di Gauss, metodo di Cholesky, QR,...) Metodi iterativi (Jacobi, rilassamento...); Metodo del gradiente coniugato;

**Equazioni non lineari:** Metodo delle bisezioni; Metodo delle secanti; Metodo di Newton; Punto fisso; Metodo di Horner; Metodo di Muller; Metodi di accelerazione.

**Interpolazione:** Interpolazione di Lagrange; Interpolazione di Chebyshev; Interpolazione di Newton; Altri metodi di interpolazione.

**Integrazione Numerica:** Formule interpolatorie; Formule di Newton Cotes; Formule del punto medio, Simpson...; Formule gaussiane; Estrapolazione di Richardson; Cenni sull'integrazione a più dimensioni.

**Soluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie:** Discretizzazione del problema; Stabilità; Metodi a un passo; Convergenza; Metodi a più passi; Predictor-Corrector; Vari metodi di Adams.

**Autovalori e Autovettori di Matrici.**

**Teoremi di separazione e di confronto.**

**Applicazioni alle funzioni speciali e ai polinomi ortogonali.**

## ▶ ANTENNE

Prof. G. Schettini

**Comunicazioni con le onde radio:** Tipi di sistemi di comunicazione. Sistemi di antenna. Propagazione delle onde elettromagnetiche. Bande di frequenza.

**Fondamenti della radiazione elettromagnetica e parametri fondamentali di una antenna:** Equazioni di Maxwell e condizioni al contorno. Potenziali vettoriali e scalari. Radiazione da dipolo corto. Diagramma di radiazione, direttività, guadagno, resistenza di radiazione. Radiazione da un loop di corrente. Radiazione da una distribuzione arbitraria di corrente. Dipolo a lambda mezzi. Impedenza d'antenna. Metodo dei momenti. Impedenza mutua.

**Dipoli, antenne a schiera e antenne a filo:** Antenna biconica. Antenna a dipolo ripiegato. Antenne a dipolo corto. Antenna monopolo. Baluns. Introduzione agli array. Principio del pattern multiplication. Arrays uniformi monodimensionali. Arrays broad-side, arrays end fire. Arrays bidimensionali. Sintesi di arrays: serie di Fourier, metodo di Chebyshev, arrays binomiali, array polinomiali. Reti di alimentazione. Matrici di Butler. Arrays parassiti. Arrays log-periodici. Antenne ad onda viaggiante.

**Antenne ad apertura:** Radiazione da una apertura piana. Metodo della trasformata

di Fourier. Radiazione da apertura rettangolare e circolare. Principio di equivalenza. Applicazione del principio di equivalenza alla radiazione da apertura. Antenne a tromba. Radiazione da guida d'onda rettangolare e circolare. Ottica geometrica. Lenti a microonde. Antenne a paraboloide: efficienza, direttività, cross-polarizzazione. Metodo delle correnti indotte. Feed con bassa cross-polarizzazione. Riflettori parabolici offset. Sistemi a doppio riflettore. Radiazione da slot. Arrays di slots. Antenna a microstriscia. **Antenne riceventi:** Teorema di reciprocità ed area efficace. Disadattamento di polarizzazione. Formula di trasmissione di Friis. Rumore nei sistemi di comunicazione. Temperatura di rumore di antenna.

**Testi consigliati:** Robert E. Collin, *Antennas and Radiowave propagation*, McGraw-Hill Book Company. Appunti dalle lezioni a cura del docente.

**Testi di consultazione:** W. L. Stutzmann, G. A. Thiele, *Antenna theory and design*, Wiley; C. Balanis, *Antenna theory, analysis and design*, 2nd edition, Wiley; A. Paraboni, *Antenne*, Mc Graw-Hill Libri Italia.

E.mail [g.schettini@uniroma3.it](mailto:g.schettini@uniroma3.it)

## APPLICAZIONI INDUSTRIALI ELETTRICHE

Prof. F. Crescimbini

### Elettrotecnica generale

- Richiami di elettromagnetismo.
- Definizioni di corrente elettrica in un mezzo conduttore. Legge di Ohm. Resistenza elettrica di un conduttore filiforme e sua variazione con la temperatura. Definizione di generatore elettrico. Collegamento in serie o in parallelo di due o più resistenze. Definizione di potenza elettrica; effetto Joule; trasformazione della potenza elettrica in potenza meccanica e viceversa. Principi di Kirchhoff, legge generalizzata di Ohm, principio della sovrapposizione degli effetti, teorema di Thevenin; metodi di risoluzione di circuiti elettrici in corrente continua.
- Proprietà dielettriche di un mezzo isolante. Polarizzazione di un mezzo dielettrico. Rigidità dielettrica. Definizione di condensatore. Capacità di tipi diversi di condensatore (ad armature piane, cilindriche, ecc.). Collegamento in serie o in parallelo di due o più condensatori. Energia immagazzinata nel dielettrico di un condensatore. Studio dei transistori di carica e di scarica di un condensatore.
- Campo magnetico prodotto da una corrente elettrica. Definizione di forza magnetomotrice e di tensione magnetica; teorema della circuitazione magnetica. Azioni elettrodinamiche e elettromagnetiche; induzione magnetica; permeabilità magnetica di un mezzo; flusso d'induzione magnetica. Materiali ferromagnetici: Fenomeno dell'induzione elettromagnetica e legge di Lenz; f.e.m. indotta in un conduttore posto in movimento in un campo magnetico stazionario. Correnti parassite in masse metalliche soggette a un campo magnetico variabile nel tempo. Autoinduzione e definizione di induttanza propria di un circuito elettrico; regimi transitori nei circuiti RL. Mutua induzione tra due o più circuiti elettrici e definizione di mutua induttanza; equazioni di un doppio bipolo induttivo.





- Circuiti elettrici monofase e polifase.
- Cenni sull'impiego della trasformata di Laplace per lo studio di circuiti elettrici con grandezze comunque variabili nel dominio del tempo; definizione di impedenza del circuito. Grandezze periodiche e grandezze alternate; valore efficace di grandezze alternate. Cenni sullo studio dei circuiti elettrici con grandezze alternate. Rappresentazione di grandezze alternate sinusoidali mediante fasori e numeri complessi. Potenze istantanea e attiva nei circuiti in regime permanente con grandezze alternate; definizioni di potenza apparente e di fattore di potenza. Potenza reattiva nei circuiti in regime sinusoidale e problema del rifasamento negli impianti elettrici industriali; calcolo della capacità di un banco di condensatori per il rifasamento totale o parziale di un carico ohmico-induttivo. Calcolo della caduta di tensione in una linea monofase. Collegamenti a stella e a poligono delle fasi di generatori e di utilizzatori polifase. Studio del regime permanente sinusoidale di circuiti trifase a quattro fili con carico squilibrato e a tre fili con carico equilibrato.
- Strumenti e metodi di misura
- Amperometri e voltmetri magnetoelétrici; amperometri, voltmetri e wattmetri elettrodinamici; contatori di energia a induzione. Notizie sugli strumenti digitali per la misura di tensione e di corrente; multimetri.

#### **Macchine elettriche e convertitori statici**

- Trasformatori
  - Costituzione e principio di funzionamento dei trasformatori monofase. Funzionamento a vuoto e sotto carico. Circuito equivalente del trasformatore e determinazione dei relativi parametri mediante prove a vuoto e in corto circuito. Variazione della tensione secondaria nel passaggio da vuoto a carico.
- Macchine a induzione
- Generazione di campi magnetici rotanti. Principio di funzionamento e disposizione costruttiva delle macchine ad induzione trifase. Funzionamento a vuoto e sotto carico. Circuito equivalente della macchina e determinazione dei relativi parametri mediante le prove a vuoto e a rotore bloccato. Caratteristica meccanica, bilancio delle potenze e rendimento.
  - Macchine sincrone.
  - Principio di funzionamento e disposizione costruttiva delle macchine sincrone con rotore alimentato in c.c.. Funzionamento a vuoto. Funzionamento sotto carico delle macchine sincrone con rotore liscio: metodo di Poitier e circuito equivalente di Behn Eschemburg. Funzionamento sotto carico delle macchine sincrone a poli salienti; definizione delle reattanze di asse diretto e in quadratura. Espressione della coppia elettromagnetica in funzione dell'angolo di carico e limite di stabilità.
  - Macchine in corrente continua. Struttura di base e principio di funzionamento delle macchine in corrente continua. Funzionamento a vuoto e sotto carico.
  - Convertitori con dispositivi a semiconduttore.
  - Componenti elettronici di potenza utilizzati nella conversione statica dell'energia. Convertitori a commutazione naturale e convertitori a commutazione forzata.

## Elementi di impianti elettrici

- Generazione e distribuzione dell'energia elettrica
- Cenni sugli impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica.
- Apparecchiature di manovra e sistemi di protezione negli impianti a B.T.
- Notizie sulle apparecchiature di manovra e di protezione degli impianti di B.T.: contattori, sezionatori, interruttori magnetotermici, interruttori differenziali, fusibili. Pericolosità della corrente elettrica e sistemi per la protezione dai contatti diretti e indiretti. Impianti di messa a terra e protezione degli edifici dalle fulminazioni atmosferiche.

## ARCHITETTURA DEI SISTEMI INTEGRATI

Prof. G. Leo

Prerequisiti: Optoelettronica.

Obiettivi: Il corso è inteso ad approfondire tematiche correnti e avanzate di Ottica Integrata, inclusi argomenti monografici di attualità.

Programma

**Introduzione: metodi e tecnologie** L'ottica integrata, mercato e ragion d'essere. Riepilogo dei fondamenti di ottica guidata. Tecnologie per l'ottica integrata: tecniche di fabbricazione di guide d'onda, processo di microfabbricazione degli OIC, tecniche di processing, definizione di reticoli. Progettazione di circuiti ottici integrati: metodo matriciale per il calcolo dell'indice efficace; "Beam Propagation Method" (BPM); cenni sul "Ray tracing" ed il metodo WKB.

**Componenti e circuiti passivi in ottica integrata** Dispositivi integrati a deflessione di cammino ottico; a divisione di ampiezza, di polarizzazione e di modo. Multiplatori e demultiplatori di lunghezza d'onda. Lenti e prismi.

**Dispositivi funzionali in guida** Dispositivi elettro-ottici a controllo di fase, ad accoppiamento distribuito e a controllo della distribuzione d'indice. Dispositivi acusto-ottici collineari e coplanari. Dispositivi termo-ottici. Circuiti ottici integrati per le telecomunicazioni: commutatori ottici, commutatori analogico-digitali, analizzatori di spettro a RF, correlatori. Sensori di temperatura, di spostamento e di vibrazione; girometri. Dispositivi magneto-ottici: effetti e materiali; isolatori, circolatori, modulatori, deflettori e sensori; schermi e stampanti; memorie e dischi.

**Ottica integrata a semiconduttore** Richiami di meccanica quantistica e delle proprietà elettroniche dei semiconduttori. Cenni di ottica dei semiconduttori: assorbimento, guadagno ed indice di rifrazione; relazioni di Kramers-Kronig; eccitoni. Semiconduttori a bassa dimensionalità e loro proprietà ottiche: pozzi quantici e superreticoli. Effetti di campo elettrico: effetto Franz-Keldysh, effetto Stark confinato.

**Ottica non lineare nei semiconduttori** Non linearità intrinseche: non linearità quadratiche e cubiche, assorbimento a due fotoni, assorbimento per portatori liberi, effetto Stark ottico, generazione di armoniche. Non linearità governate dalla dinamica degli stati eccitati, saturazione dell'assorbimento e del guadagno.

**Dispositivi ottici a semiconduttore** Diodi elettroluminescenti: caratteristiche e con-



fronto con altre sorgenti di luce; applicazioni dei LED ad elevata luminosità. Laser a semiconduttore: breve riepilogo delle caratteristiche generali; laser DBR e DFB, laser a cavità accoppiate, array di diodi laser, laser a buca quantica, laser a cavità verticale, laser a cascata. Dispositivi ottici bistabili: bistabilità ibrida, SEED a pozzi quantici; bistabilità tutto-ottica, dispersiva o assorbitiva; rassegna di dispositivi commerciali; prospettive future: laser nel blu, SHG, DFG; QPM e accordo di fase birfrangente. **Integrazione optoelettronica** Integrazione Laser-Transistor: MESFET-Laser GaAs, BJT-Laser InP. Integrazione Rivelatore-Transistor: rumore di un fotodiode con preamplificatore FET, sensibilità di rivelazione per segnali digitali e BER, diodi pin con preamplificatore MESFET, diodi Schottky in GaAs con preamplificatore MESFET. Altre forme di integrazione: diodo laser DFB con modulatore e rivelatore, combinazione pin-FET-SEED, integrazione su silicio.

**Cenni sui materiali a gap fotonica** Cristalli fotonici 1D: il film multidielettrico rivistato, lo specchio dielettrico omnidirezionale, localizzazione di modi dovuta a difetti. Applicazioni: dielettrico riflettente, cavità risonante, guide d'onda e fibre fotoniche. **Schemi per visualizzazione** Definizioni e processi fisici. Cristalli liquidi: proprietà fisiche ed elettro-ottiche. Schermi piatti non emissivi: schermi a matrice attiva e passiva; indirizzamento dei pixel. Schermi piatti emissivi.

**Materiale didattico:** Fotocopie delle trasparenze utilizzate nel corso.

**Testi consultazione:** Ebeling, *Integrated Optoelectronics*, Springer-Verlag, 1997; Hunsperger, *Integrated Optics*, IV ed., Springer-Verlag, 1995; Nishihara, Haruna, Suhara, *Optical integrated circuits*, McGraw-Hill, 1989; Rosencher, Vinter, *Optoélectronique*, Masson, 1998; Singh, *Optoelectronics*, McGraw Hill, 1996; Tamir, *Guided-wave optoelectronics*, II ed., Springer-Verlag, 1990; Yariv, *Optical Electronics*, IV ed., Saunders, 1991 (o edizioni successive).

## ▶ AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

### Prof. F. Nicolò

Primo modulo

Obiettivo: Il primo modulo di Automazione Industriale fornisce un insieme di strumenti formali di base per la modellistica dei sistemi produttivi automatizzati e l'ottimizzazione della loro gestione operativa, con particolare riferimento ai sistemi flessibili di lavorazione e assemblatura.

Programma

1. Automazione di fabbrica. Sviluppo dell'Automazione Industriale. Processi produttivi continui, in larga scala e a lotti. Struttura organizzativa di fabbrica. CIM: supporto all'integrazione di informazioni e operazioni. Componenti CIM. Collegamenti tra componenti CIM e integrazioni funzionali. Flusso di informazioni. Elementi di sistemi di produzione automatizzati
2. Modelli analitici. Teoria delle file d'attesa: relazioni fondamentali. Processi di nascita e morte. Code M/M/1, M/M/1/k, M/M/k

3. Modelli di Reti di Petri. Definizioni. Rappresentazione di conflitti. Rappresentazione di sistemi di trasporto. Rappresentazione di sistemi di produzione. Proprietà strutturali

4. Modelli di ottimizzazione: sistemi a macchina singola. Problemi di scheduling: sequenziamento su una singola macchina

**Testi di riferimento:** Archetti F., Sciomachen A., Rappresentazione e analisi, con reti di Petri, di sistemi di lavorazione, Autofaber, Milano, 1990; French S., Sequencing and scheduling: an introduction to the mathematics of the job shop, Ellis Horwood Ltd., 1982; Bedworth, D. D., Bayley, J. E., Integrated production control systems, management analysis & design, John Wiley & Sons, Inc., 1982.

## Secondo modulo

**Obiettivo:** Il secondo modulo di Automazione Industriale fornisce un insieme di strumenti formali avanzati per la modellistica e l'ottimizzazione delle prestazioni dei sistemi produttivi automatizzati.

**Programma:**

1. Modelli analitici avanzati, reti di code aperte, reti di code chiuse

2. Modelli di ottimizzazione: sistemi coordinati di macchine, Modelli per la pianificazione del processo, Modelli per la gestione degli utensili, Modelli per la determinazione del mix produttivo, Routing nei sistemi pipeline, Routing in FAS con sistemi di trasporto generali. Problemi di scheduling: flow shop e job shop

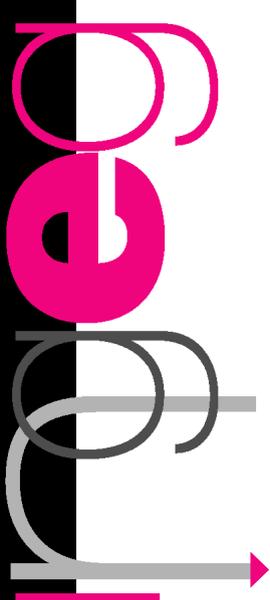
**Testi di riferimento:** Agnetis A., Introduzione alle reti di code nei sistemi manifatturieri, Dispense ad uso esclusivo degli studenti di ingegneria; Agnetis A., Modelli combinatori nella produzione flessibile, Dispense ad uso esclusivo degli studenti del corso di Automazione Industriale; French S., Sequencing and scheduling: an introduction to the mathematics of the job shop, Ellis Horwood Ltd., 1982; Pinedo M., Scheduling - theory, algorithms and systems, Prentice Hall Int. Series in Industrial and System Engineering, Englewood Cliffs, NJ, 1995.

## AZIONAMENTI ELETTRICI

**Prof. A. Di Napoli**

Componenti semiconduttori di potenza: richiami del processo di conduzione nei semiconduttori, diodi, tiristori, transistori bipolari e ad effetto di campo, Gate Turn-off thyristors, Insulated Gate Bipolar Transistors. Il problema della commutazione. Convertitori c.c./c.c.: funzionamento dei choppers, buck converters e boost converters. Convertitori c.c./c.a.: inverters a corrente impressa, a tensione impressa (a sfasamento e PWM e CRPWM). Principi di conversione elettromeccanica dell'energia. Teoria unificata delle macchine elettriche. Motori speciali per azionamenti: a riluttanza, a magneti permanenti, a passo, e brushless. Regolazione di velocità e di coppia negli azionamenti con motori in c.c.. Regolazione





di coppia e di velocità nelle macchine sincrone sia con avvolgimento di eccitazione (alimentazione con inverter VSI o con inverter CSI a spegnimento da carico) che a magneti permanenti (alimentazione sinusoidale o trapezoidale). Regolazione di coppia e di velocità negli azionamenti con macchine a induzione: controllo a frequenza variabile, a V/f costante, controllo vettoriale, controllo diretto di coppia. Esempi di azionamenti industriali in c.c. ed in c.a. (per pompe, per avvolgitori per impianti di sollevamento), di azionamenti per trazione pesante (ferrovia) che leggera (metropolitana) su rotaia o su gomma, di azionamenti per macchine utensili: per mandrini e per assi. Scelta del motore e della strategia di controllo. Caratterizzazione, standardizzazione e diagnostica degli azionamenti.

## BASI DI DATI

### Prof. P. Atzeni

#### Primo modulo

Il corso ha nel complesso (primo e secondo modulo) l'obiettivo di esporre gli studenti a concetti avanzati relativi a modelli, metodi e sistemi per la definizione, progettazione e realizzazione di sistemi software di grandi dimensioni, complessi nelle funzioni e soprattutto nei dati, da punti di vista teorici, metodologici, tecnologici e applicativi. In particolare, il primo modulo fa riferimento alla tecnologia delle basi di dati.

Vengono trattati gli argomenti seguenti.

- **Architettura dei sistemi di basi di dati:** gestione delle transazioni, controllo della concorrenza, gestione della affidabilità; soluzioni centralizzate e distribuite.
- **Evoluzione dei sistemi di basi di dati:** basi di dati orientate agli oggetti, basi di dati attive, basi di dati federate, accesso a basi di dati attraverso il World-Wide-Web.

**Testo:** P. Atzeni et al. Basi di dati: concetti, linguaggi e architetture. McGraw-Hill, 1996. Materiale integrativo distribuito dal docente e reperibile in formato elettronico tramite la pagina: <http://www.dia.uniroma3.it/~atzeni/didattica/BD/>

#### Secondo modulo

Il corso ha nel complesso (primo e secondo modulo) l'obiettivo di esporre gli studenti a concetti avanzati relativi a modelli, metodi e sistemi per la definizione, progettazione e realizzazione di sistemi software di grandi dimensioni, complessi nelle funzioni e soprattutto nei dati, da punti di vista teorici, metodologici, tecnologici e applicativi. In particolare, il secondo modulo fa riferimento alle metodologie di sviluppo di applicazioni e prevede un'intensa attività progettuale.

Vengono trattati gli argomenti seguenti:

- **Analisi di sistemi informativi:** linguaggi per la rappresentazione dei processi, UML.
- **Le fasi alte del ciclo di vita dei sistemi informativi:** pianificazione, studi di fattibilità, affidamento di contratti.

- **Sviluppo di applicazioni in ambiente Internet e Web, in particolare con riferimento all'accesso a basi di dati.**

Materiale integrativo distribuito dal docente e reperibile in formato elettronico tramite la pagina: <http://www.dia.uniroma3.it/~atzeni/didattica/bd>

## ▶ CALCOLATORI ELETTRONICI

**Prof. A. Micarelli**

**Algebra di Boole e Reti Logiche.** Algebra booleana: definizione assiomatica. Teoremi fondamentali. Funzioni booleane: minitermini, maxtermini e forme canoniche. Minimizzazione delle funzioni booleane: metodo algebrico; metodo delle mappe di Karnaugh. Reti combinatorie. Analisi e sintesi di reti combinatorie. Reti sequenziali. Macchine sequenziali. Elementi di memoria: flip-flop, registri, contatori.

**Organizzazione dell'hardware e programmazione in linguaggio assembly.** Rappresentazione dell'informazione: aritmetica modulare. Struttura di un calcolatore: suddivisione in blocchi funzionali; la memoria centrale; il controllo; le funzioni aritmetiche e logiche; le operazioni di ingresso e di uscita. Le istruzioni: classificazione delle istruzioni; metodi di indirizzamento; gestione degli accessi alla memoria centrale; le istruzioni di macchina; la attivazione delle subroutine (istruzione di chiamata a subroutine, il passaggio dei parametri, procedure rientranti, allocazione dinamica della memoria). Sistemi di interruzione. Accesso diretto alla memoria (DMA). I programmi Assemblatore e Linker. Il simulatore del processore didattico PD32. L'ambiente di sviluppo dei processori della famiglia Intel. Evoluzione degli elaboratori: le varie generazioni. Architetture avanzate: macchine SISD, SIMD, MIMD, macchine vettoriali, processori superscalari. Architetture RISC. Casi di studio: l'architettura della famiglia Intel con linguaggio assembly 8086; l'architettura della famiglia Motorola.

**Sistemi Operativi.** Concetti di base: processi e processori, comunicazione e sincronizzazione fra processi, risorse, messaggi e interazioni fra processi, composizione gerarchica di un sistema operativo e tipi di utenza. Interruzioni. Struttura e implementazione di un sistema operativo: nucleo e stati di avanzamento di un processo, creazione e terminazione dei processi, descrittori di processo. Programmazione concorrente. Gestione della memoria. Gestione dei processori.

**Libri consigliati:** Congiu S. Calcolatori Elettronici, Pàtron Editore, 1995; Tanenbaum A.S. Structured Computer Organization 4th ed., Prentice-Hall, 1999; dispense integrative.

## ▶ CALCOLATORI ELETTRONICI (CdS Ing. Elettronica)

**Prof. R. Torlone**

**Introduzione ai calcolatori Elettronici.** Struttura a livelli dell'organizzazione hardware e software del sistema di elaborazione. Breve storia dei calcolatori. Cal-



colatori odierni e loro evoluzione. Le famiglie Intel Pentium, Sun UltraSparc e PicoJava.

**L'organizzazione di un calcolatore.** Il processore e la sua organizzazione interna; CISC e RISC; esecuzione parallela delle istruzioni. La memoria centrale e la sua organizzazione interna; codici a correzione d'errore; memorie cache. Le gerarchie della memoria; dischi magnetici e ottici; organizzazione dati su memoria secondaria e modalità di accesso. Architettura dei sistemi di Input/Output, bus, terminali, mouse, stampanti e modem. Codifica dei caratteri, i codici ASCII e UNICODE.

**Sistemi di numerazione binaria.** Numeri binari, sistemi di numerazione posizionale, conversioni di base. Numeri binari negativi, notazioni in complemento a uno e a due, notazione in eccesso 2m. Numeri in virgola mobile, lo standard IEEE 754

**La logica digitale di un calcolatore.** Richiami sull'algebra booleana, porte logiche; implementazione di funzioni booleane. I circuiti logici di base; i segnali di clock; i circuiti dell'Unità Aritmetico Logica. Latch e flip-flop; l'organizzazione della memoria centrale, RAM dinamiche e statiche, ROM, EPROM. Esempi di architetture di microprocessore, il Pentium II, l'Ultra SPARC II, il PicoJava II. Bus sincroni ed asincroni; arbitraggio dei bus; gestione delle interruzioni; i bus ISA, PCI e USB. I chip di I/O; l'Intel 8255A; decodifica degli indirizzi

**La microarchitettura di un calcolatore.** La microarchitettura, il cammino dei dati e le microistruzioni. Ottimizzazione di una microarchitettura, aumento dei bus, prefetching e pipelining. La memoria cache, memorie associative pure, a mappa diretta, associative ad insiemi. Predizione di salti; esecuzione in-order e out-of-order; esecuzione speculativa. Microarchitettura del Pentium II, della Ultra SPARC II e del PicoJava II

**Il linguaggio macchina di un calcolatore.** Il livello del linguaggio macchina, memorie, registri, istruzioni macchina, il livello del linguaggio macchina nel Pentium II e nella Ultra SPARC II. Formato delle istruzioni e dei dati, espansione di codici operativi; formati delle istruzioni macchina del Pentium II e della Ultra SPARC II. Tipi di indirizzamento, immediato, diretto, a registro, indiretto, indicizzato, a stack. Ortogonalità tra codici operativi e tipi di indirizzamento, indirizzamento nel Pentium II e nella Ultra SPARC II. Tipi di istruzioni, movimento di dati, operazioni monadiche e diadiche, istruzioni di confronto e di controllo. Istruzioni di I/O, I/O programmato, interruzioni e DMA. Flusso di esecuzione di istruzioni; procedure, routine, trap, interruzioni, azioni hardware e software per la gestione delle interruzioni. Il linguaggio macchina IA-64

**I sistemi operativi.** Il sistema operativo come interfaccia utente e gestore delle risorse. La memoria virtuale, traduzione degli indirizzi, la tavola delle pagine. La paginazione e le politiche di rimpiazzamento. Segmentazione, gestione della segmentazione, frammentazione, best fit e first fit; la segmentazione impaginata. La memoria virtuale nel Pentium II e nella Ultra SPARC II. I/O virtuale, file, implementazione di istruzioni virtuali di I/O. File sequenziali e ad accesso casuale, accesso sequenziale, hash e con indice. Istruzioni virtuali per l'elaborazione parallela di processi, la sincronizzazione di processi concorrenti, produttore e consumatore, sleep e wakeup, semafori. Stati di un processo, gestione della CPU, discipline di scheduling, round-robin. Il file system di UNIX, organizzazione gerarchica delle directory e i-node

**Programmazione in C.** Sintassi e uso del linguaggio ANSI C, programmazione in C con particolare riferimento alla manipolazione di array e stringhe, uso dei puntatori, allocazione dinamica della memoria, manipolazione di bit, gestione di file.

**Libri di Testo:** A.S. Tanenbaum, 4th edition, Prentice Hall 1998; Darnell, Margolis. C Manuale di Programmazione, McGraw Hill; materiale integrativo messo a disposizione dal docente.

**Sito Web del corso:** <http://www.dia.uniroma3.it/~torlone>

## CAMPI ELETTROMAGNETICI I

Prof. L. Vegni

**Fondamenti:** Campi scalari e vettoriali. Operatori vettoriali e diadici. Equazioni di Maxwell. Relazioni costitutive. Dualità. Condizioni al contorno. Richiami di elettrostatica e magnetostatica.

**Elettrodinamica:** Teorema di Poynting nel dominio del tempo e della frequenza. Polarizzazione del campo elettromagnetico monocromatico. Campo policromatico: trasformate di Fourier e di Laplace. Equazione delle onde. Potenziali elettrodinamici.

**Onde piane:** Vettore di propagazione. Onde piane in mezzi con o senza perdite. Riflessione e rifrazione di onde piane. Angolo di Brewster. Riflessione totale. Mezzi bianisotropi. Mezzi chirali. Onde piane nei mezzi chirali. Ferriti. Onde piane nella ferrite.

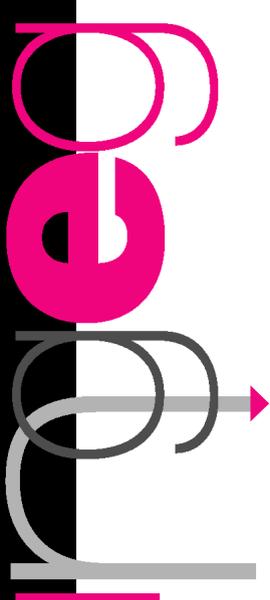
**Linee di trasmissione:** Equazioni delle linee di trasmissione. Onde stazionarie. Coefficienti di riflessione e trasmissione. Impedenza di ingresso. Rapporto d'onda stazionaria. Diagramma di Smith.

**Strutture guidanti a simmetria cilindrica:** Onde TE, TM e TEM. Frequenza di taglio. Guide d'onda metalliche rettangolari e circolari. Guide dielettriche. Fibre ottiche. Attenuazione di una fibra ottica. Circuiti integrati a microonde: loro rappresentazioni circuitali.

**Radiazione elettromagnetica:** Dipolo di Hertz. Dipolo magnetico. Teoremi di reciprocità ed equivalenza. Antenne lineari (mezza onda e onda intera). Reciprocità delle antenne. Diagramma di radiazione di semplici antenne lineari. Interferenza tra sorgenti elettromagnetiche. Approssimazioni di Fraunhofer e di Fresnel. Allineamenti di antenne.

**Testi di riferimento:** Balanis C. A., Advanced engineering electromagnetics, John Wiley & Sons, New York, 1989; Barzilai G., Fondamenti di Elettromagnetismo, Edizioni Siderea, Roma, 1983; Franceschetti G., Campi elettromagnetici, Editore Boringhieri Torino, 1983; Gerosa G. e Lampariello P., Fondamenti di Elettromagnetismo, Edizioni Ingegneria 2000, Roma, 1995; Jones D. S., Acoustic and Electromagnetic Waves, Clarendon Press Oxford, 1986; Ramo S., Whinnery J. R. e Van Duzer T., Campi e onde nell'elettronica per le telecomunicazioni, Franco Angeli Editore, Milano, 1982; Seely S. e Poularikas A. D., Electromagnetics, classi-





cal and modern theory and applications, Marcel Dekker, Inc., New York, 1979; Sotomeda C. G., Onde elettromagnetiche, UTET, Torino, 1986; Toraldo di Francia G. e Buscaglioni P, Onde elettromagnetiche, Zanichelli, Bologna, 1988; Van Bladel J., Electromagnetics Fields, Hemisphere Publ. Corp., Washington, 1985; Yariv A., Optical Electronics, Saunders College Publishing, 1991.

## CAMPI ELETTROMAGNETICI II

**Prof. A. Toscano**

Richiami sulle equazioni di Maxwell. Decomposizione dei campi nelle componenti trasverse e longitudinali. Decomposizione modale per i modi TE e TM. Rappresentazione del campo attraverso funzioni modali alternative. Discontinuità in guida d'onda: metodo variazionale. Concetto di risonanza traversa e sua applicazione alle guide d'onda non uniformi.

Spettro modale: discreto e continuo; modi in guida d'onda ed onda superficiale. Onde lungo due semispazi. Onde superficiali guidate da una lamina dielettrica. Onde leaky lungo mezzi multistratificati. Strutture periodiche: il teorema di Floquet; armoniche spaziali, diagramma di Brillouin; onde leaky lungo strutture periodiche aperte.

## CHIMICA

**Prof. F. Rallo**

Primo modulo

- Struttura atomica. Orbitali canonici, forma e denominazioni. Configurazione elettronica di atomi polielettronici e sistema periodico. Legame chimico covalente, ionico e ad elettroni delocalizzati. Elettronegatività e numero di ossidazione. Composizione atomica e formule di specie chimiche. Stechiometria delle reazioni chimiche. Calcoli stechiometrici fondamentali, determinazione del reattivo limitante. Reazioni di ossidoriduzione.
- Struttura dei solidi covalenti, ionici e metallici. Cenni sui semiconduttori. Stato gassoso, applicazioni delle leggi dei gas perfetti. Stato liquido. Passaggi di stato. Diagrammi di stato di specie pure.
- Soluzioni di non elettroliti. Legge di Raoult. Diagrammi di distillazione e di congelamento di sistemi binari a comportamento ideale. Crioscopia. Equilibri chimici omogenei: legge delle masse. Applicazioni delle costanti di equilibrio  $K_p$  e  $K_c$ .
- Dissociazione elettrolitica in soluzione acquosa. Acidi e basi. pH di soluzioni acquose. Calcolo di pH di soluzioni di acidi e basi forti e deboli. Indicatori di pH.
- Potenziali di elettrodo, formula di Nernst. Pile chimiche. Elettrodo ad idrogeno e determinazione potenziometrica del pH. Pile primarie commerciali. Accumulatori acidi e alcalini.
- Chimica del carbonio: struttura delle più importanti famiglie di composti organici. Polimeri naturali e sintetici: polietilene, teflon, caucciù, poliesteri, nylon.



## Secondo modulo

- Legame dativo e orbitali ibridi. Calcoli stechiometrici di analisi indiretta. Termodinamica chimica: funzioni di stato entalpia, entropia ed energia libera. Calcoli termochimici. Dimostrazione termodinamica della legge di Clapeyron. Distillazione di miscele non ideali (diagrammi azeotropici). Dimostrazione della legge crioscopica. Pressione osmotica: dimostrazione ed applicazioni della legge osmotica. Dimostrazione e applicazioni della legge delle masse ad equilibri omogenei ed eterogenei. Dipendenza della costante dalla temperatura (legge di vant'Hoff). Regola delle fasi e sue applicazioni. Cinetica chimica e catalisi.
- Equilibri multipli in soluzioni di elettroliti: idrolisi salma, soluzioni tampone, calcolo di pH relativi. Curve di titolazione. Prodotto di solubilità e sue applicazioni.
- Potenziali elettrodi: dimostrazione termodinamica della formula di Nernst. Scala dei potenziali elettrodi singoli. Applicazioni alle reazioni di ossidoriduzione. Elettrolisi e sue leggi quantitative. Corrosione del ferro. Alcuni processi chimici di rilevanza industriale.

**Testi consigliati:** Paolo Silvestroni, Fondamenti di Chimica, 10 edizione 1996, MASSON Editoriale Veschi; Paolo Silvestroni, Francesco Rallo, Problemi di Chimica Generale, Nuova edizione 1996 - MASSON

## COMUNICAZIONI ELETTRICHE

**Prof. A. Neri**

- Natura dei principali elementi di un sistema di TLC. Modello ISO-OSI. Connessioni tra sorgenti analogiche attraverso reti numeriche. Connessioni di sorgenti numeriche attraverso reti analogiche. Elementi di teoria dell'informazione: definizioni di entropia di una sorgente, equivocazione, tasso di informazione mutua, capacità di canale. Codificazione di sorgente e codificazione di canale, teoremi di Shannon. Codici lineari a blocco, codici convoluzionali, decodificatore di Viterbi.
- Modulazione di ampiezza (BLD-PI, BLD-PS, BLR, BLU), schemi di ricevitori basati su demodulazione sincrona e di inviluppo e valutazione delle prestazioni in presenza di rumore. Modulazione angolare (di fase e di frequenza) per segnali analogici, spettri di densità di potenza per segnali modulati angolarmente. Demodulazione per segnali modulati di frequenza. Modulazione e demodulazione per segnali di dati. Schemi di modulazione d'ampiezza (ASK, ON-OFF, QAM) ed angolare (PSK, FSK, CPM, MSK) per segnali di dati.
- Rumore termico nei bipoli attivi e passivi e reti 2 porte passive e attive. Fattore di rumore.
- Multiplazione FDM e TDM. Canali di trasmissione: linee di trasmissione, fibre ottiche, collegamenti hertziani. Canali radiomobili. Valutazione di prestazioni per sistemi di trasmissione basati su modulazioni analogiche di ampiezza e di frequenza.
- Architetture di sistemi di comunicazione radiomobili (GSM).

## ▶ CONTROLLI AUTOMATICI

Prof. A. Tornambè

Alcuni semplici sistemi dinamici. Incontrollabilità ed inosservabilità indotte da cancellazioni. Linearizzazione di Lyapunov. Descrizioni interne ed esterne. Parametri di Markov. Forme canoniche di controllore ed osservatore: schemi a blocchi e rappresentazioni analitiche. Controllabilità dello stato: sulla possibilità di assegnare le condizioni iniziali. Osservabilità dello stato iniziale: sulla possibilità di determinare lo stato iniziale. Controllabilità ed osservabilità di sistemi diagonalizzabili. Forme canoniche per sistemi non controllabili e non osservabili. Condizioni di Kalman-Popov di controllabilità ed osservabilità. Controllabilità ed osservabilità modale. Algoritmo modale di assegnazione degli autovalori con retroazione dallo stato per sistemi a più variabili di ingresso. Formula di Ackermann per sistemi a singola variabile di ingresso. Cenni di assegnazione ottima degli autovalori. Osservatori dello stato. Algoritmi duali di assegnazione degli autovalori per la dinamica di errore. Principio di separazione: assegnazione degli autovalori con retroazione dinamica dall'uscita. Principio del modello interno per sistemi a più variabili di ingresso e uscita. Luogo delle radici: regole per il tracciamento qualitativo del luogo. Uso del luogo delle radici per la sintesi di leggi di controllo ad alto guadagno. Sintesi di controllori nel dominio di Laplace. Ben connessione. Fattorizzazioni polinomiali di funzioni di trasferimento. Uso dell'identità polinomiale di Bezout per l'assegnazione dei poli a ciclo chiuso. Stabilità asintotica interna. Fattorizzazioni razionali di funzioni di trasferimento. Identità razionale di Bezout. Parametrizzazione di tutti i controllori che assicurano stabilità asintotica interna per sistemi a singole variabili di ingresso ed uscita. Inseguimento asintotico di traiettorie. Inseguimento pratico di traiettorie. Stabilizzazione robusta rispetto variazioni parametriche non strutturate. Parametrizzazione di tutti i controllori che assicurano stabilità asintotica interna per sistemi a più variabili di ingresso ed uscita.

## ▶ CONTROLLO DIGITALE

Prof. L. Sciavicco

**Introduzione al controllo digitale:** Generalità sul controllo diretto in linea. La discretizzazione nel tempo e la quantizzazione in ampiezza.

**Strumenti matematici per l'analisi dei sistemi a tempo discreto:** La discretizzazione del tempo, equazioni lineari alle differenze, la z-trasformata.

**Campionamento e ricostruzione dei segnali:** Il campionamento impulsivo, spettro del segnale campionato, ricostruttori del segnale, corrispondenza tra il piano complesso s e il piano complesso z.

**Sistemi a tempo discreto:** La funzione di trasferimento discreta. Stabilità dei sistemi a tempo discreto. Laprecisione. Le specifiche di progetto per un sistema di controllo numerico diretto.

**Il progetto dell'algoritmo di controllo:** Metodi di progetto nel dominio della frequenza approssimati ed esatti. Metodi di progetto nel dominio di z con il luogo delle radici e con metodi analitici. La realizzazione di regolatori standard (PID) digitali.

**Realizzazione del controllo digitale:** Strutturazione dell'algoritmo, rappresenta-

zione delle grandezze, filtraggio anti aliasing, scelta del periodo di campionamento. Impiego di personal computer per la realizzazione di sistemi di controllo digitale: schede di acquisizione dati, linguaggi grafici di programmazione orientati al controllo, uso di Labview.

**Architetture di controllo:** Computer integrated manufacturing, Bus per il controllo, reti per il controllo, Fieldbus.

**Il Controllore Logico Programmabile:** Architettura hardware, struttura software, moduli di I/O discreti e analogici, moduli PID, moduli per il collegamento in rete. Logica a contatti; elementi base del linguaggio. Contatori, timer, registri a scorrimento, funzioni speciali. Il GRAFCET; elementi base del linguaggio, regole di costruzione, esempi di utilizzo.

## ► COSTRUZIONE DI MACCHINE

**Prof. G. Di Francesco**

Dimensionamento di organi di macchine mediante metodi di calcolo numerico: metodi agli elementi finiti agli elementi al contorno nell'analisi strutturale e termostrutturale. Individuazione delle caratteristiche elastiche nei materiali sottoposti a trattamenti termo chimico meccanici ed influenza sul calcolo. Problemi dinamici nella costruzione delle macchine. Solidi di rivoluzione; palettatura per turbomacchine calcolo di progetto e verifiche. Trasmissioni meccaniche: richiami. Ruote dentate, dentiera di riferimento e generatrice, spostamento dei cerchi, ricoprimenti. Avarie nelle ruote dentate. Trattamenti termici e chimici. Verifica a flessione, Lewis, e a pressione superficiale, Hertz, per ruote a denti dritti e per ruote a denti elicoidali; progettazione a durata. Ruote dentate coniche, costruzione e calcolo. Vite senza fine-ruota, calcolo e raffreddamento. Sistemi di lubrificazione degli ingranaggi. Raffreddamento riduttori, procedure di calcolo. Coppia ipoide, calcolo, problemi di lubrificazione, cuscinetti, disegno scatola. Ingranaggi epicicloidali. Trasmissioni per cinghie trapezoidali: potenza attuale trasmissione tipo, calcolo. Cinghie dentate. Catene di trasmissione, dimensionamento. Apparecchi di sollevamento. Funi metalliche, materiali, geometria, elasticità e tensioni, scelta delle funi, carrucole, pulegge, tamburi di avvolgimento, bozzelli. Ganci di sollevamento, calcolo della trave curva. Normativa europea ed internazionale per il calcolo degli apparecchi di sollevamento. La costruzione di macchine ed il controllo qualità: strumenti e normative di calcolo, la qualificazione e la certificazione del settore calcolo strutturale.

## ► COSTRUZIONE DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI

**Prof. A. Marchionna**

L'insegnamento, strettamente correlato alle altre discipline di settore, approfondisce le tematiche della progettazione delle principali infrastrutture di trasporto, sia sul piano geometrico che strutturale. Le tematiche trattate riguardano:

1) **La descrizione del corpo stradale e ferroviario nelle sue articolazioni tipiche**



## 2) La progettazione delle intersezioni stradali

- Manovre elementari (punti di conflitto e modalità di soluzione, immissioni, deviazioni e scambi veicolari)
- Incroci a raso (canalizzazioni, triangolo di visibilità, raggi minimi planimetrici, tipologie correnti)
- Svincoli (rampe ed elementi costitutivi, tipologie correnti) e geometria dei cigli.

## 3) La determinazione della geometria d'asse e di piattaforma nelle diverse condizioni di progetto

- L'asse in planimetria (geometria imposta, tracciato clotoidico e polinomiale)
- La clotoide multiparametro (curvature in funzione di  $n$ , contraccollo e velocità di sterzata, sviluppo in serie e tracciamento, calcolo ed inserimento della clotoide di transizione, approssimazioni ammissibili)
- La clotoide di flesso e di continuità. Il profilo stradale e ferroviario, i raccordi altimetrici.

## 4) I requisiti prestazionali delle sovrastrutture

- Il piano di rotolamento (sovrastrutture stradali, armamento ferroviario, pavimentazioni aeroportuali)
- Aderenza longitudinale e trasversale, regolarità superficiale (indicatori globali, profilometrici, ecc.).

## 5) Il calcolo strutturale delle pavimentazioni

- Strategie e criteri di dimensionamento, metodi empirici e teorici
- Qualità dei materiali (gli inerti, i leganti bituminosi e idraulici, le miscele)
- Il collaudo delle sovrastrutture. Pavimentazioni aeroportuali.

### ► COSTRUZIONI IDRAULICHE Prof. G. Calenda

Idrologia: circolazione idrica naturale, precipitazioni, evapotrasformazione, acque sotterranee, acque superficiali. Morfologia dei versanti e dei corsi d'acqua. Caratteri quantitativi e qualitativi della domanda idrica. Opere di captazione, regolazione, trasporto e distribuzione idrica. Raccolta e smaltimento delle acque superflue. Deflussi urbani. Bonifiche. Sistemazione dei corsi d'acqua. Gestione delle risorse idriche.

### ► COSTRUZIONI IN SOTTERRANEO Prof. A. Lembo-Fazio

Tipologie delle opere in sotterraneo nel settore dell'Ingegneria Civile con riferimento alla destinazione d'uso ed alle dimensioni dello scavo (gallerie stradali e ferroviarie, gallerie in aree metropolitane, gallerie idrauliche, caverne per centrali idroelettriche etc.). Metodi di scavo (scavo tradizionale con uso di esplosivo, scavo mec-

canizzato con fresa ad attacco puntuale o a piena sezione etc.). Variazione dello stato di sollecitazione indotta nel terreno dallo scavo di una galleria: metodi analitici (linee caratteristiche), metodi numerici (differenze finite, elementi finiti). Interventi di rinforzo e sostegno delle pareti di scavo: tipologie degli interventi e fasi di messa in opera del sostegno (temporaneo, di prima fase, definitivo). Interazione tra il terreno e la struttura di sostegno: rigidità relativa terreno-struttura, tipo di struttura, distanza tra il fronte di avanzamento e la zona in cui il sostegno viene realizzato. Esercitazioni con utilizzazione di Codici di Calcolo.

## ► COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

Prof. R. Giannini

L'ingegneria sismica è un campo assai vasto in cui confluiscono contributi di discipline diverse: geofisica, sismologia, geotecnica, ingegneria strutturale, il cui fattore comune è la realizzazione di costruzioni in grado di resistere all'azione sismica. Questo corso si propone di fornire le basi conoscitive indispensabili per affrontare una razionale progettazione delle strutture sismo-resistenti, sia attraverso l'esposizione dei principali argomenti della materia, sia sollecitando attività di esercitazione progettuale da parte degli studenti.

### Programma

**Elementi di sismologia.** Natura e genesi dei terremoti. Strumenti di registrazione del moto sismico. Scale di intensità.

**Cenni sulla teoria della probabilità e dei processi stocastici.** Definizioni e assiomi. Probabilità. Variabili aleatorie; distribuzioni, momenti. Processi stocastici. Funzione di autocorrelazione; spettro di potenza. Processi di Markov e di Poisson.

**Rappresentazione e previsione del moto sismico.** Registreazioni "free-field". Spettro di risposta di un accelerogramma; spettro medio. Influenza del sito. Rappresentazione del moto sismico come processo aleatorio; spettro di potenza; rumore bianco filtrato. Relazione tra spettro di potenza e spettro di risposta. Generazione di accelerogrammi artificiali; accelerogrammi spettro-compatibili; generazione sulla base dei meccanismi focali.

**Valutazione della pericolosità sismica.** Informazioni di carattere geotettonico; faglie attive; zonazione. Informazioni di carattere statistico; catalogo dei terremoti storici. Modelli probabilistici della sismicità; modelli poissoniani; legge di Guthemberg-Richter. Propagazione del moto sismico; leggi di attenuazione. Valutazione della pericolosità locale; spettri di sito.

**Principi di progettazione antisismica.** Dinamica dell'oscillatore isteretico; duttilità; spettri anelastici. Sistemi con molti gradi di libertà; fattore di struttura. Progetto secondo una gerarchia delle resistenze ("Capacity Design"). Fondazioni. Interazione suolo struttura.

**Metodi per la valutazione della resistenza.** Analisi dinamica lineare; uso dello spettro di risposta. Analisi statica equivalente. Analisi statica non-lineare ("Push-Over"). Analisi dinamiche non-lineari; accelerogrammi campione.

**Problemi specifici per tipologie strutturali (edifici).** Edifici in cemento armato. Edifici in acciaio. Edifici in muratura.

**Strutture speciali.** Ponti. Serbatoi. Dighe.

**Rischio sismico delle reti territoriali (Life Lines).** Esempi: linee di comunicazione (strade, ferrovie), elettrodotti, acquedotti. Analisi dei sistemi connettivi; fault-tree; minimal cut-set; minimal path-set. Valutazione del rischio. Sistemi capacitivi.

**Metodi per la riduzione del rischio sismico nelle costruzioni.** Sistemi passivi; isolamento e dissipazione; applicazione agli edifici ed ai ponti. Cenni sui sistemi attivi e semi-attivi.

**Il quadro normativo.** La normativa italiana. L'Eurocodice 8.

## DINAMICA DELLE STRUTTURE

Prof. L. Teresi

**Algebra lineare e sistemi lineari.** Autovalori, autovettori. Nozioni elementari di analisi funzionale; autofunzioni.

**Sistema lineare ad un grado di libertà.** Oscillazioni libere e forzate, analisi nel dominio del tempo e nel dominio delle frequenze; isolamento dalle vibrazioni.

**Sistemi lineari a più gradi di libertà.** Oscillazioni libere e forzate, analisi modale.

**Introduzione alla dinamica dei sistemi lineari continui.** Modelli classici della teoria delle strutture.

**Modelli monodimensionali.** Funi e travi. Modelli bidimensionali. Membrane, piastre e gusci. Strutture reticolari. Cenni sulla propagazione di onde nei mezzi elastici.

**Metodi approssimati per i sistemi continui.** Metodo di Rayleigh-Ritz.

**Forma debole del problema dinamico.** Il metodo degli elementi finiti; funzioni di forma. Azione hamiltoniana ed elementi finiti nel tempo. Tecniche computazionali. Integrazione delle equazioni di evoluzione, metodo di Runge-Kutta.

**Introduzione alle tecniche di controllo delle vibrazioni nelle strutture civili.** Problemi di aeroelasticità.

**Elementi di dinamica non lineare.**

## DISEGNO

Prof. A. Del Bufalo

Metodologia per il disegno a mano libera di figure geometriche piane e tridimensionali. Problemi sulla valutazione di solidi semplici e complessi. Cenni storici sull'evoluzione dei metodi di rappresentazione. Metodi geometrici di rappresentazione in relazione a: proiezioni ortogonali; proiezioni assonometriche; prospettiva. Elementi della teoria delle ombre nei metodi di rappresentazione. Concetto di modulo, reticoli piani e tridimensionali, sistemi componibili e loro applicazioni nel campo dell'ingegneria civile. Il disegno industriale. La metodologia di rilievo. Esercitazioni grafiche sulle tecniche di visualizzazione; sulle tecniche di rappresentazione sia a mano libera sia con l'ausilio di strumenti: sui principi di progettazione mediante la com-

ponibilità di elementi modulari. Realizzazione di modelli in scala degli oggetti progettati.

## ► DISEGNO DI MACCHINE

**Prof. A. Del Bufalo**

Il problema della rappresentazione; passaggio dalla forma tridimensionale degli oggetti alla loro rappresentazione piana. Metodi di rappresentazione: proiezioni ortogonali e proiezioni assonometriche. Intersezioni e sviluppi. Norme del disegno tecnico: tipi di linee, sezioni, quote. Collegamenti stabili e collegamenti smontabili. Assi, alberi, perni, supporti, bronzine, cuscinetti volventi. Giunti e innesti. Tubi, flange, valvole. Volani e pulegge. Cinghie, catene, funi. Ingranaggi. Cenni sui materiali da costruzione e sulla loro rappresentazione. Tolleranze di lavorazione. Cenni sulle lavorazioni plastiche e con asportazione di truciolo. Montaggio dei principali organi di macchine, con riferimento al loro impiego. Interpretazioni ed analisi di disegno di meccanismi ed apparecchiature di uso comune nei vari campi dell'ingegneria industriale. Esercitazioni grafiche sulle tecniche di visualizzazione; sulle tecniche di rappresentazione, sia a mano libera sia con l'ausilio di strumenti: sui principi di progettazione mediante la componibilità di elementi modulari. Realizzazione di modelli in scala degli oggetti progettati.

## ► DISPOSITIVI ELETTRONICI

**Prof. G. Conte**

### 1) Dispositivi a barriera metallo-semiconduttore:

- Barriera metallo-vuoto e metallo-semiconduttore.
- Emissione termoionica.
- Effetto Schottky.
- Effetto Frenkel-Poole.
- Diodo Schottky.
- Diodo metallo-isolante-semiconduttore (MIS).
- Diodo metallo-semiconduttore-metallo (MSM).
- Transistore ad effetto di campo metallo-semiconduttore (MESFET).
- Fotodiodi Schottky e MSM.
- Fotoemissione.
- Rivelatori a fotoemissione esterna ed interna.

### 2) Dispositivi ad eterogiunzione:

- Eterogiunzioni isotipo e anisotipo.
- Transistore bipolare ad eterogiunzione (HBT).
- Transistori ad effetto di campo ad eterogiunzione: HFET, HEMT, MODFET.
- Diodo fotoemettitore (LED) ad eterogiunzione.
- Celle solari ad eterogiunzione.
- Fototransistori ad eterogiunzione.





### 3) Dispositivi a barriera ultrasottile:

- Effetto tunnel.
- Effetto Fowler-Nordheim.
- Effetto Zener.
- Contatti ohmici.
- Diodo metallo-isolante-metallo (MIM).
- Diodo tunnel.
- Resistenza negativa.
- Amplificatore ad effetto tunnel con trasferimento di elettroni caldi (THETA).
- Effetto tunnel risonante.
- Dispositivi ad effetto tunnel risonante.
- Altri dispositivi quantici.



## ECONOMIA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

**Prof. F. Pistella**

### Introduzione

- Elementi di analisi economica nell'economia di mercato: La natura della microeconomia. Domanda ed offerta. I gusti e le preferenze del consumatore. Il comportamento del consumatore e la domanda individuale. La domanda del mercato.
- Il sistema impresa: La sua tecnologia, la sua presenza nel mercato.
- L'impresa. Tecnologia e fattori produttivi. Le funzioni di produzione e la funzione dei costi. Combinazione ottimale dei fattori.
- Modelli alternativi di comportamento dell'impresa e dei suoi attori.
- L'impresa come sistema. I processi di decisione, attuazione e controllo.
- L'impresa nel mercato: andamenti tipici della domanda; il sistema integrato domanda offerta; prezzi in regime di concorrenza perfetta e imperfeta.
- Pianificazione e gestione dei sistemi di produzione: il ciclo di vita di un sistema produttivo; i sistemi e le tecniche di programmazione e controllo della produzione.
- L'organizzazione e la gestione dell'impresa.
- La progettazione della struttura organizzativa dell'impresa.
- Gli strumenti per il controllo della gestione aziendale.
- La contabilità generale. I bilanci.
- Valutazione e realizzazione dei progetti di investimento.
- I regimi finanziari e i loro tassi d'interesse. Criteri di scelta degli investimenti. Il saggio di rendimento interno e il valore attuale netto. Il punto di vista della banca nella concessione di finanziamenti con schema di finanza di progetto. Esempi di operazioni di finanza di progetto.
- Equilibrio economico generale. Elementi di macro-economia. L'intervento pubblico.
- Equilibrio economico generale e allocazione delle risorse. Economia del benessere. Beni Pubblici, economie e diseconomie esterne. Cenni ai modelli macro economici e ai problemi di politica economica.
- La competizione globale tra imprese e tra sistemi paese.
- Il sistema competitivo internazionale. I principi della competizione nell'Unione Eu-

ropea. WTO e regolazione del commercio mondiale. Gli altri strumenti della competizione (normative tecniche e standard), il peso delle infrastrutture, la dimensione internazionale delle politiche industriali.

▶ **ELABORAZIONE DI SEGNALI ED INFORMAZIONI DI MISURA**  
**Prof. M. Caciotta**

**Sensori:** possibili classificazioni.

**Sensori classificati secondo il campo di applicazione:** cinematici, dinamici, chimici, termodinamici, magnetici, elettrici, di intensità di flusso.

**Sensori classificati secondo il principio fisico:** a fibre ottiche.

**Sensori classificati secondo la famiglia tecnologica:** a fim spesso, al silicio.

**Rumore:** ad accoppiamento conduttivo, elettrico, magnetico; EMI; misure di rumore; accorgimenti di collegamento.

**Elementi preliminari allo studio della strumentazione. Classificazione dei segnali:** operazioni sui segnali; teoria della strumentazione.

**Classificazione della strumentazione:** analogica; digitale.

**Operazioni sui segnali:** collezione; preparazione; qualificazione; analisi dei singoli records; analisi dei records multipli.

**Generalità sulle board digitali. Analizzatori di stato:** hardware; modi di funzionamento; memoria; trigger; visualizzazione; generatori di carattere.

**Analizzatori di protocollo:** generalità. BUS IEEE 488. BUS VXI.

**Automatic Test Equipment:** generalità; gerarchia di intervento nel sistema "in-circuit"; struttura di interfaccia MTS; letto di chiodi; struttura meccanica dei chiodi; pilotaggio dei pin; logica di progetto sui pin; bare-board tester; manufacturing defects; component tester; in-circuit component tester; functional tester; digital methods per la logica; testing della memoria; boundary scan.

**Analizzatori di spettro:** generalità; applicazioni.

**Trasformate:** generalità e classificazione; Fourier; Walsh; Hadamart; slant; Har; Karounen-Loeve; Gabor; Wavelet.

**Calcolo neurale:** generalità sulle reti neurali; elementi applicativi di calcolo neurale.

**Cepstrum:** complesso; di potenza; estensione del concetto di sovrapposizione degli effetti; applicazioni.

**Teoria della stima:** limite di Rao-Cremer; principio di massima verosimiglianza; esempi applicativi.

▶ **ELABORAZIONE ELETTRONICA DI SEGNALI E IMMAGINI**  
**Prof. C. Palma**

1) Analisi dei sistemi di elaborazione elettronica di segnali e immagini  
Architettura, componenti e valutazioni quantitative di un sistema di elaborazione delle immagini. Rivelazione di immagini. Sistemi di rivelatori CCD. Caratterizzazione elettronica e ottica dei rivelatori CCD. Acquisizione e formazione dell'immagine, campionamento e digitalizzazione. Analisi quantitativa delle caratteristiche dei si-



stemi di acquisizione delle immagini. Formati grafici. Percezione delle immagini. Immagini fotografiche. Proprietà del processo e delle immagini fotografiche. Luminanza, brillantezza, contrasto. Caratteristiche del sistema visivo. Visibilità. Modelli di visione. Rappresentazione del colore.

## 2) Elementi di elaborazione digitali

**Descrizione analitica dei sistemi bidimensionali.** Sistemi lineari e invarianza per traslazioni. Trasformate bidimensionali ortogonali e unitarie. OTF e MTF.

**Miglioramento delle immagini.** Operazioni puntuali. Istogrammi. LUT. Operazioni spaziali. Operazioni con trasformate.

**Metodi di analisi delle immagini.** Metodi di filtraggio delle immagini. Operatori di media e di contorno. Rivelazione dei bordi, estrazione dei contorni. Rappresentazione dei contorni e delle regioni. Struttura. Forma. Parametri di forma. Tessitura. Scale. Sottrazione, accoppiamento e segmentazione delle immagini. Operatori morfologici. Metodi di classificazione delle immagini. Clusters.

## 3) Elaborazione tramite sistemi e circuiti fotonici

Principali componenti e circuiti fotonici. Sorgenti luminose integrate. Arrays di lasers. Modi e supermodi. Rivelatori fotonici. Amplificatori ottici a semiconduttore e a fibra ottica drogata. Impiego degli amplificatori ottici nei sistemi di comunicazione a fibra. Modulatori. Multiplexers. Couplers. Switches. Analizzatori di spettro. Convolutori e correlatori. Sistemi di elaborazione e trasmissione fotonica dell'informazione.



## ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI

**Prof. G. Giunta**

- Segnali a tempo discreto e spazio discreto. Sequenze. Trasformazioni di sequenze. Stabilità, linearità, causalità, invarianza alla traslazione. Rappresentazioni nel dominio della frequenza. Trasformata continua di Fourier. Esempi. Sequenze rettangolari e triangolari. Filtri numerici derivatore e di Hilbert. Sequenze analitiche.
- Equazioni lineari alle differenze. Soluzioni stabili, instabili, causali, anticausali. Esempi di sistemi del primo ordine. Trasformata Z. Proprietà. Trasformate notevoli. Relazione tra trasformata Z e trasformata di Fourier. Esempi di calcolo. Decomposizione in fratti semplici. Schema parallelo di elaborazione. Antitrasformazione di rapporti di polinomi in z. Equazioni alle differenze. Risposta impulsiva. Antitrasformazione di sequenze di autocorrelazione. Risposta in frequenza (ampiezza e fase) di funzioni razionali. Filtri passa-tutto. Filtri ritardatori (ritardo non intero). Filtri a fase lineare. Filtri a fase minima e massima. Esempi di trasformazione da fase qualunque a fase minima. Grafi di sistemi lineari.
- Campionamento e ricostruzione. Caratteristiche di dispositivi reali. Espansione ed interpolazione di sequenze. Spettro di sequenze espansive ed interpolate. Filtri interpolatori. Decimazione di sequenze. Spettri di sequenze decimate. Esempi. Cambiamento del passo di campionamento. Esempi di applicazione: conversione del frame rate di sequenze di immagini.
- Progetto di filtri IIR. Metodo dell'invarianza all'impulso. Metodo della trasforma-

zione bilineare. Esempi: filtri di Butterworth. Progetto di filtri FIR. Metodo delle finestre. Esempi. Progetto di filtri passa-basso a fase lineare. Filtri a media mobile. Effetto di filtraggi passa-basso (o passa-alto) a fase zero su segnali e immagini.

- Prestazioni di uno stimatore. Stima della correlazione. Calcolo di autocorrelazione e crosscorrelazione di sequenze che transitano in sistemi lineari. Progetto di filtri FIR con il metodo dei minimi quadrati. Soluzione deterministica e statistica. Esempi: progettazione di un filtro ottimo ai minimi quadrati in un sistema di comunicazioni. Esempi di applicazione: correlazione parallela ed array processing per rivelazione e stima di segnale.

- Trasformata discreta di Fourier (DFT). Sviluppo di sequenze su basi ortogonali ed ortonormali. Teorema del campionamento della trasformata Z e del campionamento in frequenza. Interpolazione ideale di campioni DFT. Convoluzione circolare. Filtraggio mediante DFT: metodo di sovrapposizione e somma e metodo di sovrapposizione ed estrazione. Calcolo della DFT. Algoritmo di Goertzel. Trasformata veloce di Fourier (FFT). Complessità computazionale.

- Analisi spettrale. Periodogramma. Prestazioni del periodogramma. Tecnica del periodogramma mediato. Serie a media mobile (MA). Serie autoregressive (AR). Modello AR e stima spettrale AR. Predizione lineare. Predittore lineare ottimo ai minimi quadrati. Soluzione delle equazioni di Yule-Walker e recursione di Levinson-Durbin. Struttura a traliccio del modello AR. Esempi di applicazione: metodi predittivi per la codificazione di segnali e immagini. Predittori lineari a breve e lungo termine nei codificatori GSM per telefonia mobile.

- Effetti di quantizzazione. Quantizzazione di conversione analogico/digitale. Quantizzazione dei parametri. Quantizzazione del risultato di operazioni. Scelta della dinamica in sistemi FIR e IIR in virgola fissa. Quantizzazione in dispositivi DFT e FFT.

## ▶ ELEMENTI COSTRUTTIVI DELLE MACCHINE

**Prof. S. Marini**

Criteri e metodologie per la progettazione meccanica. Materiali utilizzati per la realizzazione degli elementi costruttivi delle macchine: caratteristiche meccaniche e tecnologiche, prove statiche, prove dinamiche, prove di fatica, trattamenti meccanici, termici e termochimici, materiali metallici ferrosi e non ferrosi, materiali non metallici. Dimensionamento a resistenza di elementi sottoposti a sollecitazioni statiche: stato di tensione e stato di deformazione attorno ad un punto, cerchi di Mohr, tensione ideale, teorie di rottura.

La sollecitazione di fatica: fattori che influenzano la fatica, rappresentazione dei risultati delle prove di fatica, il fenomeno del cumulo di fatica. Dimensionamento di elementi sottoposti a sollecitazioni di fatica: criteri e metodologie di dimensionamento, assi, alberi ad asse rettilineo, alberi a gomito, azione esercitata dagli organi calettati e dai vincoli. Dimensionamento a deformazione: deformazioni flessionali e torsionali, velocità critiche, metodi per il calcolo delle velocità critiche flessionali. Fenomeni vibratorii e sistemi di equilibratura. Verifica di elementi costruttivi sottoposti a sollecitazioni particolari: instabilità, pressione superficiale, urto.

Criteri per il dimensionamento e la scelta di elementi costruttivi di largo impiego:

cuscinetti volventi, cuscinetti a strisciamento, molle di flessione, molle di torsione, collegamenti filettati, collegamenti chiodati, collegamenti saldati, chiavette, linguette, profili scanalati, profili dentati, giunti, accoppiamenti forzati.

## ELETRONICA (Prof. da definire)

Generalità sui segnali e sulla elaborazione mediante reti elettriche. Elementi di fisica e di tecnologia dei semiconduttori. I principali dispositivi a semiconduttori: diodi, zener, transistori, diodi led, fotodiodi, fototransistori. Il sistema elettronico: una possibile procedura di progetto. L'interfaccia d'ingresso (sensori, condizionatori, disturbi), interfaccia di uscita. Problema della scelta tra elaborazione analogica e digitale. Sistemi analogici. Vari tipi di connessione dei transistori (emettitore comune, collettore comune, base comune). Circuito equivalente del transistor per piccoli segnali. Polarizzazione di un transistor. Amplificatore per piccoli segnali. Comportamento dei vari tipi di connessione. Transistor Darlington. Amplificatori a più stadi. Vari tipi di accoppiamento negli amplificatori a più stadi. Banda passante. L'alimentatore stabilizzato (serie e commutazione). Progetto di alimentatore stabilizzato a transistor ed a circuiti integrati. Problemi relativi alla dissipazione di potenza nei componenti attivi e relativo calcolo dei dissipatori. Analisi del circuito di un amplificatore differenziale a transistor. Amplificatori operazionali. Vari tipi di connessione di operazionali: invertente, non invertente, comparatore con e senza isteresi, derivatore, integratore, oscillatore astabile. Il problema della stabilità e della compensazione. Compensazione a polo dominante. Oscillatori (principio di funzionamento). Oscillatori a ponte di Wien, a sfasamento, Hartley, Colpitts, a quarzo. Generatori di onde rettangolari e ad impulsi. Carichi attivi. Stadi di uscita. Amplificatori in classe A, B, C. Slew rate. Problemi relativi alla conversione A/D e D/A. Teorema del campionamento. Convertitori D/A a resistenze pesate, a R-2R. Convertitori A/D ad approssimazioni successive, flash, a doppia rampa. Circuiti digitali. Considerazioni generali: livelli logici e tempi di propagazione. Immunità e margine di rumore. Famiglie logiche TTL, ECL, CMOS. Considerazioni sui CMOS veloci. Circuiti logici base (and, or, nor, nand, or-esclusive, nor-exclusive etc.). Flip-flop (RS, JK, D, T, master-salve). Reti combinatorie. Circuiti latch, multiplexer, demultiplexer, registri a scorrimento: serie input - serie output, serie input-parallel output, paralleli input-serie output, parallel input - parallel output, universale. Half-adder, full-adder. Contatori up-down binari e decimali. Contatori modulo N, contatori ad anello Memorie RAM statiche e dinamiche, EPROM.

## ELETRONICA I Prof. M. Pappalardo

Primo modulo

- Descrizione del funzionamento del diodo pn, e sua caratteristica, Circuiti a diodi.
- Descrizione del funzionamento del BJT-Circuito equivalente in regione attiva in

continua ed in alternata – Caratteristiche di uscita, Retta di carico, Caratteristica di trasferimento, Reti di polarizzazione.

- Descrizione del Funzionamento del MOS – Caratteristiche di uscita, Circuito equivalente. Reti di polarizzazione.
- Configurazioni ad emittitore comune (EC), base comune (BC) collettore comune (CC), degenerazione di emittitore.
- Stadi accoppiati ingresso uscita EC/EC, EC/CC, EC/BC CC/EC
- Coppia differenziale analisi in continua e differenziale
- Il BJT ed il MOS connessi a diodo come carichi attivi, Caratteristica di trasferimento ed analisi differenziale. Il BJT ed il MOS complementari come carichi attivi, Caratteristica di trasferimento ed analisi differenziale, Specchio di corrente.
- La controeazione, schemi ideali, valutazione del guadagno e dell'impedenza negli schemi ideali.
- Amplificatore operazionale ideali invertente, non invertente differenziale, Applicazioni.

## Secondo modulo

- Cenni di Fisica dei semiconduttori.
- Analisi della giunzione pn in equilibrio, Modello del diodo pn.
- Modello di Ebers – Moll, Principio di reciprocità, Regioni di funzionamento del BJT, Effetto Early.
- Modello per i piccoli segnali del BJT.
- Condensatore MOS, Modello del MOS, Effetto substrato, Controllo della tensione di soglia Modello per i piccoli segnali, Modellazione dell'effetto substrato.
- Effetto del substrato nella tecnologia N MOS.
- Teoria dell'amplificatore differenziale.
- Schemi non ideali di controeazione, Analisi di circuiti controeazionati.
- Analisi dell'amplificatore operazionale non ideale.
- Esempi di architetture di amplificatori operazionali.

## ELETTRONICA II

**Prof. P. Di Rosa**

### Primo modulo

Generalità sui segnali e sulle reti elettriche. Richiami sulla polarizzazione. Amplificatore EC,CC, analisi analitica. Potenza. Capacità di bypass e di accoppiamento. Modello per piccoli segnali; a parametri "h", a p-ibrido. Transistor interruttore. Risposta in frequenza degli amplificatori. Calcolo della banda passante. Metodo delle costanti di tempo. Approssimazione a polo dominante. Distorsione. Risposta complessiva e al gradino. Effetto Miller. Amplificatori multistadio. Accoppiamento fra stadi. Cascode. Progetto di amplificatore. Stadi di uscita a collettore comune ed a emittitore comune. Amplificatori di potenza. Classi di funzionamento. Rendimento. Amplificatori operazionali con schematizzazione del circuito interno (mA



741). Circuiti applicativi con amplificatori operazionali con valori numerici (invertente, non invertente, comparatori con e senza isteresi, derivatori, integratori, circuiti finestra, inseguitore di tensione).

#### Secondo modulo

Alimentatori stabilizzati con elementi zener, con transistor a catena aperta ed a catena chiusa. Progetto di un alimentatore stabilizzato con valori numerici. Alimentatore a commutazione. Problema relativo ai dissipatori e relativo calcolo. Protezione del circuito di alimentazione contro i corto-circuiti. Oscillatori. Oscillatore a mezzo ponte di Wien. Oscillatore a ponte di Wien. Oscillatore a sfasamento. Oscillatore a tre punti. Oscillatore di Colpitts e di Hartley. Convertitori A/D e D/A. Convertitore a resistori pesati. Convertitore R-2R. Convertitore a comparatori. Convertitore ad approssimazioni successive. Convertitore a doppia rampa. Filtri attivi. Approssimazione di Chebychev e Butterworth (passa basso, passa alto, passa banda) realizzazione con elementi numerici.

#### ► ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI Prof. P. Di Rosa

Circuiti digitali. Considerazioni generali: livelli logici e tempi di propagazione. Immunità e margine di rumore. Linee di trasmissione. Famiglie logiche RTL, DTL, TTL, ECL, CMOS. Considerazioni sui CMOS veloci. Circuiti logici base (and, or, nor, nand, or-exclusive, nor-exclusive, etc.). Flip-flop (RS, JK, D, T, Master-slave). Reti combinatorie. Circuiti latch, multiplexer, demultiplexer, encoder, decoder, encoder a priorità, registri a scorrimento: serie input-serie output, serie input-parallel output, parallel input-serie output, parallel input-parallel output, universale. Half-adder, full-adder, circuiti aritmetici veloci. Contatori binari, contatori decimali, contatori up-down binari e decimali. Contatore modulo N, contatori ad anello, contatori Johnson. Circuiti sequenziali con clock. Diagrammi di stato, equazioni di stato. Riduzione degli stati. Tabelle di eccitazioni dei flip-flop. Procedura di progetto. Progetto di contatori. Macchine a stati: Considerazioni temporali, esempi di progetto, data processor: Implementazione di controllo. Progetti con multiplexer, esempi di progetto. Controllo con PLA. Esempi di macchine a stati e loro sintesi. Generatori di sequenze. Memorie ROM, RAM statiche e dinamiche, EPROM, EEPROM.

#### ► ELETTRONICA DELLO STATO SOLIDO Prof. F. P. Califano

Proprietà generali dei semiconduttori. Richiami di meccanica quantistica. Strutture a bande dei più importanti materiali semiconduttori. Semiconduttori intrinseci e drogati. Mobilità, conducibilità, diffusione. Generazione e ricombinazione dei portatori. Proprietà ottiche. Equazioni fondamentali del funzionamento dei dispositivi a semiconduttori. Tecnologie dei semiconduttori. Resistori integrati. Contatti me-

tallo-semiconduttori. Diodi Schottky. Diodi a giunzione. Teoria delle giunzioni P-N. Transistori effetto di campo a giunzione. Immagazzinamento di carica e fenomeni transistori nei diodi. Diodi integrati. Transistore bipolare. Modelli per grandi e piccoli segnali. Transistore NPN e PNP integrati. Proprietà del sistema ossido-silicio. Condensatori MOS e dispositivi CCD. Transistor a effetto di campo con porta isolata, IGFET, SCR e celle solari.

## ► ELETTRONICA INDUSTRIALE DI POTENZA

**Prof. A. Di Napoli**

Dispositivi di potenza a semiconduttore: richiami del processo di conduzione nei semiconduttori, diodi, tiristori, transistori bipolari e ad effetto di campo, Gate Turn-off thyristors, Insulated Gate Bipolar Transistors, cenni sui nuovi componenti. Circuiti di commutazione, di innesco e di snubber nell'utilizzazione dei diversi componenti. Circuiti raddrizzatori a diodi e circuiti raddrizzatori semicontrollati, controllati, e bidirezionali. Convertitori c.c./c.c.: funziollamento dei choppers, buck converters e boost converters. Convertitori c.c./c.a.: inverters a tensione impressa, a corrente impressa, a sfasamento e PWM (tecniche di modulazione: sinusoidale, ad eliminazione di armoniche con controllo adattativo di corrente). Inverters a risonanza: classificazione e principio di funzionamento. Convertitori c.a./c.a.: regolatori e cicloconvertitori. Trasformatori per convertitori statici. Criteri generali di progettazione dei convertitori, scelta delle capacità e delle induttanze, valutazione delle perdite e scelta dei dissipatori. Problemi legati alle armoniche ed alle interferenze elettromagnetiche. Cenni sulle applicazioni dei convertitori: azionamenti in c.c ed in c.a., UPS, regolatori statici VAR, impianti eolici e fotovoltaici.

## ► ELETTRONICA QUANTISTICA

**Prof. F. Gori**

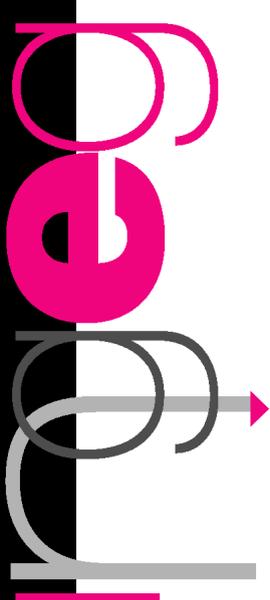
Fenomeni di diffrazione in ottica. Problema di interazione e di propagazione. Lo sviluppo in onde piane. Il propagatore diretto. Principio di Babinet. Reticolo sinusoidale. Reticoli. Lastra a zone di Fresnel. Principi di olografia. Fasci non diffrangenti. Coniugazione di fase.

Approssimazioni di Fresnel e di Fraunhofer. Diffrazione da fenditura rettangolare, da foro circolare, da disco opaco. Equazione d'onda parassiale. Fasci gaussiani. Collimazione e focalizzazione di fasci gaussiani. Proprietà di trasformazione alla Fourier delle lenti. Elaboratori ottici. Esempi di filtraggio spaziale. Cavità ottiche a specchi sferici. Modi trasversi e assiali. Schema di risonatore laser.

Il fenomeno degli speckle. Descrizione probabilistica del campo diffuso. Densità di probabilità per il campo e per l'intensità. Le funzioni di correlazione del campo diffuso. Misura delle funzioni di correlazione.

Introduzione alla meccanica quantistica. Cenni storici. Radiazione di corpo nero. Formula di Planck. L'interpretazione di Einstein dell'effetto fotoelettrico. Spettri atomici. Formula di Balmer. Il modello atomico di Bohr. Equazione di Schroedinger per





la particella libera. Equazione di Schroedinger in presenza di forze. Buca di potenziale. Barriera di potenziale. Effetto tunnel. Modello per gli elettroni in un cristallo. Le bande di energia. Conduttori, semiconduttori, isolanti. Quantizzazione dell'oscillatore armonico. Quantizzazione del campo elettromagnetico. Interazione atomo-campo. Applicazione al laser.

## ELETTROTECNICA

**Prof. P. Del Vecchio**

Teoria dei circuiti e suoi limiti. Grandezze elettriche su un multipolo e leggi di Kirchhoff. Bipolielettrici. Multipoli e multiporta. Problema fondamentale della teoria delle reti. Teorema di Tellegen. Reti resistive: Circuiti elementari. Metodi particolari per il calcolo di reti: Metodo dei Nodi, Metodo delle Maglie, trasformazioni stella triangolo, sovrapposizione degli effetti. Metodi di calcolo di reticon più di un generatore. Applicazioni del principio di sostituzione. Multipoli resistivi. Generatori pilotati. Teoremi di Thevenin e di Norton Reti in regime sinusoidale: Proprietà delle funzioni sinusoidali. Fasore associato ad una funzione sinusoidale. Operazione con le funzioni sinusoidali. Calcolo della risposta sinusoidale nel regime permanente. Analisi a regime con il metodo simbolico. Funzioni di rete. Potenza istantanea. Potenza media. Potenza apparente complessa. Teorema di Boucherot. Rifasamento di carico monofase. Teorema del massimo trasferimento di potenza. Induttanza mutua. Circuiti mutuamente accoppiati in regime sinusoidale. Sistemi trifasi. Reti lineari dinamiche, metodo delle trasformate di Laplace: Leggi di Kirchhoff nel dominio delle trasformate di Laplace. Relazioni costitutive nel dominio delle trasformate di Laplace. Impedenza ed ammettenza di un bipolo lineare. Calcolo simbolico con le trasformate di Laplace. Reti una-porta. Reti due-porte. Macchine elettriche, caratteristiche di impiego: Circuiti magnetici. Ciclo di isteresi. Calcolo delle perdite nei nuclei ferromagnetici. Trasformatore. Campo magnetico rotante. Macchine asincrone, sincrone e in corrente continua.

## ELETTROTECNICA (C.d.S. Ing. Civile)

**Prof. A. Salvini**

Il corso di Elettrotecnica è suddiviso in due moduli: il primo è comune sia agli allievi del corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile. Il secondo modulo è destinato ai soli allievi del corso di laurea.

### Primo modulo

Richiami di elettromagnetismo. Regime stazionario. Leggi costitutive dei bipoli elettrici attivi e passivi. Convenzioni dei generatori e degli utilizzatori. Principi di Kirchhoff. Potenza elettrica. Teoremi di Thevenin e Norton. Regime permanente sinusoidale monofase e trifase. Metodo simbolico. Definizione dei sistemi trifase. Po-

tenza elettrica monofase e trifase. Misura della potenza nei sistemi trifase. Il trasformatore di potenza. Reti magnetiche. Perdite nel ferro. Trasformatore monofase e trifase ideale e reale. Prova a vuoto e prova in corto circuito. Dati di targa. Modelli circuitali. Caduta di tensione da vuoto a carico. Caratteristiche costruttive, nuclei a tre e a cinque colonne. Gruppi di collegamento. Parallelo tra trasformatori. Autotrasformatore. Trasformatori di misura. TA e TV. Impianti e sicurezza. Cenni sulla produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Linee aeree e in cavo. Caduta di tensione percentuale. Rifasamento. Problema termico. Portate. Sovraccarico e cortocircuito. Protezioni. relè termico e relè magnetico. Energia specifica passante. Fusibili. Interruttori: arco elettrico, potere di interruzione, potere di chiusura, curve tempo-corrente. Coordinamento delle protezioni. Pericolosità della corrente ed effetti nel corpo umano. Impianti di terra, sistemi di distribuzione TT, TN-C, TN-S, IT. Interruttore differenziale. Resistenza di terra e sua misura. Cenni sulla normativa. Sistemi a doppio isolamento.

## Secondo modulo

Note sul regime transitorio e sulla trasformata di Laplace. Il campo magnetico rotante. Macchina sincrona trifase. Cenni costruttivi. Circuito equivalente. Diagramma di coppia in funzione dello scorrimento e del numero di giri. Problemi all'avviamento e provvedimenti. Stabilità. Problemi nell'uso della macchina asincrona come generatore. Frenatura elettrica. Motore asincrono monofase. Macchina sincrona. Cenni costruttivi. Circuiti equivalenti. Coppia e regolazione dell'eccitazione. Compensatore sincrono. Macchina in corrente continua. Principio di funzionamento. Eccitazione in serie, in derivazione, caratteristiche meccaniche ed elettromeccaniche. Frenatura con recupero. Conversione statica. Raddrizzatori e invertitori. Schemi a ponte. Complementi di impianti. Inquinamento armonico. Serie di Fourier. Potenza deformante. Effetti sulle macchine, e sugli impianti, dell'inquinamento armonico e provvedimenti per la sua riduzione. Filtri. Fondamenti sulle tecniche di progettazione degli impianti di MT e BT. Cabina di trasformazione. Dimensionamento delle linee. Scelta del tipo di sistema di distribuzione. Criteri di scelta delle protezioni contro sovracorrenti e sovratensioni. Selettività e continuità di servizio.

## EQUAZIONI DIFFERENZIALI

Prof. P. Natalini

**Equazioni differenziali del prim'ordine:** Equazioni lineari; Equazioni non lineari; Equazioni a variabili separabili; equazioni esatte; Fattore integrante; Applicazioni.

**Equazioni differenziali del second'ordine:** Soluzioni fondamentali dell'equazione omogenea; Dipendenza e indipendenza lineare; Riduzione dell'ordine; Equazioni omogenee con coefficienti costanti (richiami); Metodo dei coefficienti indeterminati; Metodo della variazione dei parametri.

**Soluzione per serie delle equazioni differenziali del second'ordine:** Punti ordinari; Punti singolari; Equazione di Eulero; Equazione di Bessel.

**Equazioni di ordine superiore:** La Trasformata di Laplace. Uso della trasformata



di Laplace nella soluzione di equazioni differenziali; Integrale di convoluzione.  
**Problemi di varia natura la cui soluzione richiede la risoluzione di equazioni differenziali.**

**Sistema di equazioni differenziali del prim'ordine.**

**Metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali:** Metodo di Runge e Kutta. Metodo della tangente; Altri metodi.

**Equazioni non lineari:** Problemi di stabilità.

**Equazioni differenziali alle derivate parziali:** Conduzione del calore; Teorema di Fourier; Equazione delle onde; Equazione di Laplace.

**Teoria di Sturm Liouville.**

## FISICA DELLO STATO SOLIDO

**Prof. R. Marcon**

**Richiami di meccanica quantistica** (stati simmetrici e antisimmetrici, bosoni e fermioni, particella in una scatola 3D, densità degli stati). **Elementi di meccanica statistica** (l'equilibrio termodinamico secondo Boltzmann, macrostati e microstati, distribuzioni di Boltzmann, Fermi-Dirac, Bose-Einstein; concentrazione quantica, sistemi degeneri; parametri cinetici, equazione del trasporto, tempo di rilassamento). **Solidi cristallini** (struttura cristallografica, reticoli di Bravais, indici di Miller, reticolo reciproco; tecniche diffrattive di misura). **Dinamica reticolare** (vibrazioni reticolari, branche acustiche e ottiche, fononi). **Proprietà fisiche reticolari** (spettro fononico, capacità termica dei solidi-modello di Debye, cenni sulla resistività termica; tecniche di misura). **Il modello one-electron** (bande di energia, zone di Brillouin; densità degli stati). **Dinamica degli elettroni nelle bande** (moto degli elettroni in banda, massa efficace, elettroni e lacune, effetto Hall). **Proprietà elettroniche dei metalli** (capacità termica, paramagnetismo di Pauli, emissione termica, effetto Schottky, emissione di campo, tensione di contatto, conducibilità elettrica; tecniche di misura). **Proprietà elettroniche dei semi-conduttori** (struttura delle bande dei semiconduttori più comuni, semiconduttori intrinseci e drogati, densità dei portatori di carica e conducibilità in funzione della temperatura; tecniche di misura).

## FISICA GENERALE I (CdS Ing. Civile)

**Prof. G. Guattari**

Metodo scientifico. Grandezze fisiche e loro misura. Sistemi di unità di misura. Dimensioni fisiche. Errori di misura.

Cinematica del punto materiale. Equazione oraria. Velocità. Accelerazione. Moto circolare uniforme. Moto armonico.

Dinamica del punto materiale. Principi della dinamica: sistemi di riferimento inerziali, massa e forza, azione e reazione. Quantità di moto. Impulso. Esempi di forze. Forze conservative. Energia potenziale. Energia cinetica. Lavoro. Teorema delle forze vive. Forza gravitazionale.

Moti relativi

Meccanica dei sistemi. Centro di massa. Corpi rigidi. Momenti di inerzia. Corpo rigido girevole attorno ad asse fisso.

Fluidi pesanti: legge di Stevino e applicazioni.

Gas perfetti. Calore e temperatura. Energia interna. Principi della termodinamica. Proprietà elastiche della materia. Onde elastiche.

## FISICA GENERALE II (CdS Ing. Civile)

**Prof. G. Guattari**

La carica elettrica e l'interazione elettrica (legge di Coulomb, principio di sovrapposizione). Il campo elettrostatico nel vuoto (proprietà integrali e locali del campo, potenziale). I conduttori in elettrostatica (induzione elettrostatica, condensatori e capacità, energia del campo). La corrente elettrica e i circuiti in corrente continua (campo elettromotore e f.e.m., leggi di Ohm e di Joule, equazioni di Kirchhoff). Il campo magnetostatico nel vuoto (forza di Lorentz, proprietà integrali e locali del campo, il potenziale vettore, forza di Laplace, coefficienti di induzione, energia del campo). I campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (legge dell'induzione elettromagnetica, legge di Ampère-Maxwell). Condizioni quasi-stazionarie per il campo elettromagnetico. Circuiti a costanti concentrate in condizioni quasi-stazionarie (transitori in RC, RL, RLC, risonanza, circuiti in alternata, potenza). Le equazioni di Maxwell nel vuoto. Campo elettromagnetico e materia: effetti del campo elettrico (dipoli elettrici e polarizzazione, sostanze apolari e polari; il vettore D); effetti del campo magnetico (dipoli magnetici e magnetizzazione, dia-, para-, ferro-magnetismo; il vettore H). Equazioni di Maxwell con la materia, condizioni al contorno. Onde e fenomeni ondulatori (interferenza, diffrazione, polarizzazione, rifrazione) Ottica geometrica (lente sottile, obiettivi, oculari, microscopio, cannocchiale).

## FISICA GENERALE I - 1° modulo (CdS Ing. Elettronica)

**Prof. M. Santarsiero**

**Fisica e Misura:** Campioni di lunghezza, massa, tempo. Analisi dimensionale. Conversione delle unità di misura.

**Cinematica del punto:** Posizione, velocità e accelerazione nel moto unidimensionale. Moto unidimensionale con accelerazione costante. Equazioni cinematiche. Posizione, velocità e accelerazione nel moto bidimensionale. Esempi di moto bidimensionale. Accelerazione radiale e tangenziale nel moto curvilineo.

**Dinamica del punto materiale:** Il concetto di forza. Prima legge di Newton e sistemi inerziali. Seconda legge di Newton e massa inerziale. Terza legge di Newton. Le forze fondamentali della natura. Forza di attrazione gravitazionale e forza peso. Condizioni di equilibrio statico. Tensione dei fili e reazioni vincolari. Forze di attrito radente statico e dinamico. Moto circolare uniforme e non uniforme. Lavoro ed energia cinetica: Definizione di lavoro nel caso unidimensionale. Lavoro ed energia cinetica. Estensione al caso di moto bidimensionale. Integrali di linea. Potenza.



**Forze conservative ed energia potenziale:** Forze conservative e forze non conservative. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Il caso della forza peso e delle forze elastiche. Il teorema. Dell'energia cinetica in presenza di forze non conservative. Relazione tra forze conservative ed energia potenziale. Energia potenziale e stabilità dell'equilibrio. Conservazione dell'energia.

**Moti oscillatori:** Moto armonico semplice. Massa attaccata ad una molla. Energia dell'oscillatore armonico. Il pendolo semplice. Moto circolare uniforme e moto armonico. Piccole oscillazioni.

**Quantità di moto e sistemi di punti materiali:** Quantità di moto e impulso. Conservazione della quantità di moto. Il centro di massa. Moto di un sistema di particelle.

**Sistemi termodinamici:** Stati della materia. Densità e pressione. Temperatura. Termometri e scale di temperatura. Calore ed energia termica. Capacità termica, calore specifico, calore latente. Descrizione macroscopica di un gas perfetto. Trasformazioni termodinamiche.

**I principi della termodinamica:** Il primo principio della termodinamica. Calori molari di un gas perfetto. Trasformazioni adiabatiche di un gas perfetto. Il secondo principio della termodinamica. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Ciclo e teorema di Carnot.

**Testo consigliato:** R.A. Serway, Fisica per Scienze ed Ingegneria, Vol. 1, ed. EdiSES

► **FISICA GENERALE II-1° modulo (CdS Ing. Elettronica)**  
**Prof. E. Silva**

Forza gravitazionale e coulombiana. Campi scalari e vettoriali. Campo elettrico nel vuoto. Campo elettrico nella materia. Isolanti e conduttori. La corrente elettrica continua. Forza elettromotrice. Generatori di tensione. La legge di Ohm. Reti elettriche in corrente continua. Il campo magnetico nel vuoto. La forza di Lorentz. La legge di Biot-Savart. Prima formula di Laplace. Teorema di Ampère. Il campo magnetico nella materia. Il campo magnetico  $H$  e il campo induzione magnetica  $B$ . Coefficienti di auto e mutua induzione. L'induzione elettromagnetica. Correnti indotte. Le equazioni del campo elettromagnetico in forma integrale. Circuiti a costanti concentrate.

**Testo di riferimento:** R. Marcon, Introduzione all'elettromagnetismo, Vol. I. Ed. CISU

► **FISICA GENERALE I e II-secondi moduli (CdS Ing. Elettronica)**  
**Prof. R. Marcon**

**Fisica generale I**

Principi di dinamica e statica del corpo rigido. Moti relativi. Proprietà meccaniche dei solidi (cenni). Principi di statica e dinamica dei fluidi. Urti. Cinetica dei gas. Entropia.

**Fisica generale II**

Equazioni di Maxwell e condizioni al contorno. Fenomeni ondulatori; onde elet-

tromagnetiche. Interferenza e diffrazione delle onde. Ottica geometrica. Proprietà elettriche e magnetiche della materia.

► **FISICA GENERALE I e II - primi moduli (CdS Ing. Informatica)**  
**Prof. C. Palma**

- Metodo scientifico. Grandezze fisiche e loro misura. Sistemi di unità di misura. Dimensioni fisiche. Errori di misura.
- Cinematica del punto materiale. Equazione oraria. Velocità. Accelerazione. Moto circolare uniforme. Moto armonico.
- Dinamica del punto materiale. Principi della dinamica: sistemi di riferimento inerziali, massa e forza, azione e reazione. Quantità di moto. Impulso. Esempi di forze. Forze conservative. Energia potenziale. Energia cinetica. Lavoro. Teorema delle forze vive. Forza gravitazionale.
- Moti relativi.
- Meccanica dei sistemi. Centro di massa. Corpi rigidi. Momenti di inerzia. Corpo rigido girevole attorno ad asse fisso.
- Fluidi pesanti: legge di Stevino e applicazioni.
- Gas perfetti. Calore e temperatura. Energia interna. Principi della termodinamica.
- Principali proprietà elastiche della materia. Onde elastiche.

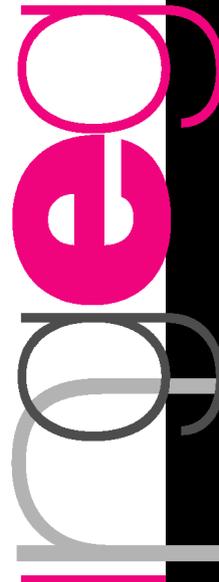
► **FISICA GENERALE I -2° modulo (CdS Ing. Informatica)**  
**Prof. E. Silva**

Forza gravitazionale e coulombiana. Campi scalari e vettoriali. Campo elettrico nel vuoto. Campo elettrico nella materia. Isolanti e conduttori. La corrente elettrica continua. Forza elettromotrice. Generatori di tensione. La legge di Ohm. Reti elettriche in corrente continua. Il campo magnetico nel vuoto. La forza di Lorentz. La legge di Biot-Savart. Prima formula di Laplace. Teorema di Ampère. Il campo magnetico nella materia. Il campo magnetico  $H$  e il campo induzione magnetica  $B$ . Coefficienti di auto e mutua induzione. L'induzione elettromagnetica. Correnti indotte. Le equazioni del campo elettromagnetico in forma integrale. Circuiti a costanti concentrate.

**Testo di riferimento:** R. Marcon, Introduzione all'elettromagnetismo, Vol. I. Ed. CISU

► **FISICA GENERALE II -2° modulo (CdS Ing. Informatica)**  
**Prof. M. Santarsiero**

- Oscillazioni smorzate e forzate.
- Circuiti elettrici in corrente alternata. Simbolismo complesso per le reti in alternata.
- Equazioni di Maxwell in forma locale. Condizioni al contorno per i campi elettrico e magnetico.
- Potenziale scalare e potenziale vettore. Equazione di Helmholtz.



- Equazione delle onde. Onde e.m. piane, cilindriche, sferiche. Polarizzazione, intensità, potenza di onde e.m. Riflessione, rifrazione, interferenza, diffrazione di onde e.m.
- Proprietà macroscopiche, elettriche e magnetiche, della materia.

FISICA GENERALE I (CdS Ing. Meccanica)

Prof. L. Stagni

**Grandezze fisiche e loro misura. Sistemi di unità di misura e dimensioni fisiche. Errori di misura.**

**Cinematica:** Equazioni parametriche del moto. Traiettoria e legge oraria. Velocità. Moto uniforme. Accelerazione. Accelerazione tangenziale e accelerazione normale. Moto uniformemente accelerato. Moto circolare uniforme. Moto armonico. Moto dei proiettili.

**Dinamica del punto materiale:** Forza. Osservatori inerziali. Legge fondamentale della meccanica classica. Problemi diretto e inverso della dinamica. Massa inerziale. Principio di azione e reazione. Quantità di moto e impulso. Interazioni fondamentali. Forza peso. Resistenze passive. Moto di un grave in presenza della resistenza dell'aria. Forze d'attrito. Equilibrio stabile; forza elastica. Oscillatore armonico. Pendolo semplice. Oscillatore smorzato. Oscillatore forzato e risonanza. Forze centrali. Teorema e conservazione del momento della quantità di moto.

**Lavoro ed energia:** Lavoro. Potenza. Lavoro ed energia cinetica. Campi di forza conservativi. Energia potenziale. Esempi di forze conservative e non conservative. Conservazione dell'energia meccanica. Studio del moto mediante l'energia potenziale.

**Gravitazione:** Legge di gravitazione universale. Massa gravitazionale e massa inerziale.

**Meccanica dei sistemi di punti materiali:** Centro di massa. Moto del centro di massa. Lavoro ed energia cinetica di un sistema di particelle. Teorema di Koenig. Energia potenziale e conservazione dell'energia meccanica. Equazioni del moto di un corpo rigido. Statica del corpo rigido, sistemi equivalenti di forze. Rotatore rigido. Momenti d'inerzia. Pendolo composto. Liquidi pesanti; equazione di Stevino. Principio di Archimede.

**Moti relativi e forze apparenti:** Il problema dei moti relativi. Trasformazioni di Galileo e loro critica. Trasformazioni di Lorentz e loro conseguenze. Composizione delle velocità nella meccanica classica. Composizione delle accelerazioni. Forze apparenti. Moto in riferimento terrestre.

**Elasticità e onde:** Forze di volume e di superficie. Deformazioni. Corpi elastici. Sforzi. Legge di Hooke e principio di sovrapposizione. Trazione semplice. Costanti elastiche e loro relazioni. Onde e loro classificazione. Equazione caratteristica delle onde piane.

**Termologia:** Temperatura e principio zero della termodinamica. Termometro a gas perfetto; temperatura assoluta. Equazione di stato dei gas perfetti. Dilatazione termica. Quantità di calore; capacità termica, calore specifico, caloria. Calori latenti. Calorimetri. Trasmissione del calore.

**Primo principio della termodinamica:** Stato ed equilibrio termodinamici. Variabili di stato. Trasformazioni reversibili. Lavoro nelle trasformazioni termodinamiche. Primo principio della termodinamica; energia interna.

**Secondo principio della termodinamica:** Macchine e sorgenti termiche. Macchina di Carnot. Enunciati di Kelvin e di Clausius del 2° principio e loro equivalenza. Teorema di Carnot. Rendimento della macchina di Carnot. Temperatura termodinamica; zero assoluto. Inequazione di Clausius. Entropia. Legge dell'aumento dell'entropia (2° principio della termodinamica).

**Ottica geometrica:** Approssimazione geometrica delle onde; principio di Huygens e leggi di Cartesio-Snellius. Specchio sferico concavo e convesso; specchio piano. Diottra sferica; diottra piano.

**Testi consigliati:** P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica: Meccanica Termodinamica, voi. I, Ed. EdiSES; L. Stagni, Guida alla soluzione di problemi di fisica, Ed. Accademica. Per il capitolo Ottica Geometrica, P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, Fisica: Elettromagnetismo Onde, vol. II, Ed. EdiSES, Capitolo 17 (esclusi i paragrafi stampati in caratteri piccoli).

## FISICA GENERALE II (CdS Ing. Meccanica)

**Prof. P. De Santis**

- Le Proprietà matematiche dei campi.
- Il campo Elettrostatico nel vuoto. La carica elettrica e le sue proprietà fondamentali. Le equazioni di Maxwell per il campo elettrostatico nel vuoto in forma integrale e locale.
- Campo elettrico in un conduttore. Induzione elettrostatica. Equazioni di Poisson e di Laplace. Condensatori. Energia e densità di energia del campo elettrico.
- Modello di dielettrico a dipoli elementari. Le equazioni di Maxwell per il campo elettrostatico nella materia.
- Generatori di forza elettromotrice. Legge di conservazione della carica elettrica
- Le equazioni di Kirchhoff. Teoremi di Thévenin e di sovrapposizione. Bipoli non lineari: retta di carico e punto di lavoro. Circuiti con diodi.
- Forza di Lorentz e forza di Laplace. Legge di Biot e Savart. La legge di Ampère.
- Le equazioni di Maxwell per il campo magnetostatico nel vuoto in forma integrale e locale. Forze su circuiti immersi in un campo magnetico. Il potenziale vettore. Il dipolo magnetico. Effetto Hall.
- Modello della materia a dipoli magnetici. Le correnti di magnetizzazione. Le equazioni di Maxwell per il campo magnetostatico nella materia. Sostanze diamagnetiche, paramagnetiche e ferromagnetiche. Ciclo di isteresi di un materiale ferromagnetico. Circuiti magnetici. Relazioni di Hopkinson per le reti magnetiche.
- L'induzione elettromagnetica di movimento e di trasformazione. Legge di Faraday-Henry in forma integrale e locale. Coefficienti di mutua e auto induzione. Correnti e cariche indotte. La corrente di spostamento. L'equazione di Ampère-Maxwell
- Le condizioni quasi stazionarie dei circuiti. Densità di energia del campo magnetico. Il simbolismo complesso per la soluzione delle reti in alternata. Potenza



istantanea e media assorbita dai circuiti in alternata.

- L'equazione di Helmholtz per le onde E. M. Onde piane e sferiche. Polarizzazione. Intensità di un'onda. Intensità istantanea e media di un'onda EM. Il vettore di Poynting.
- Interferenza tra due onde. Interferenza a più onde. Diffrazione da fenditura.
- Leggi di Snell per la riflessione e rifrazione di onde piane. Dispersione in un prisma. Angolo limite e angolo di Brewster. Applicazioni all'ottica geometrica: il diotro sferico. La lente sferica sottile.

**Testi consigliati:** Lezioni: R. Marcon, Introduzione all'elettromagnetismo, Vol. I e Vol. II. CISU, Roma 1999. Esercizi: raccolta di testi di esame disponibili presso la Segreteria Didattica della Facoltà di Ingegneria,

**Testi di consultazione:** P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci: Fisica, vol II - EdISES, Napoli 1998; D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: Fondamenti di Fisica, Casa Editrice Ambrosiana, Milano 1998



## FISICA TECNICA

**Prof. A. Fanchiotti**

- Trasmissione del calore: Introduzione, richiami sulla natura del calore; calore e temperatura. Capacità termica. Calore specifico. Conduzione: generalità sui campi termici, fenomenologia della conduzione. Postulato ed equazione di Fourier, in coordinate cartesiane e cilindriche.
- Esempi di soluzioni esatte: lastra piana e multi-strato in regime stazionario. Raggio critico di isolante. Conduzione bi-dimensionale in regime stazionario. Regime periodico stabilizzato. Mezzo semi-infinito con variazione a gradino della temperatura.
- Soluzioni numeriche alle differenze finite di problemi di conduzione in regime permanente e variabile. Irraggiamento: generalità sulla radiazione elettromagnetica. Proprietà dei corpi come ricevitori e come emettitori di energia raggiante, leggi di emissione del corpo nero. Corpi grigi; corpi selettivi. Effetto serra. Scambi di calore per irraggiamento. Fattori di vista. Schermi alla radiazione. Cavità di corpi neri e di corpi grigi. Convezione: moto di fluidi in presenza di pareti solide a diversa temperatura, strato limite. Moto laminare e turbolento. Convezione naturale e forzata. Analisi dimensionale e metodo degli indici, parametri adimensionali e loro significato fisico. Applicazioni: pareti piane e cilindriche; moto di un fluido entro condotti; scambiatori a fasci di tubi. Adduzione. Normativa. Pareti opache e trasparenti esposte all'irraggiamento solare. Raffreddamento e riscaldamento di un corpo omogeneo. Alette di raffreddamento. Scambiatori di calore di tipo "tubo in tubo".
- Termodinamica applicata: Sistemi termodinamici; grandezze e equazioni di stato, equilibrio termodinamico, scale termometriche, trasformazioni reversibili ed irreversibili. Principi della termodinamica, irreversibilità e entropia. Entropia e ordine. Entropia e informazione. Diagrammi di stato nei vari piani rappresentativi. Lavoro e calore in un sistema chiuso. Diagrammi di stato di una sostanza pura. Equazione di Clapeyron. Gas perfetti: politropiche e calore specifico. Sistemi termodinamici aperti. Esempi. Moto di fluidi in condotti. Exergia e rendimento exergetico. Fonti energetiche. Energia Solare. Posizione e moto del sole. Miscugli aria-vapor

d'acqua; diagramma psicrometrico. Trasformazioni. Elementi di condizionamento dell'aria. Cicli termodinamici. Rendimenti e indici di prestazione. Ciclo di Carnot, diretto e inverso. Cicli a uguale trasmissione. Ciclo Rankine. Ciclo frigorifero. Ciclo Brayton. Cicli Otto e Diesel. Macchine frigorifere e pompe di calore ad assorbimento. Cenni sulla combustione.

● Controllo della qualità ambientale: Il benessere termo-igrometrico e il metodo di Fanger. Il benessere visivo. Elementi di fotometria e illuminotecnica. Il benessere acustico. Fondamenti di acustica e fonometria. Il controllo della qualità dell'aria.

**Testi consigliati:** Barducci, I., Trasmissione del calore, Editoriale ESA, Milano, 1989; Barducci, I., Termodinamica applicata, Editoriale ESA, Milano, 1985; Barducci, I., Fotometria e colorimetria, Editoriale ESA, Milano, 1982; Barducci, I., Acustica applicata, Editoriale ESA, Milano, 1989; Coppi, M., Clima artificiale e benessere termoigrometrico, Editoriale ESA, Milano, 1990; Fanchiotti, A., Appunti delle lezioni

**Per approfondimenti:** Kreith, F., Principi di trasmissione del calore, Liguori Editore, Napoli, 1975; Badagliacca, A., Fondamenti di trasmissione del calore, Aracne Editrice, Roma, 1997; Felli, M., Lezioni di Fisica Tecnica, vol. I, Masson, Editoriale ESA, Milano, 1990; Moncada Lo Giudice, G., Santoboni, S., Acustica, Masson, Editoriale ESA, Milano, 1995; Moncada Lo Giudice, G., De Lieto Vollaro, A., Illuminotecnica, Masson, Editoriale ESA, Milano, 1993; Alfano, G., d'Ambrosio, F.R., de' Rosi, F., Fondamenti di benessere termoigrometrico, CUEN, Napoli, 1987.

## FISICA TECNICA AMBIENTALE

**Prof. A. Fanchiotti**

**Trasmissione del calore.** Introduzione: richiami sulla natura del calore. Calore e temperatura. Conduzione: generalità sui campi termici. Conduttività interna. Postulato ed equazione di Fourier. Regime stazionario e variabile. Soluzioni numeriche. Irraggiamento: generalità sulla radiazione elettromagnetica. Proprietà dei corpi come emettitori e come ricevitori di energia radiante. Leggi di emissione del corpo nero. Corpi grigi, corpi selettivi. Scambi di calore per irraggiamento: corpo in una cavità, schermi di radiazione. Approssimazione lineare. Fattore di radiazione. Convenzione: convenzione naturale e forzata. Grandezze interessate. L'analisi dimensionale e il metodo degli indici. Parametri adimensionali e loro significato fisico. Casi tipici. Fattore di convenzione. Adduzione. Pareti multistrato. Intercapedini. Materiali termoisolanti.

**Termodinamica applicata.** Sistemi termodinamici: generalità. Grandezze macroscopiche estensive ed intensive. Equazione di stato. Trasformazioni e loro equazioni. Scale termometriche. Principi della termodinamica. Trasformazioni reversibili ed irreversibili. Irreversibilità e entropia. Principali relazioni tra le grandezze termodinamiche. Diagrammi di stato nei vari piani rappresentativi. L'aria umida: termodinamica di miscele aria-vapore. Diagramma psicrometrico. Processi di umidificazione e deumidificazione Il trattamento dell'aria.

**Elementi di energetica.** Energia ed exergia. Fonti energetiche fossili e rinnovabili. Impatto ambientale delle diverse tecnologie di conversione. Relazione tra efficienza energetica e impatto.



**Relazione tra uomo ed ambiente.** L'ambiente termo-igrometrico: scambi termogigrometrici tra uomo e ambiente. Grandezze da cui dipendono. Il metodo di Fanger. Indici microclimatici. L'ambiente luminoso: luce e sensazione visiva. Grandezze, unità e relazioni fondamentali della fotometria. La luce naturale. L'ambiente acustico: suoni e sensazione auditiva. Grandezze acustiche, loro relazioni. Audiogramma normale. Il misuratore di livello acustico normalizzato.

**L'impatto ambientale.** Inquinamento atmosferico. Principali sostanze inquinanti. Normative. Sorgenti e modalità di diffusione nell'atmosfera. Effetto serra alla scala planetaria e possibili modifiche del clima. Tecnologie alternative o di abbattimento delle emissioni.

## FLUIDODINAMICA I

**Prof. G. Guj**

Introduzione. Informazioni storiche. Concetto di mezzo continuo; solidi, liquidi e gas. Richiami di termodinamica. Forze e momenti su profili. Teorema di Buckingham. Principali tipi di moto. Cinematica. Descrizione Euleriana e Lagrangiana del moto. Linee di corrente, di fumo, traiettorie. Volume di controllo e sistema. Teorema del trasporto di Reynolds. Analisi del moto di una particella. Il tensore delle tensioni. Relazione costitutiva per fluidi Newtoniani. Le equazioni della fluidodinamica per flussi compressibili e non compressibili. Equazioni di conservazione (massa, quantità di moto, energia). Equazione di trasporto della vorticità per flussi incompressibili. Flussi con effetto di viscosità trascurabile, forze di massa conservative, barotropicità. Equazioni di Bernoulli. Teorema di Crocco. Teoremi sui vortici. Equazioni del moto in forma adimensionale. Numeri caratteristici. Soluzioni asintotiche. Moti irrotazionali e flussi potenziali. Flussi potenziali, incompressibili. Soluzioni particolari in 2 e 3 dimensioni. Espressione del potenziale in termini di integrali di superficie. Metodo dei pannelli. Lo strato limite. Metodo della perturbazione singolare. Strato limite bidimensionale di un flusso incompressibile stazionario. Soluzioni simili. Metodi integrali. Flussi compressibili non viscosi. Cono di Mach. Modelli unidimensionali e quasi-unidimensionali stazionari. Flussi isentropici con modello quasi-unidimensionale. Variazione del Mach con l'area della sezione. Urto normale con modello unidimensionale. Relazioni di Rankine-Rugoniot. Variazioni dell'entropia nell'urto. Onda d'urto obliqua. Flussi non isentropici di un gas ideale. Soluzioni semplici delle equazioni di Navier-Stokes per flussi viscosi incompressibili. Flusso laminare tra lastre piane parallele ferme ed in moto relativo. Lubrificazione idrodinamica. Flusso laminare in un tubo.

## FLUIDODINAMICA II

**Prof. R. Camussi**

Richiami di fluidodinamica. Forme adimensionali delle equazioni della fluidodinamica. Gruppi adimensionali e problemi di similitudine. Gli approcci allo studio della fluidodinamica: teorico, numerico, sperimentale. Fluidodinamica sperimentale. Impianti sperimentali: gallerie aerodinamiche subsoniche a circuito chiuso e a cir-

cuito aperto, transoniche, supersoniche, gallerie idrodinamiche e vasche navali. Cenni di Analisi del segnale: Serie di Fourier, trasformata di Fourier, aliasing, windowing, FFT. Metodi spettrali, processi aleatori, metodi di stima. Misura di pressione. Misura di velocità a con tubo di Pitot subsonico e supersonico, e di portata mediante flussometri. Misure di forze e bilance dinamometriche. Misure di campi turbolenti: Energia cinetica turbolenta e correlazioni. Ipotesi di ergodicità, tempo di una misura Visualizzazione di flussi e campi di densità: traccianti, shadowgraph, schlieren. Misure di campi di densità: Interferometria a raggio di riferimento e differenziale, prisma di Wollaston. Anemometria Laser Doppler: configurazioni ottiche, strumenti per l'analisi del segnale doppler, analizzatore di spettro, tracker, counter. Anemometria a filo e film caldo: funzionamento a corrente e a temperatura costante, analisi di campi turbolenti, valutazione delle diverse componenti di velocità. Simulazione numerica Classificazione e proprietà delle equazioni della fluidodinamica, equazioni ellittiche paraboliche, iperboliche. Tecniche di discretizzazione del dominio e delle equazioni. Consistenza, accuratezza, convergenza e stabilità. Metodi alle differenze finite, schemi espliciti, impliciti. Un'applicazione alle equazioni in vorticità e funzione di corrente. Cenni al metodo dei volumi finiti.

## FONDAMENTI DI AUTOMATICA

Prof. G. Ulivi

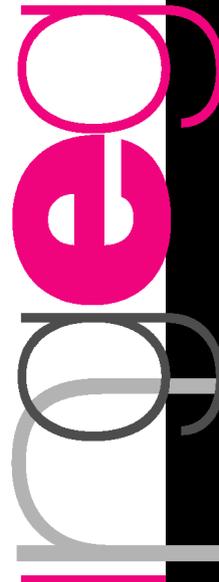
Finalità del corso: Esporre i concetti di base dell'Automatica. Fornire la capacità di analizzare semplici sistemi dinamici (stazionari, lineari) e di progettare sistemi di controllo elementari con specifiche nel dominio del tempo, della frequenza o modali. Illustrare i metodi per impiegare i calcolatori nella realizzazione (a tempo discreto) dei controllori progettati. Mostrare l'impiego di strumenti software per l'ausilio alle fasi suddette.

### Programma

**Concetti fondamentali.** Utilità dei controlli automatici. Controllo in avanti e in controreazione. Schemi a blocchi strutturali. Modelli matematici di sistemi dinamici. Classificazione dei sistemi (linearità, stazionarietà, ecc.). Il concetto di variabili di stato (v.d.s.).

**Analisi dei sistemi lineari e stazionari.** Rappresentazioni ingresso-uscita ed ingresso-stato-uscita dei sistemi dinamici. Impiego delle trasformate di Laplace nell'analisi dei sistemi lineari, stazionari. Loro inversione mediante espansione in frazioni parziali. Suddivisione della risposta in risposta libera e forzata. Modi propri di evoluzione. Matrice di transizione dello stato. Proprietà dell'esponezionale di matrice. Trasformazioni di coordinate  $x=Tz$ . Autovalori della matrice dinamica  $A$ . Diagonalizzazione con autovalori distinti, relazioni con l'espansione in frazioni parziali. Cenni sul caso di autovalori coincidenti e sulla forma di Jordan.

Risposta transitoria e permanente. Funzione di Trasferimento. Passaggio dalla funzione di trasferimento allo spazio di stato e viceversa. Integrale di convoluzione. Risposte a segnali canonici. Stabilità BIBO dei sistemi. Criterio di stabilità di Routh. Sche-



mi a blocchi funzionali e loro manipolazione. Interconnessione di sistemi alle v.d.s. Raggiungibilità e osservabilità. Linearizzazione intorno ad un punto di equilibrio.

**Risposta armonica.** Definizione. Legami con le risposte canoniche. Rappresentazioni grafiche (Diagrammi di Nyquist, Bode, Nichols).

**Analisi dei sistemi a controreazione.** Derivazione della risposta a ciclo chiuso da quella a ciclo aperto. Criteri di stabilità di Nyquist e Bode. Margini di guadagno e fase. Comportamento a regime: classificazione in tipi, coefficienti generalizzati di errore. Sensibilità alle variazioni parametriche.

**Sintesi dei sistemi di controllo.** Il problema delle specifiche. Legami globali. Specifiche tipiche ad anello chiuso ed aperto. Reti di correzione e loro impiego. Sintesi per tentativi. Regolatori standard. Assegnazione del comportamento dinamico (autovalori) con reazione dallo stato in casi semplici.

**Cenni sui sistemi non-lineari.** Caratteristiche. Cicli limite e loro stabilità. Funzione descrittiva.

**Sistemi tempo discreto.** L'implementazione dei controllori con microcalcolatori. Cenni sulle caratteristiche dell'hardware, i sistemi di conversione A/D e D/A. Segnali campionati, campionatori e organi di tenuta. Teorema del campionamento. Equazioni alle differenze, tra-sformata Z, relazioni tra modelli tempo continuo e tempo discreto. Modi di evoluzione e stabilità dei sistemi tempo discreto. Derivazione delle equazioni alle differenze da quelle differenziali. Metodi approssimati. Sintesi dei sistemi di controllo.

**Esempi.** Modellistica di semplici sistemi (sist. massa-molla-smorzatore; motore elettrico in c.c., potenziometro, dinamo tachimetrica, accelerometro). Casi di studio: controllo della luminosità di una lampadina, controllo della velocità di un motore in c.c., controllo della posizione di un asse.

Utilizzo del Matlab per la simulazione dei sistemi lineari, per il tracciamento delle risposte armoniche, per la progettazione e per la verifica del soddisfacimento delle specifiche date.

**Libri di testo:** Marro, Controlli Automatici\*, 1° e 2° volume, Zanichelli.

Materiale didattico fornito dal docente durante il corso e reperibile su: <http://www.dia.uniroma3.it/autom/>

**Per consultazione:** Isidori, Controlli Automatici, Siderea; Vitelli, Fondamenti di Automatica, Siderea.

**Software didattico e ulteriori informazioni:** all'indirizzo sopradetto.



## FONDAMENTI DI AUTOMATICA

(C.d.S. Ing. Elettronica e Ing. Meccanica)

**Prof. S. Panzieri**

Primo modulo

**Concetti fondamentali.** Utilità dei controlli automatici. Controllo in avanti e in controreazione. Schemi a blocchi strutturali. Modelli matematici di sistemi dinamici. Classificazione dei sistemi (linearità, stazionarietà, ecc.). Il concetto di stato. Li-

nearizzazione intorno ad un punto di equilibrio.

**Analisi dei sistemi lineari e stazionari.** Trasformate di Laplace e loro proprietà; antitrasformazione di funzioni razionali. Descrizione ingresso-uscita di un sistema dinamico, Funzione di Trasferimento. Integrale di convoluzione. Risposte a segnali canonici. Suddivisione della risposta in risposta libera e forzata, risposta transitoria e permanente. Modi propri di evoluzione. Stabilità BIBO dei sistemi. Criterio di stabilità di Routh. Schemi a blocchi funzionali e loro manipolazione.

**Risposta armonica.** Definizione. Legami con le risposte canoniche. Rappresentazioni grafiche (Diagrammi di Nyquist, Bode, Nichols).

**Analisi dei sistemi a controreazione.** Derivazione della risposta a ciclo chiuso da quella a ciclo aperto. Criteri di stabilità di Nyquist e Bode. Margini di guadagno e fase. Comportamento a regime: classificazione in tipi, coefficienti generalizzati di errore. Sensibilità alle variazioni parametriche.

**Sintesi dei sistemi di controllo.** Il problema delle specifiche. Legami globali. Specifiche tipiche ad anello chiuso ed aperto. Reti di correzione e loro impiego. Sintesi per tentativi. Regolatori standard.

**Cenni sui sistemi non-lineari.** Caratteristiche. Cicli limite e loro stabilità. Funzione descrittiva.

Secondo modulo

**Spazio di Stato.** Rappresentazioni ingresso-uscita ed ingresso-stato-uscita. Scelta delle variabili di stato. Interconnessione di sistemi alle v.d.s. Matrice di transizione dello stato. Proprietà dell'esponenziale di matrice. Passaggio dalla funzione di trasferimento allo spazio di stato e viceversa. Trasformazioni di coordinate  $x = Tz$ . Trasformazione di coordinate per forma compagna. Autovalori della matrice dinamica  $A$ . Diagonalizzazione con autovalori distinti, relazioni con l'espansione in frazioni parziali. Cenni sul caso di autovalori coincidenti e forma di Jordan. Proprietà strutturali dei sistemi. Osservatore asintotico dello stato. Assegnazione degli autovalori dall'uscita. Principio di separazione.

**Sistemi tempo discreto.** L'implementazione dei controllori con microcalcolatori. Cenni sulle caratteristiche dell'hardware, i sistemi di conversione A/D e D/A. Segnali campionati, campionatori e organi di tenuta. Teorema del campionamento. Equazioni alle differenze, trasformata  $Z$ , relazioni tra modelli tempo continuo e tempo discreto. Modi di evoluzione e stabilità dei sistemi tempo discreto. Derivazione delle equazioni alle differenze da quelle differenziali. Metodi approssimati. Sintesi dei sistemi di controllo.

▶ FONDAMENTI DI GEOTECNICA

Prof. A. Lembo-Fazio

Il corso di Fondamenti di geotecnica è suddiviso in due moduli: il primo è comune sia agli allievi del corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile. Il secondo modulo è destinato ai soli allievi del corso di laurea.



## Primo modulo

Proprietà indici e sistemi di classificazione delle terre. Permeabilità delle terre. Principio delle tensioni efficaci. Capillarità. Relazioni tra sforzi e deformazioni nelle terre. Tensione litostatica e storia dello stato tensionale. Compressione edometrica e consolidazione dei terreni argillosi. Resistenza e deformabilità dei terreni incoerenti e coesivi. Prove triassiali. Prove di taglio diretto. Costipamento delle terre. Indagini e prove in sito. Progettazione geotecnica, normative e raccomandazioni.

## Secondo modulo

Analisi limite e spinta delle terre sulle opere di sostegno. Muri di sostegno. Paratie. Capacità portante delle fondazioni: fondazioni dirette; fondazioni profonde. Calcolo delle tensioni verticali e dei cedimenti delle fondazioni: terreni coesivi, terreni incoerenti, fondazioni su pali. Filtrazione dell'acqua nel terreno. Teoria della consolidazione dei terreni argillosi. Stabilità dei pendii. Stabilità delle scarpate in roccia. Metodi e mezzi di intervento per il miglioramento delle caratteristiche del terreno. Geosintetici.

**Testi consigliati:** Colombo P., Colleselli F. Elementi di Geotecnica, 2° Ed., Zanichelli; Lancellotta R. Geotecnica, 2° Ed., Zanichelli.



## FONDAMENTI DI INFORMATICA I

**Prof. A. Miola**

**Introduzione all'uso del calcolatore.** Introduzione all'uso di un personal computer: sistema operativo e sua interfaccia utente. Architettura di un calcolatore. Introduzione alle reti di calcolatori; Internet; World Wide Web.

**Introduzione alla programmazione orientata agli oggetti.** Introduzione alla programmazione orientata agli oggetti: oggetti, stato e comportamento degli oggetti, classi. Introduzione al linguaggio di programmazione Java. Ambiente di programmazione; editing, compilazione e esecuzione. Primi esempi di applicazioni Java.

**Elementi di programmazione in Java.** Oggetti, invio di messaggi agli oggetti e invocazione di metodi. Sintassi e semantica di un linguaggio di programmazione. Variabili e istruzione di assegnazione. Creazione di oggetti; costruttori. Definizione di classi; definizione di metodi; metodi con parametri; definizione di costruttori; variabili d'istanza; metodi che restituiscono valori; metodi di classe. Tipi primitivi di Java: tipi numerici interi, tipi numerici razionali; il tipo char; il tipo boolean; operatori su tipi primitivi; conversione tra tipi e operatore di conversione esplicita. La classe String. Istruzioni di controllo di Java; istruzioni strutturate; istruzioni condizionali; istruzioni ripetitive. Array; array unidimensionali e array bidimensionali. Il modello di esecuzione di applicazioni Java; gestione della memoria da parte della macchina virtuale Java; pila di attivazione e heap.

**Tecniche e strumenti di supporto alla programmazione.** Correttezza; specifica di un metodo; precondizioni e postcondizioni; metodi di test. Ricorsione; definizioni induttive, metodi ricorsivi e strutture ricorsive. Complessità di metodi; modello di

costo di metodi non ricorsivi; analisi asintotica di complessità. Algoritmi di ricerca e loro complessità. Algoritmi di ordinamento di array e loro complessità; bubble sort, selection sort, insertion sort, merge sort.

**Strutture di dati.** Astrazione e rappresentazione. Introduzione alle strutture di dati in Java; interfacce; la classe Object; la tecnica del forwarding. La classe Vector; uso e implementazione mediante array. La struttura di dati lista; operazioni sulle liste; rappresentazione di liste mediante Vector; rappresentazione collegata di liste. Operazione primitive e operazioni non primitive. Altre strutture di dati.

**Testi consigliati:** D. Arnow, G. Weiss, Introduction to programming using Java - an object-oriented approach, Addison Wesley, 1998; D. Baley, Java structures - data structures in Java for the principled programmer, McGraw-Hill, 1999.

Materiale didattico a cura di L. Cabibbo, G. Di Battista, G. Liotta, A. Miola, disponibile sul sito Internet <http://www.dia.uniroma3.it/~java/fondamentiinformatica1/>

## FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. L. Cabibbo

**Introduzione all'uso del calcolatore.** Introduzione all'uso di un personal computer: sistema operativo e sua interfaccia utente. Architettura di un calcolatore. Introduzione alle reti di calcolatori; Internet; World Wide Web.

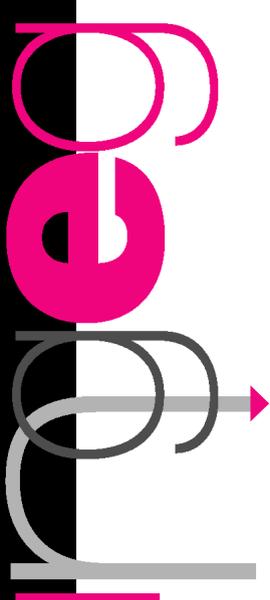
**Introduzione alla programmazione orientata agli oggetti.** Introduzione alla programmazione orientata agli oggetti: oggetti, stato e comportamento degli oggetti, classi. Introduzione al linguaggio di programmazione Java. Ambiente di programmazione; editing, compilazione e esecuzione. Primi esempi di applicazioni Java.

**Elementi di programmazione in Java.** Oggetti, invio di messaggi agli oggetti e invocazione di metodi. Sintassi e semantica di un linguaggio di programmazione. Variabili e istruzione di assegnazione. Creazione di oggetti; costruttori. Definizione di classi; definizione di metodi; metodi con parametri; definizione di costruttori; variabili d'istanza; metodi che restituiscono valori; metodi di classe. Tipi primitivi di Java: tipi numerici interi, tipi numerici razionali; il tipo char; il tipo boolean; operatori su tipi primitivi; conversione tra tipi e operatore di conversione esplicita. La classe String. Istruzioni di controllo di Java; istruzioni strutturate; istruzioni condizionali; istruzioni ripetitive. Array; array unidimensionali e array bidimensionali. Il modello di esecuzione di applicazioni Java; gestione della memoria da parte della macchina virtuale Java; pila di attivazione e heap.

**Tecniche e strumenti di supporto alla programmazione.** Correttezza; specificità di un metodo; precondizioni e postcondizioni; metodi di test. Ricorsione; definizioni induttive, metodi ricorsivi e strutture ricorsive. Complessità di metodi; modello di costo di metodi non ricorsivi; analisi asintotica di complessità. Algoritmi di ricerca e loro complessità. Algoritmi di ordinamento di array e loro complessità; bubble sort, selection sort, insertion sort, merge sort.

**Strutture di dati.** Astrazione e rappresentazione. Introduzione alle strutture di dati in Java; interfacce; la classe Object; la tecnica del forwarding. La classe Vector; uso e implementazione mediante array. La struttura di dati lista; operazioni sulle liste; rap-





presentazione di liste mediante Vector; rappresentazione collegata di liste. Operazione primitive e operazioni non primitive. Altre strutture di dati (cenni).

**Testi consigliati:** Materiale didattico a cura di L. Cabibbo, G. Di Battista, G. Liotta, disponibile sul sito Internet: <http://www.dia.uniroma3.it/~java>

## FONDAMENTI DI INFORMATICA (C.d.S. Ing. Meccanica)

**Prof.ssa C. Limongelli**

### Primo modulo

**Nozioni di base.** La nozione di algoritmo. Elaboratore come esecutore di processi e programmi. Codifica degli algoritmi mediante pseudocodice. BNF per la descrizione della sintassi dei linguaggi.

**Cenni all'architettura dei sistemi di elaborazione.** Codifica binaria dell'informazione. Architettura dei calcolatori. Il linguaggio del calcolatore. Il sistema operativo.

**Il linguaggio Pascal.** Codifica degli algoritmi mediante pseudocodice. Struttura dei programmi Pascal. Tipi semplici predefiniti. Tipi semplici definiti dall'utente. Tipi strutturati: array e record. Gestione dei file. Istruzioni condizionali. Istruzioni di ciclo. Funzioni e procedure. Funzioni e procedure ricorsive.

### Secondo modulo

**Il linguaggio Fortran.** Struttura di un programma Fortran e considerazioni generali. Operazioni aritmetiche nel Fortran. Sottoprogrammi. Procedure come argomenti. Istruzioni del Fortran. Tipi di dato semplice e strutturati. Input/Output ed uso dei file. Gestione dei caratteri. Dati globali. Introduzione al calcolo numerico.

**Metodologie di progetto ed analisi di algoritmi e programmi.** Introduzione all'analisi di complessità degli algoritmi. Ciclo di vita del software. Tecniche di progetto di algoritmi. Tecniche di verifica.

**Libri di testo:** Ceri, D. Mandrioli, L. Sbattella, Istituzioni di Informatica, (Linguaggio di riferimento: Pascal), McGraw-Hill, 1993; T.M.R. Ellis: Programmazione strutturata in Fortran 77, (seconda edizione) Zanichelli, 1995. Dispense distribuite in copisteria. Esercizi integrativi a cura del docente.

## FONDAMENTI DI INFORMATICA II

**Prof.ssa M. Cialdea**

**Elementi di programmazione funzionale in Standard ML.** Nozioni fondamentali, dimostrazione di proprietà di programmi ricorsivi, polimorfismo e funzioni di ordine superiore, rappresentazione di strutture dati e implementazione di algoritmi fondamentali, definizione di tipi astratti, il sistema dei moduli in ML.

### **Analisi del tempo di esecuzione dei programmi.**

**Tecniche per la progettazione di algoritmi:** algoritmi di enumerazione, dividi et impera, algoritmi greedy, backtracking.

**Strutture dati e algoritmi fondamentali.** Algoritmi di ordinamento, alberi binari, alberi n-ari, alberi binari di ricerca, array funzionali, pile, code, code apriorità, tabelle hash, grafi (visita, ricerca di un cammino, algoritmi di Prim, Kruskal, Dijkstra).

**Elementi di logica proposizionale.**

**Testi consigliati:** L. C. Paulson, ML for the working programmer, Cambridge University Press; Ausiello, Marchetti Spaccamela, Protasi, Teoria e progetto di algoritmi fondamentali, Franco Angeli. Dispense del corso, a cura del docente.

## **FOTONICA**

**Prof. G. Guattari**

1) Elaborazione analogica di segnali ottici

**Segnali ottici e loro correlazioni.** Simbolismo complesso per campi policromatici. Funzioni di correlazione spazio-temporale. Applicazioni spettroscopiche e interferometriche.

**Trattamento ottico dell'informazione.** Risposta impulsiva e funzione di trasferimento in luce coerente e incoerente. Elaboratori ottici: miglioramento di immagini, riconoscimento di configurazioni:, visualizzazione di oggetti di fase. Olografia analogica e digitale. Interferometria olografica e interferometria elettronica a speckle: applicazioni alle indagini non distruttive. Film sottili e loro applicazioni. Spettroscopi e monocromatori. Dispositivi acusto ottici. Ottiche diffrattive.

2) Ottica guidata

**Guide planari.** Modi TE e TM. Guide simmetriche e asimmetriche.

**Fibre ottiche.** Fibre a salto d'indice; dispersione intermodale e cromatica; fibre a profilo d'indice graduale. Propagazione di segnali impulsivi nelle fibre ottiche: attenuazione; dispersione. Comunicazioni su portante ottica.

3) Generazione e amplificazione di radiazione coerente

**Teoria del laser.** Interazione radiazione-materia: amplificazione di radiazione; guadagno. Cavità ottiche. Oscillatori laser. Equazioni di bilancio. Selezione dei modi. Mode locking. Q-switching.

**Laser a stato solido e a gas.** Laser a rubino e a Nd; laser a He-Ne, ad Ar e a CO<sub>2</sub>. Laser a semiconduttore: ottica dei semiconduttori; diodi laser; laser a cavità esterna; laser a reazione distribuita.

**Laser a fibra.** Amplificazione in fibre drogate con terre rare; laser a fibra drogata con Er, con Nd, con Pr.

4) Rivelazione di radiazione ottica

Fotorivelatori a emissione catodica e a semiconduttore. Risposte temporali. Caratteristiche di rumore.





## ▶ GEOLOGIA APPLICATA

**Prof. G. Giglio**

Il corso di Geologia Applicata fornisce gli elementi di base per conoscere gli aspetti geologico-tecnici dell'ambiente nel quale opera l'ingegneria civile. Il corso è suddiviso in due moduli: il primo è comune sia agli allievi del corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile. Il secondo modulo è destinato ai soli allievi del corso di laurea.

### Primo modulo

**Elementi di geologia generale.** Costituzione della terra. Fenomeni di dinamica interna ed esterna. genesi e classificazione delle rocce sedimentarie. Ignee intrusive ed effusive e metamorfiche. Ciclo litogenetico. Forma e giacitura dei corpi geologici. Concetto di Formazione geologica. Le formazioni geologiche strutturalmente complesse. Lettura delle Carte Geologiche e disegno di sezioni geologiche elementari.

**Elementi di geologia tecnica.** Principali caratteristiche fisiche delle rocce e dei terreni. Principali classificazioni tecniche delle rocce e dei terreni. Descrizione delle metodologie applicate per l'esecuzione di indagini geologiche dirette e nozioni d'indagini geologiche indirette (Indagini geofisiche), limitatamente ai sistemi più largamente utilizzati nel campo dell'ingegneria civile.

### Secondo modulo

**Nozioni d'idrogeologia.** Bacino imbrifero e bacino idrogeologico, la permeabilità all'acqua dei corpi geologici, falde idriche, sorgenti ed opere di presa. Pozzi e prove di portata ed emungimento.

**Stabilità del territorio.** Definizione e classificazione dei movimenti franosi, cause e cenni sugli interventi di bonifica e monitoraggio.

**Aspetti geologico-tecnici e di impatto ambientale nella progettazione delle opere di Ingegneria Civile.** Studio geologico-tecnico dei tracciati stradali e ferroviari, gallerie, laghi artificiali.

**Testi consigliati:** L. Trevisan & G. Giglia. Introduzione alla geologia; F. Ippolito & Altri. Geologia tecnica per ingegneri e geologi; P. Mattias. Minerali e rocce, guida pratica al riconoscimento macroscopico; Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50000, Foglio 389 ANAGNI o Foglio 301 FABRIANO. Dispense del docente.

## ▶ GEOMETRIA

**Prof.ssa R. Rota**

Generalità sugli insiemi. Operazioni fra insiemi. Strutture algebriche. Spazi vettoriali. Matrici. Operazioni fra matrici. Determinante di una matrice quadrata. Proprietà dei determinanti. Minori di una matrice. Rango di una matrice. Matrice aggiunta.

Matrice inversa. Matrici diagonali. Riduzione di una matrice a gradini. Applicazioni lineari fra spazi vettoriali. Sistemi lineari. Sistemi omogenei. Teorema di Cramer. Teorema di Rouché - Capelli. Metodo di eliminazione di Gauss. Endomorfismi di uno spazio vettoriale. Autovalori, autovettori, autospazi e problema della diagonalizzazione. Geometria affine ed euclidea del piano e dello spazio. Teoria delle coniche. Cenni allo studio generale di curve e superfici nello spazio. Curvatura. Torsione. Formule di Frenet. Elementi di calcolo delle probabilità.

**Testi:** R.Procesi - R.Rota, *Lezioni di Geometria e algebra*, Ed. Accademia; R.Procesi - R.Rota, *Algebra Moderna-Esercizi*, Ed. Masson; R.Procesi - R.Rota, *Algebra lineare-Esercizi*, Ed. Masson

▶ GEOMETRIA (C.d.S. Ing. Meccanica)  
**Prof. D. Pasquali Coluzzi**

**Insiemi numerici.** Numeri Naturali, Interi, Razionali, Reali, Complessi. Relazioni di equivalenza in un insieme. Classi di equivalenza. Corrispondenze tra insiemi. Polinomi. Il teorema fondamentale dell'algebra (enunciato).

**Strutture algebriche.** Definizioni ed esempi di: gruppidi, gruppi, anelli, corpi, campi.

**Matrici.** Matrici, Operazioni tra matrici: somma, moltiplicazione per uno scalare, prodotto righe per colonne. Determinante di una matrice quadrata. Prime proprietà dei determinanti. Rango di una matrice. Minori di una matrice. Matrice aggiunta di una matrice quadrata. Matrici invertibili e loro inverse.

**Sistemi lineari.** Sistemi di equazioni lineari. Sistemi omogenei e non omogenei. Soluzioni di un sistema. Sistemi equivalenti. Sistemi compatibili. Sistemi normali. Teorema di Cramer. Teorema di Rouché,-Capelli. Determinazione delle soluzioni di un sistema compatibile. Metodo di Gauss-Jordan. Spazio delle soluzioni di un sistema lineare omogeneo.

**Spazi vettoriali di dimensione finita sui reali.** Segmenti orientati ed equipollenti. Vettori (liberi) dello spazio. Operazioni tra vettori: somma, moltiplicazione per uno scalare. Vettori paralleli e complanari. Spazio vettoriale sui reali: definizione e prime proprietà. Lo spazio vettoriale dei vettori del piano o dello spazio. Lo spazio vettoriale  $R^n$ . Lo spazio vettoriale delle matrici. Lo spazio dei polinomi di grado minore od uguale ad  $n$ . Sottospazi di uno spazio vettoriale. Dipendenza ed indipendenza lineare di vettori. Insiemi di generatori; Basi. Basi canoniche di  $R^n$ , dello spazio delle matrici e dello spazio dei polinomi. Coordinate di un vettore relative ad una base. Dimensione di uno spazio vettoriale. Intersezione di due sottospazi, somma e somma diretta di sottospazi. Cambiamento di base e trasformazione delle coordinate dei vettori.

**Omomorfismi tra spazi vettoriali.** Omomorfismi tra spazi vettoriali distinti. Omomorfismi iniettivi, suriettivi ed isomorfismi. Matrici associate ad omomorfismi rispetto a basi assegnate. Cambiamento di base e trasformazione della matrice associata ad un omomorfismo. Immagine e nucleo di un morfismo. Endomorfismi di uno spazio vettoriale. Automorfismi. Matrici associate ad endomorfismi rispetto a basi assegnate. Matrici simili. Autovalori ed autovettori. Autospazi rela-



tivi agli autovalori. Molteplicità geometrica e molteplicità algebrica. Endomorfismi diagonalizzabili. Caratterizzazioni degli endomorfismi diagonalizzabili. Ogni spazio vettoriale di dimensione  $n$  isomorfo ad  $\mathbb{R}^n$ .

**Geometria affine del piano e dello spazio.** Rappresentazione dei punti e delle rette di un piano affine. Parallelismo tra rette. Fascio proprio ed improprio di rette. Rappresentazione dei punti, delle rette e dei piani dello spazio affine reale. Forme particolari dell'equazione di una retta e di un piano dello spazio affine. Condizione di parallelismo tra piani, tra piano e retta e tra rette. Fascio proprio e improprio di piani. Complanarità di due rette. Intersezione di tre piani e di una retta con un piano.

**Spazio vettoriale euclideo.** Prodotti scalari. Matrici associate ad un prodotto scalare relativamente a basi diverse. Matrici congruenti. Ortogonalità tra vettori. Prodotti scalari definitivi positivi. Prodotto scalare canonico di  $\mathbb{R}^n$ . Spazi vettoriali euclidei. Modulo di vettore. Disuguaglianza di Minkowskj e di Schwarz. Angolo di due vettori. Basi ortonormali e matrici ortogonali. Proprietà delle matrici ortogonali. Ortonormalizzazione di Gram-Schmidt. Endomorfismi simmetrici di uno spazio vettoriale euclideo sui reali: autovalori ed autovettori. Diagonalizzazione di un endomorfismo simmetrico tramite matrici ortogonali. Trasformazione del piano e dello spazio: traslazioni, rotazioni, isometrie, omotetie, affinità.

**Geometria euclidea del piano e dello spazio.** Piano euclideo e spazio euclideo: distanza di due punti. Condizione di ortogonalità di due piani nello spazio, di due rette nel piano e nello spazio, di retta nel piano e nello spazio. Coseni direttori di una retta orientata. Significato geometrico dei coefficienti dell'equazione di un piano. Angolo di due rette. Angolo di due piani. Angolo tra retta e piano. Distanza di un punto da una retta. Distanza di un punto da un piano. Minima distanza tra due rette sghembe e retta di minima distanza. Cambiamenti di riferimento ortonormale.

**Retta e piano ampliati.** Punti impropri di una retta. Retta impropria di un piano. Coordinate cartesiane omogenee del piano. Equazione in coordinate omogenee di una retta del piano.

**Curve e luoghi geometrici del piano.** Curve piane e loro rappresentazioni analitiche. Punti semplici e singolari di una curva. Le coniche: diametri, centro, asintoti, assi, vertici, fuochi, direttrici, eccentricità, classificazione delle coniche e loro equazioni canoniche.



## GEOMETRIA E ALGEBRA I

**Prof.ssa R. Rota**

Insiemi. Sottoinsiemi. Operazioni fra insiemi. Relazioni su un insieme. Relazioni di equivalenza. Relazione di congruenza mod  $m$ . Insieme quoziente. Insieme delle classi resto mod  $m$ . Massimo comun divisore di due interi. Algoritmo euclideo. Identità di Bézout. Congruenze lineari. Relazioni d'ordine. Reticoli.

Applicazioni fra insiemi. Permutazioni. Gruppi. Sottogruppi. Teorema di Lagrange. Omomorfismi fra gruppi. Gruppi ciclici. Anelli. Anello delle classi resto mod  $m$ . Corpi. Campi. Ideali. Ideali principali. Polinomi. Anello dei polinomi a coefficienti in un

campo. Divisione fra polinomi. Massimo comun divisore di due polinomi. Algoritmo euclideo. Omomorfismi di anelli. Algebre di Boole. Matrici. Operazioni fra matrici. Determinante di una matrice quadrata. Proprietà dei determinanti. Regola di Sarrus. Teorema di Laplace. Minori di una matrice. Rango di una matrice. Teorema degli orlati. Matrice aggiunta. Matrice trasposta. Matrice inversa. Matrici diagonali. Matrici triangolari. Riduzione di una matrice a gradini. Matrici ortogonali e proprietà. Sistemi lineari. Sistemi omogenei. Sistemi equivalenti. Sistemi compatibili. Sistemi quadrati. Teorema di Cramer. Teorema di Rouché-Capelli. Determinazione delle soluzioni di un sistema compatibile. Metodo di eliminazione di Gauss. Spazi vettoriali. Sottospazi. Dipendenza ed indipendenza lineare. Base di uno spazio vettoriale. Dimensione di uno spazio vettoriale. Cambiamenti di base. Applicazioni lineari fra spazi vettoriali. Applicazione lineare associata ad una matrice. Matrice associata ad un'applicazione lineare. Matrici simili. Autovettori ed autovalori di un endomorfismo di uno spazio vettoriale. Autospazio relativo ad un autovalore. Polinomio caratteristico. Molteplicità algebrica e molteplicità geometrica di un autovalore. Diagonalizzazione di un endomorfismo. Prodotti scalari: teoria generale. Matrice simmetrica associata ad un prodotto scalare. Basi ortogonali e ortonormali. Procedimento di ortogonalizzazione di Gram-Schmidt. Endomorfismi simmetrici e loro diagonalizzazione. Elementi di geometria affine ed euclidea del piano e dello spazio.

**Testi adottati:** R.Procesi, R.Rota, Lezioni di geometria e algebra, Ed. Accademia; R.Procesi, R.Rota, Algebra Moderna, Esercizi, Ed. Masson; R.Procesi, R.Rota, Algebra Lineare, Esercizi, Ed. Masson

## ▶ GEOMETRIA E ALGEBRA II Prof.ssa M. G. Murciano

- 1) **Complementi di Algebra.** Campi di Galois. Sottostrutture nei campi di Galois. Equazioni nei campi di Galois.
- 2) **Complementi di Geometria.** Spazi e proiettivi finiti. Piani affini e proiettivi non desarguesiani. Quadrati greco-latini.
- 3) **Teoria dei codici.** Codici lineari. Matrici di controllo. Codici di Hamming. Codici ciclici e generalizzazioni.
- 4) **Crittografia.** Elementi di storia della Crittografia. I registri a scorrimento. Problemi di autenticazione. Codici a chiave pubblica.
- 5) **Disegni e applicazioni.** Teoria dei disegni e schemi di soglia. Elementi di zero-knowledge.

## ▶ IDRAULICA Prof. M. Morganti

**Premesse.** Proprietà fisiche dei fluidi; schema del mezzo continuo. Cinematica. Campi di velocità e accelerazione; concetto di derivata materiale, teorema del trasporto; moti turbolenti.





**Dinamica.** Forze di massa e di contatto; tensore degli sforzi; equazioni di conservazione e bilancio in forma integrale e indefinita.

**Idrostatica.** Sistemi fluidi in quiete o in equilibrio relativo; spinte idrostatiche.

**Fluidi ideali. Ipotesi di fluido perfetto; equazione di Eulero; teorema di Bernoulli.**

**Fluidi reali.** Effetti dissipativi nel moto dei fluidi reali; equazione di bilanci della quantità di moto in forma "globale".

**Correnti in pressione.** Moto uniforme: legge di Darcy-Weisbach, funzione di resistenza; reti di condotte. Moto permanente: condizioni distribuite e localizzate. Moto vario: cenni sul fenomeno del colpo d'ariete.

**Correnti a superficie libera.** Classificazione delle correnti lineari. Moto uniforme: legge di Chezy; scale dei deflussi. Moto permanente: fenomeni localizzati, risalto idraulico; moto permanente lineare: equazione dei profili di rigurgito.

**Foronomia.** Luci a battente e a stramazzo; velocità di efflusso torricelliana; integrale delle portate.

**Moti filtranti.** Mezzi porosi; moti di filtrazione, legge di Darcy; falde freatiche e artesiane; trincee filtranti e pozzi.

**Testi consigliati:** E. Marchi e A. Rubatta. Meccanica dei Fluidi—principi e applicazioni idrauliche, UTET Editore. Materiale didattico a cura del docente.



## IDRODINAMICA

Prof. P. Mele

Corso di Laurea

**Premesse.** Schema continuo. Discontinuità e celerità di propagazione. Derivate sostanziali e teorema del trasporto.

**Meccanica del continuo.** Proprietà e grandezze meccaniche distribuite nel corpo fluido; densità delle grandezze meccaniche. Bilancio di massa ed equazione di continuità per correnti fluide.

**Dinamica.** Forze esterne di corpo e di contatto; fluidi ideali e reali.

**Schemi monodimensionali.** Moto uniforme di correnti liquide in pressione. Indice di resistenza nelle condotte. Moto permanente nelle condotte. Sistemi di reti idrauliche. Moto vario elastico: Caratteri generali degli integratori di moto. Condizioni al contorno, risoluzione numerica. Correnti a polo libero: Analogia gas-idrodinamica, classificazioni delle correnti a polo libero, shock e risalto, classificazione dei canali, moto uniforme, permanente e cenni sul moto vario.

**Schema tridimensionale.** Cinematica: definizioni, potenziali di Stokes, variazioni spaziali del campo di velocità, vorticità.

**Dinamica.** Tensore degli sforzi, equazioni di bilancio delle quantità di moto e dell'energia cinetica. Fluidi in quiete. Fluidi ideali. Moti irrotazionali. Fluidi reali e viscosi.

**Stabilità idrodinamica. Turbolenza.** Valori medi e diffusività turbolenta. Tensore di Reynolds. Equazioni di Reynolds. Energia cinetica turbolenta. Distribuzione spettrale. Cenni sui modelli numerici. Strato limite turbolento e moto uniforme turbolento.

**Similitudine meccanica e modelli fisici.**

Corso di Diploma

**Premesse.** Schema continuo. Discontinuità e celerità di propagazione. Derivate sostanziali e teorema del trasporto.

**Meccanica del continuo.** Proprietà e grandezze meccaniche distribuite nel corpo fluido; densità delle grandezze meccaniche. Bilancio di massa ed equazione di continuità per correnti fluide.

**Dinamica.** Forze esterne di corpo e di contatto; fluidi ideali e reali.

**Idrostatica.** Deflussi privi di velocità di deformazione, spinte su superfici piane e non piane, galleggianti, equilibrio relativo.

**Schemi monodimensionali di fluidi ideali.** Il fluido ideale e l'equazione di Eulero nello schema mono-dimensionale e per un campo di forza a potenziale. Il carico idraulico e l'equazione di Bernouilli (per tubi di flusso). Applicazioni: tubo di Pitot, bocca a battente, svuotamento serbatoio, sifone, venturimetro, tubo diffusore di una turbina. Calcolo della spinta e del momento della spinta. Applicazioni: accoppiamento pala getto, condotta curva, reazione d'efflusso e propulsione a getto, mulinello idraulico, corpo investito da una corrente, velocità del suono e lo schema di fluido incompressibile.

**Schemi monodimensionali di fluidi reali.** Resistenza al moto e il deflusso laminare o turbolento di correnti fluide.

**Moto uniforme in pressione:** indice di resistenza nelle condotte. Condotte lisce, scabre e commerciali. Problemi pratici nelle condotte in moto uniforme Reti di condotte. Problema di verifica Moto permanente nelle condotte. Perdite di carico localizzate. Problemi pratici di moto permanente nelle condotte e nelle reti idrauliche. Moto vario elastico: Caratteri generali degli integrali del moto. Condizioni al contorno. Risoluzione numerica col metodo delle caratteristiche. Correnti a pe/o libero: Deflusso a pelo libero. Moto uniforme e scale di deflussi. Correnti veloci e lente. Analogia gas-idrodinamica.

## ► IDROLOGIA

**Prof. A. Fiori**

Ciclo idrologico. Elementi di statistica idrologica: operazioni logiche sugli eventi; probabilità; variabili aleatorie; distribuzioni di probabilità; variabili aleatorie multiple, inferenza statistica; generazione delle serie sintetiche; controllo delle ipotesi. Serie temporali: analisi della tendenza, della periodicità, della persistenza; serie prive di persistenza; serie dotate di persistenza: modelli Box-Jenkins. Modelli multivariati. Precipitazioni. Evapotraspirazione.

Circolazione idrica nel sottosuolo: zona satura: equazione dei moti filtranti; soluzioni dell'equazione del moto alle differenze finite e agli elementi finiti. Circolazione idrica nel sottosuolo: zona d'aerazione: carico capillare; moto laminare nei mezzi filtrati non saturi; pedofunzioni; problema monodimensionale: soluzioni analitiche e soluzioni numeriche alle differenze finite. Deflusso a superficie libera: equazioni del moto; soluzione delle equazioni del moto alle caratteristiche e alle differenze finite; modelli semplificati. Bacino imbrifero. Perdite idrologiche. Scorrimento



superficiale. Portate di base. Trasformazione afflussi-deflussi: modelli integrali concentrati: metodo dell'idrogramma unitario; modelli concettuali lineari; idrogramma unitario istantaneo geomorfologico; modelli non lineari; modelli distribuiti. Laghi. Dinamica fluviale. Stabilità dei versanti. Qualità delle acque sotterranee: equazione del trasporto; soluzione alle differenze finite. Qualità delle acque superficiali; inquinamento; modelli del primo ordine; simulazione degli ecosistemi idrici.

## IMPIANTI DI ELABORAZIONE

**Prof. G. Di Battista**

Classificazione delle reti di calcolatori. Il modello di riferimento ISO-OSI. Reti locali: Topologie, Metodi di accesso al canale trasmissivo, Ethernet e lo standard 802.3, Configurazione di reti Ethernet, Caratterizzazione delle prestazioni di reti Ethernet, Lo standard 802.5, FDDI, Funzioni e caratteristiche tecniche dei bridge, Politiche di gestione dei Bridge, Protocolli per la gestione dei Bridge, Dimensionamento di reti locali. Reti ad alta velocità. Reti geografiche: Cenni su X.25, Strati alti delle architetture di rete, TCP/IP e la rete Internet, Algoritmi di instradamento e router. Rapporto tra protocolli e politiche di routing. Internetworking e reti multiprotocollo. Lo standard ATM. ATM nelle reti locali. Architetture RISC: Pipelining, Gerarchie di memorie. Cenni sulle architetture e sugli algoritmi di calcolo parallelo.

Nelle esercitazioni pratiche sono in particolare trattati i seguenti temi:

- Uso di strumenti di rete: ftp, telnet, smtp, ping, traceroute.
- Verifiche del traffico su rete locale e geografica.
- Progettazione e realizzazione di pagine Html.
- Progettazione e realizzazione di file system distribuiti.
- Network File System.
- Progettazione di un mail server.
- Progettazione ed installazione di reti.
- Benchmark di architetture RISC.
- Studio degli effetti del pipelining sulle architetture.

## IMPIANTI MECCANICI

**Prof. P. Pelagagge**

La produzione industriale. L'impianto e l'impresa industriale. Fattori della produzione. Struttura dei sistemi di produzione e classificazione delle imprese industriali. Matrici di Hayes. Sistemi job shop, line, batch, continui. Linee di assemblaggio. Gli strumenti della innovazione di processo e prodotto. La fasi della pianificazione di impianti industriali. Lo studio di fattibilità. Studio mercato e prodotto Studio del processo. Preventivi tecnici economici e finanziari. Principi di valutazione della redditività: la funzione della produzione. Ottimizzazione del mix di fattori della produzione. Classificazione dei costi. Equilibrio della impresa nel breve periodo. Grandezze margina-

li. Ammortamento. Vita economica di una iniziativa industriale. Indici di redditività. Analisi economica differenziale. Analisi di sensibilità economica e del rischio. Il bilancio. Problemi di ottimizzazione. La programmazione lineare. Elementi di calcolo della probabilità e statistica. La tecniche reticolari nella progettazione, realizzazione ed esercizio degli impianti industriali. Il PERT e il CPM. La sicurezza dei sistemi di produzione. Il quadro normativo. DL 626. Analisi dell'affidabilità. La teoria delle code. La simulazione. Scelta dei mezzi di produzione. Dimensionamento della capacità produttiva. Schema distributivo planivolumetrico (layout).

Principi di progettazione dei servizi generali di impianto. Collegamento tra servizi e tecnologie. Fattori di scelta. Costi di impianto e costi di esercizio. Efficienza dei servizi. Criteri generali di dimensionamento. Impianti di distribuzione dei fluidi. Tubazioni: classificazione e dimensionamento meccanico. Criteri di scelta di giunti, raccordi, organi di intercettazione e regolazione. Analisi dei costi per la determinazione del diametro ottimale. Verifiche di stabilità del sistema di tubazioni e delle strutture di supporto. Recipienti in pressione: descrizione, dimensionamento meccanico, ancoraggio al basamento. Aria compressa: usi e fabbisogni. Compressione ed essiccazione dell'aria. Dimensionamento delle reti di distribuzione. Acque industriali: usi, fabbisogni e caratteristiche. Trattamenti delle acque primarie. Trattamenti delle acque reflue. Effluenti gassosi. Impianti di aspirazione. Impianti di depurazione: meccanici, a filtrazione, elettrostatici. Smaltimento rifiuti industriali: piattaforme polifunzionali. Energia termica: usi e fabbisogni. Scambiatori di calore: classificazione e dimensionamento.

**Testi consigliati:** Raccolta di materiale bibliografico fornita dal docente.

F. Turco, Principi generali di progettazione di impianti industriali, Citt... Studi, Milano; A. Monte, Elementi di impianti industriali, vol. 1-2, edizioni Cortina, Torino; A. Pareschi, Impianti industriali, Progetto Leonardo, Bologna, a cura di A. Castagna e A. Roversi, Sistemi produttivi, ISEDI; A. Brandolese et al., Gestione della produzione industriale, Hoepli; M. Moore, Progettazione e e layout degli impianti, F. Angeli; F. Magee e D.M. Boodinan, Programmazione della produzione e controllo delle scorte, F. Angeli; E. Masturzi, Organizzazione e gestione della produzione, vol. 1,2,3, Liguori Editore; Autori vari, Manuale di gestione della produzione, IseDI; Autori vari, Impianti meccanici, vol. 1, 2, 3' CLUP Mi1aino; R. Raimondi, Principi di progeuazione dei servizi degli impianti, F. Angeli Milano; F. Cavalieri et al., Il Piping, F. Angeli Milano; A. Bonasso, L'aria compressa, F. Angeli Milano; A. Brandolese et al., Il servizio produzione calore ed energia, F. Angeli Milano; D. Annaratone, Recipienti in pressione, CLUP Milano; R. Kein, Process heat trasfer, McGraw-Hill.

► **INFORMATICA GRAFICA (C. d. S. Ing. Civile)**

**Prof. A. Paoluzzi**

**Il corso di Informatica grafica è suddiviso in due moduli:**

● il primo è comune sia agli allievi del corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile;



- il secondo modulo è riservato ai soli allievi del corso di laurea.

Il corso si prefigge di offrire una introduzione alle problematiche dei moderni sistemi di calcolo, oltre che di fornire gli argomenti fondamentali della grafica al calcolatore e una introduzione agli strumenti di disegno assistito più diffusi nel settore dell'ingegneria civile.

Il corso si concentrerà in particolare sui moderni ambienti di rete e fornirà tra l'altro una introduzione al linguaggio HTML per la preparazione di pagine Web. Il linguaggio di programmazione insegnato nel corso sarà il linguaggio Java.

#### Primo modulo

**Introduzione ai sistemi di elaborazione.** Internet e WWW. Generalità sulle tecnologie dell'informazione. Introduzione al linguaggio HTML. Sistemi di calcolo e CPU. Unità di ingresso/uscita. Memorie secondarie. Software. Word processing. Spreadsheet. Database. Ambienti di sviluppo software.

**Introduzione ai sistemi grafici.** Richiami di geometria e algebra. Introduzione alla grafica raster e vettoriale. Trasformazioni 2D/3D. Strutture gerarchiche. Proiezioni e pipeline 3D. Curve e splines. Superfici. Solidi. Sistemi grafici standard e commerciali. Introduzione a CorelDraw. Introduzione ad AutoCad.

#### Secondo modulo

**Introduzione alla programmazione geometrica.** Introduzione ad un ambiente funzionale di progettazione. Plasm. Grafica, modellazione, animazione in plasm. Esportazione nei formati VRML. Accesso ai dati e al linguaggio via Web.

**Introduzione alla programmazione in Java.** Introduzione a Java. Web programming. Java & JDK. Problem solving e programmazione. Ciclo di sviluppo di un programma. Variabili e operatori. Introduzione ai metodi. Flusso del controllo. Oggetti e classi. Ereditarietà. Interfacce. Introduzione a Java 3D.

**Testi consigliati:** D.P. curtin, K. Foley, K. Sen, C. Morin, Information Technology, Irwin & McGraw-Hill, Boston 1998; L.Lemay e R. Cadenhead, Java 1.2, Apogeo Editore, Milano 1998.

Materiali didattici a cura del docente.



#### INFORMATICA TEORICA Prof. G. Di Battista

Richiami su concetti matematici di base: insiemi, relazioni, funzioni, induzione, relazioni d'ordine e di equivalenza, pigeonhole principle, cardinalità di insiemi infiniti e numerabilità, insiemi non numerabili, cardinalità transfinita. Proprietà elementari dei linguaggi: operazioni su linguaggi, operatore di Kleene, espressioni regolari, cardinalità dei linguaggi. Grammatiche formali: grammatiche di Chomsky, e-pro-

duzioni, riconoscimento di linguaggi. Linguaggi regolari: automi a stati finiti, relazioni tra automi e linguaggi regolari, pumping lemma, chiusura dei linguaggi regolari, espressioni regolari e linguaggi regolari, decidibilità e linguaggi regolari, teorema di Myhill-Nerode. Linguaggi non contestuali: proprietà, forma normale di Chomsky, forma normale di Greibach, automi a pila, ambiguità, algoritmo di Cocke-Younger-Kasami. Macchine di Turing (MT) e Turing calcolabilità: funzionamento delle MT, MT multinastro, MT non deterministiche, descrizione linearizzata delle MT, MT universale, il problema della fermata, calcolabilità secondo Turing, linguaggi di tipo 0 e MT. Macchine a registri (RAM): modelli di costo per RAM, modello a costi uniformi, modello a costi logaritmici, RAM e MT. Teoria della complessità: tipologie di problemi, problemi di decisione, complessità e problemi di decisione su linguaggi, teoremi di compressione, classi di complessità, relazioni elementari tra classi di complessità, riducibilità, completezza, la classe NP, NP-completezza, esempi di problemi NP-completi.

## INGEGNERIA COSTIERA

Prof. L. Franco

- **Evoluzione storica dell'ingegneria marittima e costiera in Italia e nel Mediterraneo.**
- **Inquadramento attuale della disciplina in Europa.**

### 1) Oceanografia applicata

**Nozioni di oceanografia.** Morfologia del fondo marino; caratteristiche fisiche dell'acqua di mare; livello marino;

**Oceanografia dinamica.** Movimenti ondulatori; misura ed analisi del moto ondoso reale; regime dei venti e dei mari; previsione del moto ondoso; teoria lineare; rifrazione, diffrazione, riflessione e frangimento delle onde; sovrizzo di tempesta, sesse e tsunami; maree; correnti marine.

**Azioni esercitate dalle onde sulle strutture:** Spinte su pareti continue verticali; azioni su opere a gettata; spinte su ostacoli isolati (pali); risalita e tracimazione su pareti inclinate.

### 2) Dinamica dei litorali

Morfologia delle coste; dune; dinamica trasversale e longitudinale delle spiagge; trasporto solido litoraneo; profilo d'equilibrio; analisi granulometrica dei sedimenti; modellazione numerica dell'evoluzione della linea di spiaggia.

### 3) Interventi di difesa dei litorali

Opere aderenti; pennelli; barriere distaccate emergenti e sommerse; ripascimenti artificiali puri e combinati con strutture di contenimento; sistemi di bypass delle sabbie; dragaggi;

### 4) Ingegneria portuale

Classificazione dei porti; schemi planimetrici; criteri di progettazione; porti turistici. **Opere di difesa del moto ondoso.** Dighe frangiflutti: tipo "a scogliera" con e sen-



za muro paraonde; tipo verticale e composto; cassoni galleggianti.

5) Piattaforme offshore

## INGEGNERIA SANITARIA-AMBIENTALE

**Prof. G. Baruchello**

1) Fondamenti di ecologia

Cicli naturali. Concetto di inquinamento e tutela delle risorse

2) Gestione rifiuti solidi urbani

**Rifiuti urbani:** Quadro normativo di riferimento. Piani di smaltimento. Programmazione nazionale, regionale, locale per lo smaltimento. Servizi di igiene ambientale. Criteri di calcolo e dimensionamento - scelta dei sistemi - esempi applicativi.

**Impianti di trattamento rifiuti urbani:** Stoccaggio definitivo. Riciclaggio. Compostaggio. Termodistruzione. Impianti di valorizzazione residui. Criteri di progetto e dimensionamento - Scelta dei processi - esempi applicativi.

**Rifiuti speciali e pericolosi:** Stoccaggio definitivo. Inertizzazione. Trattamenti chimici e fisici. Termodistruzione. Criteri di progetto e dimensionamento. Scelta dei processi. Esempi applicativi.

**Bonifiche ambientali:** Normativa di riferimento. Tecniche in-site, off-site. Criteri di qualità dei terreni post bonifica alternative tecnologiche di intervento, criteri di scelta, analisi delle metodologie, esempi applicativi.

3) Gestione rifiuti liquidi

Normativa di riferimento. Analisi di caratterizzazione. Sistemi di trattamento: fisici, chimici, biologici. Sistemi e processi innovativi. Criteri di dimensionamento. Scelta del processo. Trattamento reflui industriali: particolarità, criteri di trattamento.

4) Trattamento aeriformi

Normativa di riferimento. Caratteristiche qualitative. Indici di nocività. Modelli di dispersione. Sistemi di abbattimento: a secco, ad umido, elettrostatici. Criteri di dimensionamento. Piani di monitoraggio.

5) Valutazione di impatto ambientale

Normativa di riferimento. Procedure operative. Esempi applicativi.

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE

**Prof.ssa M. Cialdea**

Il linguaggio Prolog.

**Soluzione di problemi mediante ricerca nello spazio degli stati.** Strategie di ricerca cieca ed euristica. Problemi di soddisfacimento di vincoli. Ricerca di soluzione a problemi mediante riduzione a sottoproblemi. Giochi a due avversari.

**Rappresentazione della conoscenza e ragionamento automatico.** Teorie del primo ordine. Rappresentazione di conoscenze in logica del primo ordine. Risoluzione e raffinamenti della risoluzione. Tableaux semantici. Logiche modali (cenni). Sistemi di produzione. Reti semantiche e frames. Sistemi esperti.

**Pianificazione.** Il linguaggio STRIPS per la rappresentazione di stati e azioni. Ricerca nello spazio degli stati e nello spazio dei piani. Decomposizione gerarchica.

**Calcolo simbolico.** Aritmetiche esatte e libere da errore. Algebra dei polinomi. Tecnica dell'immagine omomorfa. Algoritmi algebrici: GCD, EEA, CRA. Metodi di costruzione p-adica. Soluzione di equazioni polinomiali. Integrazione formale. Sistemi di calcolo simbolico.

#### **Un argomento a scelta tra quelli seguenti**

- Metodi per mantenere la consistenza di una base di dati.
- Ragionamento incerto.
- Apprendimento automatico.
- Elaborazione del linguaggio naturale.
- Reti neurali.

**Libri di testo:** I. Bratko. Programmare in Prolog per l'intelligenza artificiale, Masson-Addison- Wesley, 1988; S. Russel, P. Norvig. Artificial Intelligence. A modern approach, Prentice Hall, 1995; A. Miola, C. Limongelli, Appunti delle lezioni di Calcolo Simbolico.

## **INTERAZIONE FRA LE MACCHINE E L'AMBIENTE**

**Prof. Giancarlo Chiatti**

Il corso affronta le problematiche dell'interazione fra le macchine e i sistemi per la conversione dell'energia e l'ambiente. Esso si propone di fornire uno strumento metodologico per la caratterizzazione delle macchine in relazione ai livelli e alle tipologie di interazione con l'ambiente analizzando in dettaglio gli aspetti di maggior interesse applicativo e normativo.

- Tipologia e fenomenologia delle interazioni fra macchine e ambiente. Emissioni gassose, liquide e solide. Rumore e vibrazioni. Fughe di sostanze nocive. Caratteristiche dei fluidi in ingresso alle macchine e sistemi energetici e valutazione della loro influenza sulle prestazioni.
- Cenni alla classificazione dell'atmosfera in base ai meccanismi diffusionali, alla stratificazione termica, alla configurazione chimica. Caratterizzazione ed analisi delle specie inquinanti di derivazione antropica. Principali meccanismi di formazione degli inquinanti in relazione ai processi di combustione e di altro tipo che avvengono negli impianti per la conversione di energia. Effetto dell'inquinamento a grande e a piccola scala.
- Analisi della diffusione degli inquinanti gassosi nell'atmosfera. Dispersione atmosferica in relazione alle situazioni climatiche. Analisi dei contributi alla dispersione di tipo termico e cinetico. Caratterizzazione delle condizioni di stabilità, instabilità e inversione termica atmosferica. Dispersione delle particelle solide e li-



guide in correnti gassose. Modelli di dispersione climatologica. Modelli con sorgenti di inquinamento puntuali, lineari e superficiali. Modelli per la valutazione dell'inquinamento in ambienti confinati. Applicazioni al calcolo delle concentrazioni di specie inquinanti in ambiente urbano ed industriale.

- Previsione e misura delle emissioni acustiche di macchine e sistemi energetici. Tecniche di rilevazione e metodologie di abbattimento. Influenza sulle prestazioni di macchine ed impianti degli interventi per il controllo e soppressione delle emissioni acustiche.

- Normativa nazionale ed internazionale. Principi ispiratori della normativa. Implicazioni tecniche ed economiche dei vincoli imposti dalla normativa.

- Analisi delle emissioni di maggior interesse applicativo e normativo degli impianti termoelettrici a vapore di tipo convenzionale, degli impianti con turbine a gas a ciclo semplice e combinato e degli impianti fissi e mobili con motori a combustione interna alternativi.



## MACCHINE

**Prof. G. Cerri**

Lo scopo del corso è quello di fornire agli allievi criteri e metodi per effettuare lo studio delle macchine elementari e degli impianti di conversione del calore in lavoro. Nel corso vengono analizzate le macchine e gli impianti di conversione più importanti, ne vengono messi in risalto i limiti connessi con la natura dei fluidi impiegati e con le sollecitazioni termiche e meccaniche nei componenti critici.

### Programma del corso

Generalità. Definizioni e classificazioni. Analisi delle trasformazioni di compressione e di espansione. Aspetti tecnici della conversione del calore e utilizzazione delle fonti energetiche naturali. Impianti a vapore e a gas. Principi di funzionamento delle macchine volumetriche e dinamiche. Macchine alternative per la compressione e l'espansione dei fluidi. Turbomacchine motrici assiali e radiali (idrauliche, a vapore e a gas). Turbomacchine operatrici assiali e radiali (pompe, compressori e ventilatori). Cenni sulle macchine impiegate nella propulsione. Motori a combustione interna ad accensione comandata e diesel: parametri che ne influenzano le prestazioni.

**Testi consigliati:** C. Caputo, Impianti motori termici, Ed. ESA; C. Caputo, Motori a combustione Interna, Ed. ESA; C. Caputo, Le turbomacchine, Ed. ESA; O. Acton, C. Caputo, Introduzione allo studio delle macchine, Ed. UTET; A. Beccari, C. Caputo, Motori termici volumetrici, Ed. UTET; D. Giacosa, Motori endotermici, Ed. U. Hoepli.



## MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

**Prof. G. Cerri**

Cinematica applicata: struttura e criteri di rappresentazione, isomorfismo delle ca-

tene cinematiche. Metodologie di analisi e sintesi cinematica dei meccanismi. Teoria di Chebyshev. Dinamica applicata: forze agenti nelle macchine, equilibrio, bilancio energetico. Resistenze passive. Teoria della lubrificazione idrodinamica. Trasmissione del moto: ingranaggi. Regolazione delle macchine: volani e regolatori. Equazioni di Lagrange. Vibrazioni meccaniche dei sistemi ad uno e due gradi di libertà. Velocità critiche flessionali. Oscillazioni torsionali. Robotica.

**Testi consigliati:** Di Benedetto, E. Pennestri, Introduzione alla cinematica dei Meccanismi, vol.1,2., Casa Editrice Ambrosiana, Milano 1993; Scotto Lavina, Lezioni di Meccanica Applicata alle Macchine, Ed. Siderea, Roma; Scotto Lavina, Applicazioni di Meccanica alle Macchine, Ed. Siderea, Roma; Malvano, F. Vatta, Dinamica delle Macchine, Ed. Levrotto & Bella, Torino; Ghigliazza, C. U. Galletti, Meccanica Applicata alle Macchine, Ed. UTET; Funaioli, A. Maggiore, U Meneghetti, Lezioni di Meccanica applicata alle macchine, vol. 1 e Vol 2, Ed. Patron.

## MECCANICA DEI SOLIDI

**Prof. A. Di Carlo**

L'insegnamento di Meccanica dei Solidi è rivolto a chi intenda approfondire fondamenti fisico-matematici dei modelli meccanici introdotti negli insegnamenti di Scienza delle Costruzioni e di Teoria delle Strutture.

**Il corso ha carattere monografico.**

Nell'anno accademico 1999/2000 esso sarà dedicato ad introdurre e ad illustrare i procedimenti di identificazione costitutiva, mediante i quali i parametri costitutivi di un modello vengono correlati a quello di un altro. Saranno considerate molteplici e variegate applicazioni, dalla meccanica delle murature all'eletto-meccanica dei gusci multistrato, alla bio-meccanica dei vasi sanguigni.

## MECCANICA DEL VOLO

**Prof. M. Gennaretti**

Prima parte: Velivolo=punto materiale

Prestazioni: velivolo assimilato a punto materiale soggetto a forza peso, forze aerodinamiche e propulsive. Forze aerodinamiche stazionarie: portanza, resistenza, polare del velivolo. Potenza disponibile, necessaria, regimi di volo lento e veloce. Autonomia oraria e chilometrica. Studio dei regimi di salita: salita rapida e salita ripida - studio della virata corretta. Fattore di carico in virata corretta, in manovra di richiamata, in presenza di raffica verticale (teoria elementare) e definizione del diagramma di manovra. Volo librato: odografa del moto e assetti di massima autonomia oraria e chilometrica. Studio delle fasi di decollo ed atterraggio.

Seconda parte: Velivolo=corpo rigido: modellazione.



Equazioni della dinamica del velivolo: equazione della quantità di moto e del momento della quantità di moto, angoli di Eulero, assi corpo, assi vento, assi di stabilità, linearizzazione attorno alla condizione di volo livellato uniforme. Forze aerodinamiche non stazionarie: funzioni di trasferimento aerodinamiche e derivate di stabilità. Disaccoppiamento della dinamica longitudinale e laterale.

Terza parte: Velivolo=corpo rigido: soluzione

Elementi di dinamica dei sistemi; trasformata di Laplace. Analisi di stabilità del velivolo: modo fugoide, modo di corto periodo, dutch roll e modo spirale. Risposta alla raffica deterministica e stocastica. Teoria del controllo ottimo per sintesi di leggi di controllo atte alla stabilizzazione del velivolo e alla riduzione degli effetti di raffica.

## MECCANICA RAZIONALE

Prof. L. Morino

- Dinamica punto materiale Punto libero: Seconda equazione di Newton. Forze conservative, potenziali e irrotazionali; energia potenziale. Equazione dell'energia. Sistemi di equazioni differenziali lineari; diagonalizz. (caso 1:  $M=I$ ). Equilibrio e stabilità in termini dell'energia potenziale. Punto vincolato: Reazioni vincolari. Punto vincolato su traiettoria

- Dinamica N-particellare. Eq. della quantità di moto. Eq. del momento della quantità di moto. Eq. dell'energia; teorema di Koenig. Moto del baricentro e attorno al baricentro. Sistemi di eq. diff. lineari; diagonalizzazione (caso 2:  $M.ne.I$ ). Cinematica e dinamica in sistemi di riferimento mobili. Formule di Poisson (2D e 3D). Velocità relativa e di trascinamento. Centro istantaneo di rotazione. Accelerazione relativa, di trascinamento e di Coriolis. Derivata temporale di vettori in sistemi di rif. Mobili. Cinematica, statica e dinamica del corpo rigido. Cinematica del corpo rigido; cinematismi. Estensione da N particelle a continuo; corpo rigido. Statica del corpo rigido; risultante di forze e momento. Matrice momenti d'inerzia; teorema di Huyghens. Momento della quantità di moto e velocità angolare. Energia cinetica attorno al baricentro e velocità angolare. Equazioni di Eulero. Stabilità di rotazioni attorno agli assi principali d'inerzia; Moti alla Poinsot; ellisoide d'inerzia.

- Equazioni di Lagrange. Moto di un punto su superficie. Equilibrio; linearizzazione; stabilità.

## MECCANICA RAZIONALE (C. d. S. Ing. Civile)

Prof. M. Gennaretti

**Cinematica del punto.** Moto armonico, moto armonico smorzato, risonanza.

**Dinamica del punto materiale.** Seconda legge di Newton, punto libero, punto vincolato, accelerazione su traiettoria assegnata, vincoli lisci e scabii.

**Teoremi per l'energia meccanica.** Campi di forze conservativi, energia cinetica, lavoro, potenza, energia potenziale.

**Equilibrio e stabilità dell'equilibrio.**

**Dinamica dei sistemi particellari.** Terza legge di Newton, centro di massa, equazione della quantità di moto, equazione del momento della quantità di moto.

**Teoremi per l'energia meccanica.** Teorema di Koenig, teoremi per il moto attorno al centro di massa.

**Cinematica del corpo rigido.** traslazioni, rotazioni velocità angolare, formule di Poisson.

**Distribuzione delle velocità e delle accelerazioni.** Centro istantaneo di rotazione, asse istantaneo di rotazione.

**Moti rispetto a riferimenti diversi.** Velocità assoluta, relativa di trascinamento, accelerazione assoluta, relativa, di trascinamento, di Coriolis.

**Dinamica del punto materiale in riferimenti inerziali e non inerziali.** Forze apparenti, classi Galileiane di riferimenti.

**Dinamica del corpo rigido.** Equazione della quantità di moto, momenti di inerzia, ellissoide di inerzia, teorema di Huyghens, equazione del momento della quantità di moto.

**Equazioni di Eulero Teoremi per l'energia meccanica.**

**Dinamica dei sistemi di corpi rigidi.** Equazioni di Lagrange.

**Elementi di meccanica delle verghe e dei fili.**

## ▶ METALLURGIA

**Prof. G. Buzzichelli**

Prima parte: Metallurgia fisica e meccanica degli acciai.

Richiami di cristallografia e termodinamica dei materiali metallici. Difetti reticolari; di punto, di linea, superficie e volume. Deformazione plastica: snervamento, incrudimento, tessiture di deformazione.

Meccanismi di rafforzamento; affinamento del grano, soluzione solida, precipitazione di seconde fasi. Diffusione e trasformazioni di fase allo stato solido: nucleazione e crescita, trasformazione martenisitiche. Riassetto e ricristallizzazione. Tessiture di ricristallizzazione. Proprietà meccaniche; meccanismi di frattura. Proprietà meccaniche; meccanica della frattura e fatica. Tecniche analitiche e di prova. Elementi dell'application engineering: formabilità, giuntabilità, interazione con l'ambiente.

Seconda parte: Elementi di processi di fabbricazione dell'acciaio.

Ciclo integrale e acciaieria elettrica. Elementi di processi d'affinazione dell'acciaio liquido. Colata continua: tecniche di colaggio, colaggio in sottile. Processi di laminazione a caldo e a freddo; le innovazioni sostanziali. Trattamento termomeccanico e progettazione metallurgica.

## ▶ METODI MATEMATICI PER L'INGEGNERIA

**Prof. A. Laforgia**

Funzioni di variabile complessa. Funzioni analitiche. Funzioni armoniche. Teoremi



integrali di Cauchy. Teorema dei residui. Applicazioni. Sviluppo di Taylor e di Laurent. Zeri, poli, singolarità polari. Punti di diramazione, singolarità essenziali. Indicatore logaritmico. Applicazioni. Teoria della misura secondo Lebesgue. Trasformate integrali. Trasformata di Laplace. Esempi. Esistenza, proprietà, regole di trasformazione. Formula di inversione. Trasformata di Fourier. Esempi. Esistenza, proprietà, regole di trasformazione. Formula di inversione. Funzione impulsiva di Heaviside. Funzione delta di Dirac. Trasformata Z. Esempi. Esistenza, proprietà, regole di trasformazione. Formula di inversione. Relazione con la trasformata di Laplace. Funzioni speciali. Equazioni differenziali ordinarie del 2° ordine. Il problema di Sturm-Liouville. Ortogonalità delle relative autofunzioni. Risoluzione per serie di potenza. Applicazioni. Polinomi di Legendre, Bessel, Gaus, Hermite, Chebicev. Equazioni integrali lineari. Equazione di Fredholm di seconda specie. Operatori di Fredholm in  $R^2$ . Risoluzione col metodo delle approssimazioni successive. Serie di Neumann. Teorema di esistenza ed unicità. Equazione integrale di Volterra. Esercizi. Applicazioni.

**Testi di riferimento:** A. Ghizzetti, F. Mazarella, A. Ossicini, Lezioni di complementi di matematica, Ed. Masson; V.I. Smirnov, Corso di Matematica superiore III, parte II, Editori Riuniti.



## MICROELETTRONICA

**Prof. G. Schirripa Spagnolo**

**Prerequisiti:** Calcolatori elettronici, Elettronica dei sistemi digitali.

Primo modulo

### Microprocessori - Fondamenti

**Introduzione:** Tipi di microprocessori; Architettura di un microprocessore, Architettura CISC, Architettura RISC, Architettura Von Neumann, Architettura Harvard.

Il microprocessore: Struttura generale e funzionamento base di un microprocessore; ALU (Arithmetic and Logic Unit); Clocks; Registri; Unità di controllo; CPU Bus e System Bus, Interrupt; Sistemi di I/O; Dispositivi di memoria.

**Basi software:** Set di istruzioni di un microprocessore; Formato dei dati; Formato delle istruzioni; Metodi di indirizzamento.

**Progetto di un sistema a microprocessore:** Sistemi di sviluppo; Criteri generali di progetto; Sistemi di interfaccia; Esempi e applicazioni.

**Laboratorio:** Sono previste alcune attività di laboratorio finalizzate alla conoscenza e all'uso di microprocessori single-chip.

**Testi di riferimento:** Gene H. Miller - Microcomputer Engineering – Prentice Hall (Upper Saddle River, New Jersey, 1998)

M. Predko - Handbook of Microcontrollers – McGraw-Hill (New York, 1998)

P. Spirito - Elettronica Digitale – McGraw-Hill Libri Italia (Milano, 1998)

Secondo modulo

### Microprocessori avanzati

**Dispositivi di memoria per un sistema a microprocessore:** RAM; ROM; EPROM; EEPROM; Flash; DRAM; Rambus; SDRAM; gerarchia della memoria.

Bus per il collegamento di dispositivi esterni al microprocessore: USB (Universal Serial Bus); SCSI (Small Computer System Interface); ISA (Industry Standard Architecture Bus); PCI (Peripheral Component Interconnect Bus); AGP (Advanced Graphic Port)

**Architetture dei microprocessori avanzati:** Introduzione; Il Pentium (Famiglia Intel P6); Famiglia Sun SPARC; Intel IA-64; Architetture a multiprocessore.

**Testi di riferimento:** D. Tabak – Advanced Microprocessors 2nd ed. McGraw-Hill (New York, 1998). B. Price – Semiconductor memories – John Wiley & Sons (Chichester, England, 1996). B. Shriver and B. Smith – The Anatomy of a High-Performance Microprocessor A System Perspective – IEEE Computer Society Press (Los Alamitos, CA, 1998)

Per maggiori dettagli, si può consultare il sito internet:  
<http://dau.ing.univaq.it/~laser/Microel/Microit.htm>

### MICROONDE

**Prof. L. Vegni**

Teoria elettromagnetica della propagazione nelle strutture guidanti utilizzate nella tecnica delle microonde: guida d'onda, cavi coassiali, linee bifilari, linee a striscia, microstrisce. Modi di propagazione, frequenze di taglio, attenuazione, velocità di fase, velocità di gruppo, impedenza d'onda, correnti superficiali. Potenza trasportata dai singoli modi, proprietà di ortogonalità, modi degeneri. Potenza massima trasportabile. Rappresentazione dei modi nelle strutture guidanti mediante linee di trasmissione equivalenti: possibili scelte per definire tensioni e correnti equivalenti ai singoli modi, circuiti equivalenti. Linee di trasmissione: propagazione, riflessioni, metodi grafici e numerici per realizzare l'adattamento di impedenza. Linee accoppiate: proprietà di propagazione dei modi pari e dispari. Cavità risonanti: Modi e frequenze di risonanza, circuiti equivalenti. Cavità sintonizzabili. Esempi realizzativi. Metodologie di studio dei circuiti a microonde: scelte e definizioni dei parametri che caratterizzano il comportamento alle bocche. Matrici di ammettenza, impedenza, scattering, trasmissione, trasferimento. Proprietà generali per circuiti ad N bocche lineari, passivi e privi di perdite. Reciprocità e simmetria delle matrici. Studio generale dei circuiti ad una bocca: analisi e sintesi per strutture ideali o con perdite. Circuiti equivalenti per cavità risonanti accoppiate a strutture guidanti. Il circuito equivalente nel caso di presenza di perdite. Descrizione del comportamento, realizzazione tecnologica e principali applicazioni strutture a più bocche: 2 bocche: Attenuatori, sfasatori, cavità in trasmissione, trasformatori di impedenza, isolatori. 3 bocche: T, circolatori, Baluns. 4 bocche: Accoppiatori direzionali, giunzioni ibride, Mixer bilanciati, ponti riflettometrici. Propagazione nella ferrite magnetizzata e principali componenti non



reciproci: Tensore di permeabilità, risonanza giromagnetica, effetto Faraday, birifrangenza, isolatori, circolatori, giratori, filtri sintonizzabili.

**Testi di riferimento:** R.E. Collin, Foundations for microwave engineering, McGraw-Hill, 1966; T. C. Edwards, Foundations for microstrip circuit design, John Wiley, 1983; S. Y. Liao, Microwave devices and circuits, Prentice-Hall, 1990; A.J. Baden Fuller, Microwaves, Pergamon Press, 1990.

Appunti a cura del docente.

## MISURE ELETTRONICHE

**Prof. M. Caciotta**

**Definizione di misura. Algoritmo generale di misura.** Definizione del concetto di qualità.

**Teoria rappresentazionale:** elementi della teoria; misure assolute; scale di identità; scale di rango; scale estensive. Costruzione dell'identità. Trasformazioni ammissibili. Misure indirette.

**Sistemi di unità di misura:** sistema minimale.

**Sistema Internazionale:** unità di lunghezza, di massa, di tempo, di corrente.

**Campioni campionati in ambito elettrico:** resistenza elettrica, forza elettromotrice.

**Campioni calcolabili:** induttanza, mutua induttanza, capacità.

**Campioni criogenici:** volt Josephson, resistenza ad effetto Hall quantistico.

**Prospettive metrologiche. Sistemi automatici di calibrazione. Normativa. Rimozione dell'arbitrarietà di misura:** generalità ed origine della norma; organizzazione normativa; accreditamento; certificazione. Metodi di misura: diretti; indiretti; di confronto. Grandezze e strumenti di misura. Incertezze: teorema di Wold; incertezza deterministica, incertezza casuale; parametri delle statistiche; media e sua stima, varianza e sua stima; distribuzione normale; valutazione di bontà delle stime;  $t$  di Student;  $c^2$  di Pearson; verifica di normalità; test "distribution free"; rappresentazione delle incertezze; algoritmo generale per la trattazione dei dati.

**Caratteristiche generali della strumentazione:** regime statico, periodico e transiente.

**Trasduttori:** varicap; varactor; IG-FET; J-FET; impedenze, partitori.

**Strumentazione analogica elettromeccanica:** generalità e classificazione in base alla coppia motrice; struttura meccanica; cenni al moto dell'equipaggio mobile; elettrodinamici e loro applicazioni; termici; cenni alle applicazioni degli strumenti ad induzione; cenni agli elettrostatici ed elettromagnetici.

**Stadi di ingresso:** instrumentation amplifiers; probes.

**High Quality Ground. Digital Ground.**

**Oscilloscopi:** Catode Ray Tube (cannone elettronico, lente elettrostatica, schermo, apparato di deflessione, post accelerazione); alimentatore; canale verticale; trigger; gestione della doppia base dei tempi.

**Voltmetri:** generalità; a valor medio raddrizzato; a valore di picco; a vero valore efficace; selettivi.

**Phase Locked Loop:** teoria; blocchi funzionali; applicazioni.

**Campionamento:** richiami di teoria; finestre di misura; aliasing; errore di tronca-

mento; maggiorante di Helms e Thomas.

**Strumenti analogici a campionamento:**

riduzione in banda base; limite di coerenza; procedura di sampling and hold; banda dell'oscilloscopio campionatore; voltmetro vettoriale.

**Strumentazione digitale:** generalità, comparatore analogico; multiplexer digitale; track-hold. Multiplexer analogici e demultiplexer digitali.

**Conversione analogica digitale:** generalità e classificazione. Conversione analogica digitale: generalità e classificazione.

**Conversione analogica digitale a coincidenza:** ampiezza-tempo, ampiezza-frequenza, a rampa multipla.

**Conversione digitale analogica:** seriale; parallela.

**Conversione analogica digitale a confronto diretto:** a scaloidi (a rampa e servo); ad approssimazioni successive; flash; sigma delta.

**Oscilloscopio digitale:** caratteristiche generali.

**Oscilloscopio digitale:** diagramma a blocchi; risoluzione; acquisizione in tempo reale ed in tempo equivalente; problemi di banda legati alla ricostruzione; campionamento "envelope mode".

Esercitazioni pratiche

- **Ponti di misura in continua:** Wheatstone.
- **Ponti di misura in alternata:** sensibilità; curve di azzeramento; De Sauty; Wien; Maxwell-Wien; Shering; Robinson; Owen; Anderson; Risonanza; Carey Foster.
- **Misure voltamperometriche industriali:** spostamento del wattmetro.
- **Misure di potenza e di frequenza industriale:** voltmetro, wattmetro, amperometro.
- **Misure di fase con l'oscilloscopio:** seno; tangente; sincronismo.
- **Misure di frequenza:** Lissajous; modulazione dell'asse z; battimenti. Misure su elementi non lineari: diodi; transistori; MOS.
- **Misure su amplificatori operazionali:** amplificazione a catena aperta; impedenza di ingresso; impedenza di uscita; bias; off-set, C.M.R.R., P.S.R.R.

► MISURE MECCANICHE, TERMICHE E COLLAUDI

Prof. T. D'Alessio

- Introduzione al corso, il concetto di misura, la catena di misura. Riferimenti bibliografici.
- I sistemi di unità di misura: grandezze fisiche, fondamentali e derivate.
- Equazioni dimensionali e fattori di conversione. Il sistema Internazionale: unità di misura.
- Errori/incertezze di misura. Trattamento statistico dei dati: elaborazione dei dati (cenni sulla teoria della probabilità: variabile aleatoria, distribuzione di probabilità, valori medi, varianza, distribuzioni, distribuzione normale), campione, istogramma, regressioni, test statistici
- Gli strumenti di misura, loro proprietà statiche e dinamiche. Problemi d'inserzione degli strumenti.



- Analisi dei segnali: sviluppo in serie di Fourier, trasformata di Fourier, risposta in frequenza, campionamento, aliasing.

Richiami su Amplificatori operazionali (invertenti, non invertenti, integratori, differenziali, amplificatore per strumentazione), loro uso. Filtri (passa basso, etc.). Filtri passivi, filtri attivi.

- L'elaborazione numerica delle misure: conversione A/D e D/A.

- Richiami su: Strumenti del 1° ordine, costante di tempo, risposta in ampiezza e fase - Strumenti del 2° ordine, pulsazione propria, coefficiente di smorzamento, risposta in ampiezza e fase. - Determinazione dei parametri caratteristici degli strumenti del 1° e 2° ordine.

- Sensori, fenomeni di trasduzione, loro caratteristiche: generalità.

- Sistemi a ponte: in continua, in alternata.

- Misure di deformazione: Estensimetri elettrici a resistenza, fattore di taratura.

- Problemi termici, compensazione. Applicazioni.

- Misure di forza: celle di carico, dinamometri. Misure di massa: bilance

- Misure di lunghezza (calibri, palmer, comparatori, potenziometri, vetri ottici). Trasduttori LVDT. Trasduttori induttivi.

- Misure di vibrazioni ed accelerazioni: Accelerometri piezoelettrici, amplificatori di carica. Risposta in frequenza, determinazione degli spostamenti a partire dalle accelerazioni. Applicazioni.

- Misure di pressione: manometri a liquido, metallici, elettrici, piezoelettrici.

- Misure di velocità nei fluidi: tubi di Pitot, anemometri a filo caldo. Misure di portata: loro effettuazione a partire da misure di velocità, metodi deprimogeni (venturimetri, boccagli, diaframmi).

- Misure di temperatura: scala termodinamica. La SIT 90. Termometri meccanici (a liquido, a gas, a lamina bimetallica).

- Termocoppie: principio di funzionamento, catena di misura. Termometri a resistenza: principio di funzionamento. Termistori. Applicazioni.

**Riferimenti bibliografici:** F. P. Branca, Misure Meccaniche, Editrice ESA; Complementi su Probabilità, Trattamento statistico dei dati, Affidabilità: T. D'Alessio, G. F. Meucci, R. Somma, I Metodi dell'Affidabilità, F. Angeli Ed.; Complementi su Sensori: P. Cappa, Sensori e Trasduttori per Misure Meccaniche e Termiche (2 voll.), Borgia ed.

## ► MODELLISTICA IDRAULICA

Primo modulo (Prof. P. Mele)

**Complementi di cinematica.** Tensore dei gradienti di velocità; vorticità; potenziali di Stokes; moti bidimensionali, funzione di corrente.

**Modelli rappresentativi del moto dei liquidi.** Moti irrotazionali: equazione cinematica e dinamica; rete del moto.

**Modello dei moti filtranti.** Schemi rappresentativi dei moti di filtrazione: modello di omogeneizzazione, equazioni dei moti filtranti; reticolo idrodinamico.

**Fluidi reali.** relazione costitutiva dei liquidi newtoniani; equazione di Navier. Moti

turbolenti: equazioni del moto medio, tensore di Reynolds; diffusione turbolenta; Strato limite turbolento; leggi di distribuzione della velocità.

**Modelli mono dimensionali di flussi - Correnti in pressione.** Moto vario elastico; metodo delle caratteristiche; colpo d'ariete. Correnti a pelo libero. Moto uniforme e scale deflussi; Profilo di pelo libero in moto stazionario; Moto vario e integrazione col metodo delle caratteristiche.

Secondo modulo (**Prof. M. La Rocca**)

**Teoria dei Modelli.** Analisi dimensionale; Teorema di Buckingham; Teoria della similitudine e modelli fisici; Fattori di scala; Modelli a scale distorte.

**Idrometria.** Strumenti di misura; Caratteristiche; Errori; Trattazione statistica dei dati sperimentali; Misure di portata, di livello e di velocità nei fluidi; Cenni di analisi dei segnali; Discretizzazione delle trasformate di Fourier; Errori di troncamento e aliasing.

**Idrodinamica numerica.** Discretizzazione; consistenza, stabilità e convergenza. Modelli di Turbolenza.

## MOTORI A COMBUSTIONE INTERNA

**Prof. G. Chiatti**

- Definizione e considerazioni preliminari relative ai motori a combustione interna e alle loro applicazioni.
- Combustibili: caratterizzazione e prove. Combustione nelle macchine volumetriche e nelle camere di combustione di turbine a gas. Calcolo dei processi termofluidodinamici nei motori a combustione interna.
- Motori a combustione interna volumetrici. Fenomeni non stazionari nei condotti di aspirazione e scarico. Formazione della carica nei motori ad accensione comandata. Sistemi di iniezione dei motori ad accensione spontanea. Analisi delle prestazioni e del rilascio di emissioni inquinanti. Analisi dello scambio termico e delle perdite meccaniche. Sovralimentazione.
- Regolazione dei motori volumetrici per l'autotrazione, per la propulsione aerea e navale, per impieghi industriali. Controllo ed abbattimento delle emissioni inquinanti ed acustiche dei motori.
- Turbine a gas. Architettura delle turbine a gas per impianti fissi e per la propulsione aerea e navale. Regolazione degli impianti motori con turbine a gas. Sistemi di combustione: criteri di dimensionamento ed di analisi delle prestazioni. Controllo ed abbattimento delle emissioni inquinanti di impianti motori con turbine a gas.

## OLEODINAMICA E PNEUMATICA

**Prof. G. Chiatti**

- Analisi funzionale dei sistemi oleodinamici e pneumatici. Trasformazioni energetiche nei sistemi oleodinamici e pneumatici.
- Sviluppo di modelli a parametri concentrati e multidimensionali per l'analisi del-



le prestazioni di sistemi oleodinamici. Sintesi degli impianti oleodinamici .

- Gruppi di alimentazione. Gruppi di alimentazione a portata costante e variabile, per utenza a pressione imposta e per utenze multiple.
- Gruppi di utilizzazione con attuatori lineari. Collegamenti multipli tra attuatori lineari. Analisi delle priorità. Circuiti per sequenze. Circuiti di sincronismo. Gruppi di utilizzazione con attuatori rotativi. Motori idraulici. Collegamenti multipli per motori idraulici. Gruppi trasformatori.
- Trasmissioni idrostatiche. Trasmissioni idrostatiche a coppia e a potenza costante. Trasmissioni idrostatiche a pressione determinata. Controllo delle trasmissioni idrostatiche. Servosistemi. Idrocoperatore. Idroguida. Servosterzo.
- Il fluido di lavoro. La filtrazione e il condizionamento termico del fluido. Materiali e funzionamento di guarnizioni e tenute.
- Componenti di controllo. Valvole di controllo e di regolazione. Organi operatori e motori. Pompe volumetriche. Accumulatori di fluido. Motori oleodinamici.
- Sistemi pneumatici. Componenti pneumatici. Gruppi di generazione a pressione costante. Gruppi di utilizzazione pneumatici. Analisi dei motori pneumatici. Schemi costruttivi di componenti pneumatici. Circuiti oleo-pneumatici.



## OPTOELETTRONICA

**Prof. G. Assanto**

Prerequisiti: **Elettronica Quantistica, Fotonica, Campi Elettromagnetici I**

**Ottica integrata:** Guide planari e propagazione per raggi, autosoluzioni e autovalori, relazioni di dispersione TE e TM, guide a canale, metodo dell'indice effettivo, accoppiamento. Teoria dei modi accoppiati. L'accoppiatore coerente. L'interferometro integrato di Mach-Zehnder. Modi co- e contro-propagantisi, riflettore alla Bragg.

**Propagazione di onde piane in cristalli anisotropi:** assi principali, ellissoide degli indici, onde ordinarie e straordinarie, birifrangenza.

**Effetto elettro-ottico:** Generalità, modulazione di ampiezza, modulazione di fase, modulazione trasversale.

**Effetto acusto-ottico:** Generalità, regime di Raman-Nath e di Bragg, modulazione e deflessione acusto ottica.

**Ottica non lineare quadratica:** Fenomenologia, equazioni accoppiate, suscettibilità del 2° ordine, interazioni parametriche, generazione di seconda armonica, phase-matching.

**Laser a semiconduttore:** Diodi laser a omogiunzione, a eterogiunzione, Efficienza, Modulazione in corrente, Risposta in frequenza, Laser DBR e DFB

**Fotorivelatori:** Tubi fotomoltiplicatori, fotoconduttori, fotodiodi a giunzione p-n, Schottky e a valanga, rivelazione video ed eterodina, risposta in frequenza, fotorivelatori quantici.

**Effetto Kerr ottico:** Introduzione e caratteristiche principali

**Cenni sulle comunicazioni ottiche:** considerazioni sui sistemi di telecomunicazioni a fibre ottiche, richiami sulla dispersione, propagazione di impulsi, auto-modulazione di fase, solitoni.

**Testi di consultazione:** Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, 1989; Cutolo, Optoelettronica, McGraw-Hill, 1997; \* Gori, Elementi di Ottica, Ed. Accademica, 1995; Hopf, Stegeman, Applied Classical Electrodynamics, V.2, Wiley & Sons, 1985; Nishihara, Suhara, Optical Integrated Circuits, McGrawHill, 1989; Saleh, Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley, 1991; Wilson, Hawkes, Optoelectronics, An Introduction, Prentice Hall, 1989; \* Yariv, Optical Electronics in Modern Communications, V ed., Oxford Univ. Press, 1996.

## PIANIFICAZIONE DEI TRASPORTI

**Prof. S. Gori**

Il corso fornisce gli strumenti necessari per affrontare lo studio dei sistemi di trasporti complessi in orizzonti temporali di breve, medio e lungo periodo.

Il programma si divide in due argomenti generali: la pianificazione dei trasporti e il controllo del traffico.

### 1) Pianificazione dei trasporti

La pianificazione dei trasporti comprende la rappresentazione e la progettazione degli spostamenti di merci e passeggeri su una rete di trasporto multimodale. Il problema viene impostato come un confronto tra la domanda di trasporto e l'offerta di servizi disponibili. L'analisi della domanda di trasporto si sviluppa con una serie di modelli matematici in cascata. Per la messa a punto di tali modelli vengono utilizzate le tecniche della macroeconomia, della statistica e della teoria dei fenomeni aleatori. L'offerta di servizi di trasporti viene trattata secondo la teoria dei grafici con un particolare riguardo per le reti di trasporto pubblico in campo urbano ed extraurbano. Per il caricamento dei flussi di traffico generati dalla domanda di spostamenti sulle reti vengono utilizzate tecniche di assegnazione deterministiche e stocastiche.

### 2) Controllo del traffico

Nel controllo del traffico vengono presentati gli strumenti quantitativi per la redazione e la valutazione dei Piani Generali del Traffico Urbano (PGTU) e dei parcheggi (PUP). Vengono trattati i più diffusi problemi di congestione da traffico urbano: tipologie di interventi di Controllo e Regolazione dei flussi di traffico alle intersezioni semaforizzate e non; localizzazione, dimensionamento e tariffazione della sosta; ristrutturazione delle reti di trasporto pubblico e valutazione dell'inquinamento acustico ed atmosferico da traffico veicolare. Esercitazioni su reali casi di studio vengono eseguite con l'ausilio di software applicativi professionali quali Emme/2, Hielow, Signal, Transit, PREM eTModel.

## PROGETTO DI MACCHINE

**Prof. G. Cerri**

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi ingegneri meccanici dell'ultimo anno i criteri di carattere generale per procedere al progetto delle macchine e di appropfon-





dire lo studio, sempre finalizzato alla progettazione, di alcuni argomenti di rilevanza applicata industriale anche in collegamento con gli anni precedenti.

- Nella prima parte del corso verranno approfonditi gli aspetti fondamentali del processo di progettazione, verranno individuate le metodologie convenzionali mediante le quali si effettuano le scelte preliminari e si definiscono i gradi di libertà del progettista. Sempre nella prima parte verrà affrontata la ricerca dei valori dei gradi di libertà di progetto ottimali relazione ad un prefissato obiettivo. Verrà affrontata la selezione delle macchine ed apparecchiature di impianti motori termici e la valutazione preliminare dei costi.
- Nella seconda parte verranno affrontati problemi relativi al calcolo termico di generatori di vapore e al dimensionamento delle turbomacchine.

Le esercitazioni saranno principalmente rivolte alla redazione di un progetto.

### Prima parte

Il ciclo di vita di un sistema meccanico e le fasi componenti del progetto: analisi di fattibilità; progetto di massima; progetto esecutivo. Il processo di progettazione di impianti termici: criteri di selezione di apparecchiature e macchine a fluido; rappresentazione dei dati disponibili mediante metodi di approssimazione; valutazioni economiche e stima iniziale dei costi; definizione degli schemi di flusso.

Metodi convenzionali e ricerca delle soluzioni ottimali. Formulazione del problema di progettazione ottimizzata: introduzione; variabili di progetto e gradi di libertà funzioni di costo; vincoli di progetto; esempi di formulazione ottimizzata di progetto. Il progetto come risultato di analisi successive: definizione dei modelli di analisi; formulazione matematica; approccio sequenziale modulare; approccio simultaneo modulare.

### Seconda parte

Generatori di vapore; generalità e tipologie; combustibili; combustione; trasmissione del calore; rendimento di un generatore di vapore; esempio di calcolo. Turbine assiali a vapore; generalità; caratteristiche; dimensionamento. Pompe centrifughe; generalità; caratteristiche; dimensionamento. Compressori assiali; generalità; caratteristiche; dimensionamento. Turbine assiali a gas; generalità, caratteristiche; dimensionamento.

**Testi consigliati:** Francesco Cirillo, Progetto di sistemi meccanici, McGraw-Hill; R. F Boehm, Design Analysis of Thermal Systems; John Wiley W.F ~ Stoecker, Design of Thermal Systems, McGraw-Hill International; Donatello Annaratone, Calcolo termico di generatori di vapore, Tamburini Editore; Steam Its generation and use (cap. 6-15), Babcock & Wilcox; A. Beccari, C. Caputo, Motori termici volumetrici, UTET; Ker Wilson, Practical Solution of Torsional Vibration Problems, Chapman & Hall Ltd.

**Appunti distribuiti dal titolare del corso su:** generatori di vapore. Bilanciamento. Vibrazioni: aspetti generali; flessionali; assiali; torsionali.

▶ **PROGETTO DI STRADE, FERROVIE ED AEROPORTI**  
**Prof.ssa M. R. De Blasiis**

Il corso di Progetto di strade, ferrovie ed aeroporti è suddiviso in due moduli: il primo è comune sia agli allievi del corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile; il secondo modulo è destinato ai soli allievi del corso di laurea.

L'insegnamento è finalizzato alla redazione del progetto esecutivo delle grandi infrastrutture di trasporto e delle opere complementari per il migliore inserimento ambientale, così come previsto dalla vigente normativa di legge.

Primo modulo

**Elementi essenziali della geometria stradale e ferroviaria.** Il corpo stradale e ferroviario, la piattaforma, le sistemazioni idrauliche, ecc. La geometria d'asse e i relativi condizionamenti. La sistemazione dei cigli. Tipologie costruttive.

**I livelli della progettazione e gli elaborati di progetto.** Le norme CNR, la progettazione integrata, il ruolo dello studio d'impatto ambientale. Elaborati tecnici: planimetrie e profili, opere d'arte, provvedimenti d'inserimento ambientale. Elaborati contabili: occupazione corpo viario, computi metrici, calcolo dei volumi. Documenti contrattuali: capitolato speciale, prezzi unitari e stima.

**Il progetto della mitigazione d'impatto.**

**Il masterplan dell'aeroporto.**

Secondo modulo

**L'accettazione dei materiali.** Sedime e materiali sciolti, il comportamento all'acqua, classifiche geotecniche. I comportamenti in opera, rischi di instabilità del corpo viario. Requisiti dei materiali tradizionali e dei materiali marginali o impropri (stabilizzazioni).

**Le esigenze di posa in opera.** La teoria del costipamento: leggi generali, comportamento reale, prove di laboratorio. Gli standard prestazionali, il grado di costipamento, le verifiche in sito.

**La portanza dei sottofondi.** Misure che impegnano la resistenza, la prova CBR: standard di misura e valori significativi. Misure che impegnano la deformazione, la prova di carico su piastra.

▶ **PROGETTO DI STRUTTURE**  
**Prof. G. Via**

Dopo aver studiato nei corsi di TdC il comportamento lineare e non-lineare di singoli elementi e di sistemi strutturali, qui viene affrontato il tema della progettazione nel suo complesso, prendendo in esame tipologie e materiali diversi e considerando i problemi del rapporto tra struttura reale e modello, del dimensionamento e della costruzione.

Per illustrare i vari aspetti del procedimento progettuale, che comporta una sintesi delle conoscenze strutturali già acquisite, in relazione anche alle competenze di altri settori, saranno seguite varie strade.

Una consisterà nel presentare le diverse soluzioni possibili con cui affrontare uno stesso tema strutturale: p.e. per un edificio si confronterà la soluzione in c.a. a telai con una a pareti portanti e con quella in acciaio, mostrandone pregi e difetti.

Si studieranno poi, per alcune tipologie strutturali, quegli elementi che non si inquadrano semplicemente negli schemi di calcolo delle travi, studiate nei corsi di TdC. Per esempio: fondazioni (plinti, pali, travi rovesce, platee, ecc.), opere di sostegno (muri, paratie, ecc.), scale (a soletta, a sbalzo), pareti con aperture (travi parete) o accoppiate, travi alte, mensole corte, ecc.

Infine, con riferimento ad una tipologia di grande interesse nei sistemi infrastrutturali - i ponti - si prenderanno in considerazione alcuni degli aspetti che ne caratterizzano il progetto: le azioni; la disposizione dei carichi sui ponti autostradali; gli impalcati composti da travi affiancate; gli impalcati a cassone; i dispositivi di vincolo, gli apparecchi per l'isolamento sismico; il calcolo delle pile; le fondazioni.

## ► PROTEZIONE IDRAULICA DEL TERRITORIO

**Prof. G. Calenda**

**Trasporto solido.** Erosione. Debris flow. Modellazione dei versanti. Evoluzione degli alvei fluviali.

**Sistemazione montane e fluviali.** Sistemazione dei pendii, sistemazione dei torrenti alpini, calanchivi e da disfacimento. Briglie, casse di accumulo. Difesa dalle inondazioni.

**Difesa passiva:** argini, scolmatori, diversivi, drizzagni. Difesa attiva. Serbatoi, casse d'espansione: Preannuncio di piena. Preannuncio idrometrico. Preannuncio pluviometrico.

**Preannuncio meteorologico.** Modelli di circolazione atmosferica (GCM, LAM). Ondata di piena per rottura di righe. Interventi di protezione civile. Difesa della qualità delle acque. Inquinamento.

**Inquinamento di tempo di pioggia** Modelli di formazione dell'onda inquinante in ambiente urbano.

**Modelli di trasporto degli inquinamenti.** Modelli del primo ordine; modelli di simulazione degli ecosistemi idrici. Valutazione dell'effetto degli interventi di disinquinamento.

## ► RICERCA OPERATIVA

**Prof. D. Pacciarelli**

Primo modulo

Obiettivo: Il primo modulo di Ricerca Operativa fornisce le conoscenze di ba-

se relative alla formulazione e alla soluzione di problemi di ottimizzazione, utilizzando metodologie proprie della programmazione lineare e dell'ottimizzazione su grafi.

#### Programma

1. Elementi di programmazione matematica
2. Formulazione di tipici problemi di ottimizzazione. Miscelazione. Allocazione di risorse. Sequenziamento di attività. Trasporti. Taglio ottimo. Ottimizzazione su reti, Gestione delle scorte, Dimensionamento di sistemi di produzione. Pianificazione di attività.
3. Soluzione di problemi di Programmazione Lineare. Metodo grafico. Metodo di Fourier-Motzkin. Algoritmo del simplesso.
4. Teoria della dualità. Costruzione del problema duale. Teorema fondamentale della PL. Condizioni di complementarità. Interpretazione economica del duale.
5. Il simplesso su reti. Flusso di costo minimo. Cammino minimo. Massimo flusso

**Testi di riferimento:** M. Fischetti, *Lezioni di Ricerca Operativa*, Edizioni Libreria Progetto Padova, Italia, 1995; C. Mannino, L. Palagi, M. Roma, *Complementi ed esercizi di Ricerca Operativa*, Edizioni Ingegneria 2000, Roma, Italia, 1998; W.L. Winston, S.C. Albright, *Practical Management Science*, Duxbury Press, Belmont (CA), U.S.A., 1997.

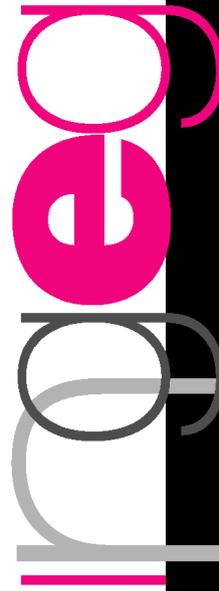
#### Secondo modulo

**Obiettivo:** Il secondo modulo di Ricerca intende sviluppare la capacità di analisi e soluzione di problemi decisionali di tipo quantitativo che sorgono nella progettazione e nella gestione di sistemi complessi. Tale obiettivo è raggiunto attraverso: 1) la costruzione di modelli matematici rigorosi e non ambigui dei problemi in esame, 2) la progettazione di algoritmi di ottimizzazione, 3) l'uso di pacchetti software dedicati.

#### Programma

1. Il simplesso su reti con capacità. Flusso di costo minimo. Massimo flusso
2. Programmazione a numeri interi, formulazione di problemi. Problema di knapsack. Set covering, set partitioning. Turni del personale. Localizzazione di impianti. Scheduling. Matching.
3. Soluzione di problemi di programmazione a numeri interi. Totale unimodularità. Branch and bound. Piani di taglio.
4. Ottimizzazione su reti, algoritmi combinatori. Cammino minimo. Albero ricoprente di costo minimo. Massimo flusso. Massimo matching.

**Testi di riferimento:** M. Fischetti, *Lezioni di Ricerca Operativa*, Edizioni Libreria Progetto Padova, Italia, 1995; C. Mannino, L. Palagi, M. Roma, *Complementi ed esercizi di Ricerca Operativa*, Edizioni Ingegneria 2000, Roma, Italia, 1998; W.L. Winston, S.C. Albright, *Practical Management Science*, Duxbury Press, Belmont (CA), U.S.A., 1997.



## ROBOTICA INDUSTRIALE

Prof. L. Sciavicco

**Introduzione.** La robotica. Il robot Industriale. Struttura dei manipolatori. Modellistica e controllo di manipolatori.

**Cinematica.** Posizione e orientamento di un corpo rigido. Matrici di rotazione e loro composizione. Rappresentazioni minime dell'orientamento. Trasformazioni omogenee. Cinematica diretta. Cinematica di strutture di manipolazione tipiche. Spazio dei giunti e spazio operativo, la calibrazione cinematica. Il problema cinematico inverso.

**Cinematica differenziale e statica.** Jacobiano geometrico. Jacobiano di strutture di manipolazione tipiche. Jacobiano analitico. Singolarità cinematiche. Analisi della ridondanza. Inversione della cinematica differenziale. Algoritmi per l'inversione cinematica. Statica. Ellissoidi di manipolabilità.

**Dinamica.** Formulazione di Lagrange. Proprietà notevoli del modello dinamico. Modello dinamico di semplici strutture di manipolazione. Identificazione dei parametri dinamici. Formulazione di Newton-Eulero. Dinamica diretta e dinamica inversa. Modello dinamico nello spazio operativo. Ellissoide di manipolabilità dinamica.

**Pianificazione delle traiettorie.** Percorso e traiettorie. Traiettorie nello spazio dei giunti. Moto punto-punto. Moto su percorso assegnato. Traiettorie nello spazio operativo. Primitive di percorso. Traiettorie di posizione e di orientamento. Scaletatura dinamica delle traiettorie.

**Controllo del moto.** Il problema del controllo. Controllo nello spazio dei giunti. Controllo indipendente ai giunti. Compensazione in avanti a coppia precalcolata. Controllo centralizzato: PD con compensazione degli effetti gravitazionali, a dinamica inversa, controllo robusto. Controllo nello spazio operativo: controllo PD con compensazione degli effetti gravitazionali, controllo a dinamica inversa. Confronto di prestazioni ottenibili con i vari algoritmi di controllo.

**Controllo dell'interazione.** Interazione del manipolatore con l'ambiente. Controllo di cedevolezza. Controllo di impedenza. Controllo di forza, con anello interno in posizione, con anello interno in velocità, controllo posizione/forza. Vincoli naturali e vincoli artificiali: analisi di casi. Controllo ibrido forza/posizione.

**Attuatori e sensori.** Sistemi di attuazione. Organi di trasmissione. Servomotori, amplificatori di potenza, sorgenti di alimentazione, Servomotori elettrici. Servomotori idraulici. Sensori Propriocettivi: trasduttori di posizione, trasduttori di velocità, trasduttori di forza.

**Unità di governo.** Architettura funzionale. Programmazione per insegnamento. Programmazione orientata al robot. Architettura hardware.

## SCIENZA DEI MATERIALI I

Prof. F. Carassiti

Prima parte

**Microstruttura e proprietà dei materiali:** Definizioni e classi di materiali. Ciclo

dei materiali e delle risorse. Richiami sui legami chimici. Strutture dei solidi: strutture cristalline (metalliche, ioniche, covalenti, molecolari), strutture complesse (strutture a catene e a strati), strutture amorfe e parzialmente cristalline. Difetti della struttura cristallina: difetti puntiformi, dislocazioni, difetti di superficie. Diagrammi di fase: regola delle fasi, sistemi a un componente, sistemi binari, sistemi a più componenti, esempi applicativi: ferro-carbonio, silice-alluimina, blends polimerici. Proprietà elastiche, deformazioni plastiche e viscoelastiche, frattura e tenacità. Prove meccaniche sui materiali (trazione, compressione, durezza, urto, fatica, scorrimento). Proprietà meccaniche dei materiali strutturali: metalli, ceramiche, vetri, polimeri. Leganti aerei ed idraulici, bitumi. Degradamento dei materiali nelle condizioni di impiego (corrosione, usura e invecchiamento). Scelta dei materiali: esempi applicativi.

Seconda parte

**Trasformazioni della microstruttura:** Correlazioni composizione-microstruttura processi di fabbricazione-proprietà-prestazioni dei materiali. Termodinamica e origine atomica dell'elasticità. Equilibrio nei sistemi a più componenti, fondamenti termodinamici dei diagrammi di fase. Cinetica delle trasformazioni di fase e microstrutturali, diffusione, cristallizzazione, fenomeni interfacciali, diagrammi TTT. Sistemi dispersivi (gelli, paste, emulsioni, schiume). Materiali non newtoniani, fenomeni dipendenti dal tempo. Fattori che influenzano le proprietà meccaniche e meccanismi di rinforzo. Materiali compositi (rinforzati con fibre o particelle). Materiali stratificati. Calcestruzzo e calcestruzzo armato. Influenza dell'ambiente di impiego sul comportamento dei materiali. Acque, combustibili, lubrificanti. Protezione dei materiali dal degrado.

**Testi consigliati:** W. Kurz, J.P. Mercier, G. Zambelli, Introduzione alla Scienza dei materiali, Hoepli 1993; W.F. Smith, Scienza e tecnologia dei materiali, McGraw-Hill 1995; W.F. Smith, Esercizi di Scienza e tecnologia dei materiali, McGraw-Hill 1995; Autori vari, Manuale dei materiali per l'ingegneria, a cura di AIMAT, McGraw-Hill 1996.

## SCIENZA DEI MATERIALI II

**Prof. F. Carassiti**

Tecnologia dei materiali compositi (come riportato sull'ordine degli studi 1996/97); elementi di termodinamica numerica applicata ai calcoli degli equilibri di fase e dei fenomeni diffusivi; trattamenti superficiali antiusura e anticorrosione con e senza apporto di materiali; metodologie di caratterizzazione basate sulla microscopia elettronica.

## SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

**Prof. A. Maceri**

**Analisi della deformazione:** componenti dello spostamento - La deformazione





dell'intorno di un punto - Allungamenti e scorrimenti - Il campo delle piccole deformazioni - Relazioni tra allungamenti, scorrimenti e componenti dello spostamento (dim.) - Direzioni principali di deformazione (dim.) - Invarianti della deformazione - Stati piani di deformazione - Equazioni di congruenza - Analisi sperimentale della deformazione.

**Analisi della tensione:** Il vettore sforzo - Tensione normale - Tensione tangenziale - Le componenti speciali della tensione - Simmetria delle  $t$  (dim.) - Equazioni indefinite dell'equilibrio (dim.) - Espressione delle componenti del vettore sforzo in funzione alle componenti speciali della tensione (dim.) - Equazioni ai limiti di Cauchy (dim.) - Simmetria dei vettori sforzo (dim.) - Espressione della tensione normale e della tensione tangenziale in funzione alle componenti speciali della tensione (dim.) - Direzioni principali di tensione (dim.) - Tensioni principali (dim.) - Invarianti della tensione - Il cerchio di Mohr (dim.) - I cerchi principali di Mohr - Determinazione della massima tensione normale e della massima tensione tangenziale con i cerchi principali di Mohr (dim.) - Stati tensionali piani (dim.) - Stati tensionali monoassiali - Analisi sperimentale della tensione.

**Il principio dei lavori virtuali:** il principio dei lavori virtuali (dim.).

**Le relazioni tra tensioni e deformazioni:** La legge di Hooke - Materiali omogenei e isotropi - Relazioni di Navier (dim.) - Limitazioni per i moduli elastici (dim.) - Il problema dell'equilibrio elastico. Le formulazioni classiche (dim.) - Le formulazioni variazionali. Stati piani di deformazione e di tensione. Problemi di deformazione piana - Problemi di tensione piana - La funzione di Airy (dim.) - La lastra rettangolare: sforzo normale (dim.), flessione (dim.), taglio e flessione (dim.) - La funzione di Airy in coordinate polari - Problemi bidimensionali in coordinate polari: problemi a simmetria polare, il problema di Boussinesq, disco caricato da due forze diametrali, effetto di un foro in una lastra - Il lavoro di deformazione: Termodinamica del problema dell'equilibrio elastico - Il lavoro di deformazione (dim.) - Il potenziale elastico (dim.) - Il minimo dell'energia - Il lavoro mutuo (dim.) - La derivata del lavoro (dim.).

**I criteri di resistenza:** Il criterio della massima tensione tangenziale - Il criterio della tensione tangenziale ottaedrale (dim.) - Il criterio energetico (dim.) - Il criterio della massima tensione normale - Il criterio della massima dilatazione - Il criterio della curva intrinseca. Il problema di Saint Venant: Lo stato tensionale del problema di Saint Venant (dim.) - Sforzo normale baricentrico (dim.) - Flessione retta (dim.) - Flessione deviata (dim.) - Pressoflessione (dim.) - Torsione: la soluzione esatta (dim.), l'analogia idrodinamica (dim.), la concentrazione delle tensioni nella torsione

Taglio: la soluzione esatta, la trattazione approssimata del taglio (dim.).

I materiali non resistenti a trazione: la pressoflessione dei materiali non resistenti a trazione (dim.).

**La trave a parete sottile:** la torsione delle travi a parete sottile: il caso delle sezioni sottili chiuse più volte connesse (dim.), il caso della sezione rettangolare allungata (dim.), il caso dei profilati (dim.) - Il taglio nelle travi a sezione sottile aperta: diagrammi delle  $t$  - La determinazione del centro di taglio delle sezioni sottili aperte - Il taglio nelle travi a sezione sottile chiusa: diagrammi delle  $t$  - La determinazione del centro di taglio delle sezioni sottili chiuse. La stabilità dell'equilibrio: Il fenomeno dell'instabilità - Il metodo energetico (dim.) - Il metodo statico: la trave caricata

di punta variamente vincolata (dim.) - La snellezza limite - Il metodo w - Il comportamento postcritico - Effetto delle imperfezioni - Altri modi di biforcare dell'asta caricata di punta - L'instabilità di seconda specie.

**Geometria delle aree:** Aree distribuite e concentrate - Momento statico - Baricentro - Momento d'inerzia. Momento centrifugo - I teoremi del trasporto (dim.) - Ellisse centrale di inerzia - Antipolarità - Nocciolo centrale di inerzia.

**Cinematica dei corpi rigidi:** I vincoli Strutture labili, isostatiche, iperstatiche Le catene cinematiche - Il grado di iperstaticità. Statica dei corpi rigidi: Le relazioni vincolari - Le equazioni cardinali della statica - La determinazione delle relazioni vincolari - Le caratteristiche della sollecitazione.

**Teoria delle travi inflesse:** la trave inflessa - Il modello matematico della trave inflessa - L'analogia di Mohr (dim.) - Il principio dei lavori virtuali - Il lavoro di deformazione - L'energia - Il minimo dell'energia - Il lavoro mutuo - La derivata del lavoro - Le linee di influenza.

**Teoria delle strutture:** I cedimenti vincolari - Soluzione di strutture iperstatiche con le equazioni di congruenza: generalità, le equazioni dei tre momenti, le equazioni dei quattro momenti - Il principio dei lavori virtuali per le strutture monodimensionali: determinazione di reazioni e sforzi in strutture isostatiche, determinazione di spostamenti in strutture isostatiche, soluzione di strutture iperstatiche, determinazione di spostamenti in strutture iperstatiche - Il metodo degli spostamenti - Il principio di simmetria - La verifica di sicurezza.

**Termoelasticità:** Determinazione della distribuzione delle temperature - Le relazioni di Navier in presenza di campo termico - Il problema dell'equilibrio termoelastico - Le strutture monodimensionali in presenza di distorsioni termiche di tipo lineare.

**Testi consigliati:** Maceri, Scienza delle costruzioni, Ed. Accademia.

## SICUREZZA DEL LAVORO E DIFESA AMBIENTALE

**Prof. M. Pinzari**

Sicurezza. Antinfortunistica, Igiene, Psicologia ed Ergonomia. Oggetto e responsabilità. La S~ nella progettazione, gestione, manutenzione. 5. individuale e collettiva. Il costo e la ripartizione dei vantaggi. Pericolo. Incidente. Infortuni e malattie professionali. Esposizione. Limiti tecnici e dosi. Danno. Rischio. Inventano dei pericoli meccanici, fisici, chimici e biologici. Le sostanze pericolose. D.Lgs 285/98. Analisi degli infortuni. Tecniche di individuazione di malfunzionamenti e pericoli: Liste di controllo, JSA, What-If, FTA etc. La tecnica PERT ed il metodo degli spazi funzionali. Valutazione dei rischi. I principi generali della 5. La Costituzione; Codici Civile e penale; il trattato di Roma e le direttive europee; lo Statuto dei Lavoratori - Gli organi di consulenza e controllo: ISPESL, VVFF, ASL, Ispet.Lavoro, INAIL. Prevenzione e protezione dei lavoratori. Igiene del lavoro. D.P.R. 27.4.1955 n. 547; D.F.R 19.3.97 n. 303; D.L. 15.8.1991 n. 277. Pianificazione degli interventi di bonifica. Sicurezza e manutenzione degli impianti. L'Assicurazione contro le malattie professionali. DPR 30.6.1965, n 1124.11 miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. Misure generali di tutela. Compiti del datore di lavoro.



ro. Obblighi dei dirigenti e dei lavoratori. Il servizio di prevenzione e protezione. Prevenzione e protezione dai rischi. Emergenze, pronto soccorso ed evacuazione. La sorveglianza sanitaria. Consultazione e partecipazione dei lavoratori. Informazione e formazione DL. 19.9.1994, n. 626; DL. 19.3.1996, n. 242. Sicurezza e conformità CE delle macchine: DPR 24.7.1996, n. 459. La sicurezza nei cantieri civili. DPR. 7.1.1956, n. 164 Sicurezza dei cantieri mobili e temporanei : D.L. 14.8.1996, n. 494. Dispositivi di Protezione Individuale. D.L. 4.12. 1992 n. 475; D.L. 2.1.1997, n. 10. Sicurezza degli impianti. L. 5.3.1990, n. 46; DPR 6.12.1991, n. 447. Norme UNI e CEI. Segnaletica di sicurezza, DL. G. 14.8.1996 n 493.11 rumore. Onde sonore. Propagazione. Pressione, potenza ed intensità sonora. Sensazione sonora. Soglia uditiva. Curve isofoniche. Esposizione e livello sonoro equivalente. Danni uditivi. D.PI. Misure e bonifica. La lotta antincendio. La combustione e gli inneschi. Sistemi di rilevazione e spegnimento. Fumi e loro controllo. Carico d'incendio. Resistenza al fuoco. Vie di fuga. Compartimentazioni. Piano di evacuazione. D.F.R 29luglio 1982 n. 577. Valutazione dei rischi d'incendio. D.M 10 marzo 1998.

► **SISTEMI DI ELABORAZIONE**  
**Proff. P. Atzeni, R. Tortone**

Primo e secondo modulo

Il corso ha l'obiettivo di esporre gli studenti a concetti avanzati relativamente a varie tematiche di interesse nel settore dell'ingegneria informatica.

Il corso è organizzato attraverso una serie di cicli di seminari monografici, relativi all'informatica grafica, alle basi di dati e ai sistemi informativi, all'intelligenza artificiale, alla teoria degli algoritmi e alle relative applicazioni. Parte integrante del corso è lo svolgimento, da parte dello studente, di attività di approfondimento e sperimentazione, svolta individualmente o in gruppo, sotto la supervisione di un docente.

Materiale integrativo distribuito dal docente e reperibile in formato elettronico tramite la pagina: <http://www.dia.uniroma3.it/CCSIngInf/corsi/sistemiElaborazione/>

► **SISTEMI DI ELABORAZIONE DI MISURE DI GRANDEZZE DINAMICHE**  
**Prof. L. Stagni**

- Catena di misura. Raccolta dei dati. Registrazione analogica e digitale. Qualificazione dei dati. Stazionarietà. Periodicità. Normalità.
- Trasformate di Fourier e spettri frequenziali. Considerazioni applicative ed esempi. Spettri di forme d'onda periodiche. Densità spettrale di segnali aperiodici. Spettri di funzioni d'onda impulsive. Impulso di Dirac. Spettri di forme d'onda campionate.
- Limitazioni di durata dell'osservazione dei processi. Funzioni finestra.
- Caratterizzazione funzionale dei sistemi di elaborazione. Risposta impulsiva e integrale di convoluzione. Risposta armonica. Trasformata di Laplace. Sistemi discreti

e trasformata-z. Sistemi lineari discreti a coefficienti costanti. Interpolazione degli spettri discreti.

- Sistemi di acquisizione dati. Condizionamento dei segnali. Teorema del campionamento. Aliasing. I problemi di sottocampionamento: esempi. Problemi di risposta e selettività filtri antialiasing. Convertitori A/D. Specifiche e scelta. Loro utilizzazione. Elementi di probabilità. Assiomi della probabilità. Variabile aleatoria. Valori attesi: definizioni. Calcolo ed esempi. Funzioni di variabile aleatoria. Distribuzioni di probabilità: esponenziale, gaussiana. Variabili aleatorie normalizzate.
- Introduzione alla statistica. Campionamento statistico. Campione e caratteristiche di campione. Istogramma, poligono somma. I problemi della statistica: stima di punto e di intervallo, verifica di ipotesi. Calcolo di alcune caratteristiche di campione notevoli: valor medio e varianza. Proprietà degli stimatori. Polarizzazione e varianza della stima. Esempi di calcolo. Stime consistenti. Metodo della massima verosimiglianza. Applicazione alla stima di parametri. Verifica di ipotesi: ipotesi  $H_0$ , ipotesi alternativa. Esempi.
- Valutazione degli errori/incertezze di misura in senso deterministico e statistico. Errori sistematici ed aleatori. Esempi.
- Esempificazione di problemi incontrati nell'analisi di segnali meccanici. Problemi di stima spettrale. Esempi. Introduzione ai processi aleatori. Stima spettrale diretta e indiretta. Stima tramite la funzione di correlazione. Polarizzazione della stima. Uso della Trasformata di Fourier e periodogramma. Stima spettrale per processi stazionari. Polarizzazione e varianza della stima spettrale. Riduzione della varianza della stima spettrale. Impostazione della stima spettrale.
- Stima spettrale per segnali non stazionari. Esempi di applicazione al caso di segnali di interesse in meccanica.

## ► SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

Prof. A. Neri

Prima parte

**Servizi e Reti di Telecomunicazioni:** Struttura di una rete di telecomunicazioni. I servizi di telecomunicazione. Le risorse di rete: risorse indivise e risorse condivise; gestione di risorse condivise; strategie di assegnazione di risorse condivise; modi di gestione delle situazioni di contesa; criteri di preassegnazione di risorse virtuali; stati di stallo; controllo dei sovraccarichi. Modelli dell'interazione tra attività e risorse. parametri strutturali di un sistema di servizio; processi di ingresso e di servizio; evoluzione temporale di un sistema di servizio; flussi di richiesta di servizio; caratteristiche prestazionali. Architetture e Protocolli di Comunicazione. Funzioni di un processo di comunicazione. Architettura a strati. Protocolli di accesso e di rete interna.

Seconda parte

**Tecniche di Trasferimento dell'Informazione:** I modi di trasferimento. Schemi di multiploazione: modalità di gestione dell'asse dei tempi; multiploazione a divisione di





tempo sincrona o asincrona; multiplazione con o senza etichetta; multiplazione ibrida; modelli per dimensionamento e per valutazione delle prestazioni. Principi di commutazione: servizi di trasferimento; modalità di utilizzazione delle risorse; assegnazione di risorse fisiche; assegnazione di risorse logiche; relazioni tra le temporizzazioni degli orologi di nodo; modelli per dimensionamento e per valutazione delle prestazioni. Architetture protocollari: protocolli di accesso e di rete interna; esempi di soluzioni architetturali. Esempi di modi di trasferimento: modo di trasferimento a circuito; modo di trasferimento a pacchetto; nuovi modi di trasferimento; modi di trasferimento asincrono. Trattamento della segnalazione: definizione di sistemi di segnalazione associata al canale e a canale comune. Reti Dedicate e Reti Integrate. Rete telefonica: elementi componenti. Parte seconda: Sistemi radiomobili - Generalità sui sistemi di comunicazione personali senza fili; cenni sui sistemi cellulari analogici (AMPS, TACS) e numerici (GSM, DCS1800, IS-54, IS-95) e su hand-over, assegnazione dinamica dei canali, accesso a divisione di codice, multiplazione statistica. Descrizione dei canali outdoor per trasmissioni nelle gamme dei 900 e 1800 MHz. Modelli propagativi teorici. Previsione del campo. Architettura generale di un sistema radiomobili numerico (GSM, UMTS). definizione dei blocchi funzionali e relativi protocolli. Struttura di trama e allocazione dei canali virtuali. Tecniche e formati di modulazione. Demodulazione e decodificazione. Codifica di canale, interleaving e frequency hopping. Dimensionamento del cluster e di cella in aree ad elevato traffico e basso traffico, con uso di programmi di predizione dei livelli di campo. Gestione della risorsa radio: procedure di assegnazione iniziale, paging, handover, ristabilimento della chiamata. Gestione della mobilità: funzione di localizzazione e gestione della sicurezza e relative procedure. Gestione delle comunicazioni: funzioni di controllo e di chiamata, procedure di instaurazione di chiamata entrante ed uscente, servizi supplementari, servizio di short message.

Terza parte

**Sistemi di televisione numerica:** Trasporto di Televisione numerica: DVB & ATSC. Architettura di riferimento. Sistema di codificazione. Gestione della risorsa radio.



## SISTEMI DI TRAZIONE

**Prof. S. Carrese**

Il corso sviluppa gli elementi principali dei diversi sistemi di trasporto stradale e ferroviario con approfondimenti sulle caratteristiche funzionali e costruttive dei diversi tipi di veicolo.

Questi gli argomenti che vengono trattati attraverso analisi del fenomeno, metodi di calcolo ed esercitazioni su casi reali.

- **Costituzione e caratteristiche dell'armamento ferroviario; suo comportamento termico.**
- **Principali caratteristiche costruttive e funzionali dei veicoli stradali e ferroviari, motori e rimorchiati e delle diverse loro componenti: pesi e dimensioni,**

la ruota portante, motrice e frenata) e la trasmissione delle forze verticali, longitudinali e trasversali; sospensioni e qualità di marcia; sterzata; circolazione, stabilità e velocità di esercizio in curva; ingombro in curva; sagoma limite ferro viaria.

- **Meccanica della locomozione:** aderenza e sua utilizzazione in trazione e frenatura; analisi calcolo e misura delle resistenze al moto.
- **I motori di trazione:** le loro caratteristiche; trasmissione della potenza alle ruote; prestazioni; problemi di moto vario; determinazione di tempi, spazi e velocità in condizione di moto vario; diagrammi di marcia e consumi di energia.
- **Frenatura:** tipi di freno ed impianti frenanti.
- **Distanziamento tra veicoli e potenzialità di una struttura di trasporto**
- **Dimensionamento di un servizio di trasporto.**
- **Struttura dei costi del trasporto dal punto di vista della collettività, degli utenti e delle imprese esercenti.**

## ► SISTEMI INFORMATIVI

### Primo modulo (Prof. P. Atzeni)

Il corso ha nel complesso (primo e secondo modulo) l'obiettivo di esporre gli studenti ai concetti fondamentali relativi a modelli, metodi e sistemi per la definizione, progettazione e realizzazione di sistemi software di grandi dimensioni, complessi nelle funzioni e nei dati, da punti di vista teorici, metodologici, tecnologici e applicativi.

Nel primo modulo vengono trattati i seguenti argomenti:

- Introduzione ai sistemi informativi: sistemi informativi e basi di dati; qualità dei sistemi informativi; processo di sviluppo dei sistemi informativi.
- Basi di dati: proprietà fondamentali; modello relazionale; algebra relazionale; SQL; cenni sul calcolo relazionale e sul modello reticolare.
- Progettazione concettuale e logica di basi di dati; normalizzazione.

**Testo:** P. Atzeni et al, Basi di dati: concetti, linguaggi e architetture, McGraw-Hill, 1996. Materiale integrativo distribuito dal docente e reperibile in formato elettronico tramite la pagina: <http://www.dia.uniroma3.it/~atzeni/didattica/SI/>

### Secondo modulo (Prof. R. Torlone)

Il corso ha l'obiettivo di esporre gli studenti ai concetti fondamentali relativi a modelli, metodi e sistemi per la definizione, progettazione e realizzazione di sistemi software di grandi dimensioni, complessi nelle funzioni e nei dati, da punti di vista teorici, metodologici, tecnologici e applicativi.

Nel primo modulo vengono trattati i seguenti argomenti:

- Programmazione modulare: modularizzazione dei programmi; astrazione sui dati; le classi nel linguaggio C++; realizzazione di tipi astratti di dato mediante classi in C++; ereditarietà e derivazioni di classi in C++.



- Strutture dati in memoria centrale: valutazione della complessità di algoritmi e problemi; gestione di dizionari per mezzo di tabelle disordinate, ordinate, hash e per mezzo di alberi di ricerca.

**Testo:** M. Cadoli et al., Fondamenti della progettazione di programmi, Città Studi Edizioni, 1997.

Materiale integrativo distribuito dal docente e reperibile in formato elettronico tramite la pagina: [www.dia.uniroma3.it/~tortone/sistinf/](http://www.dia.uniroma3.it/~tortone/sistinf/)

## ▶ SISTEMI OPERATIVI Prof.ssa G. Cioni

### Primo modulo

- Introduzione alla concorrenza, le primitive per il suo controllo e i principali problemi di concorrenza e sincronizzazione.
- Il problema dello stallo.
- Architetture dei sistemi operativi e linee di sviluppo nel settore.
- L'architettura di UNIX. Il kernel ed i processi. Le strutture dati, la gestione dei processi, le chiamate di sistema, il diagramma degli stati dei processi.
- Fork, Exec e boot del sistema. La schedulazione dei processi, il tempo reale.
- La gestione della memoria virtuale, la paginazione, il swapping.
- Il file system, aspetti implementativi di UNIX, la buffer cache. Il problema della sicurezza.

### Secondo modulo

- L'Input/Output. I driver delle periferiche. Come scrivere un driver.
- I sistemi distribuiti, caratteristiche e problematiche principali.
- Meccanismi di comunicazione nei sistemi distribuiti, chiamata di procedura remota, modello client server, comunicazione di gruppo.
- Problemi di sincronizzazione in sistemi distribuiti, clock, mutua esclusione, transazioni atomiche, stallo.
- Processi e Thread, modelli di sistemi, allocazione dei processori e scheduling. File system distribuiti, caching e replicazione.
- Due soluzioni attuali: Mach e Amoeba. Caratteristiche e confronto.

**Esercitazioni:** Linux, a livello utente e sistemista. Java, come strumento per la distribuzione.

## ▶ STRUMENTAZIONE E MISURE PER L'AUTOMAZIONE Prof. G. Ulivi

- La strumentazione nei sistemi di controllo. Presentazione generale dei tra-

sduttori e dettagliata dei trasduttori cinetici. Prestazioni, caratteristiche (statiche e dinamiche) ed errori della strumentazione di misura. Analisi ed elaborazione dei segnali di misura. Catene di misura e condizionatori di segnali. Richiami della teoria degli errori. Cautele nel collegamento dei sensori. Interfacciamento di sensori a calcolatori.

- Misure nel tempo. Correlatori (analogici, ibridi e digitali), metodi di misura della risposta impulsiva. Il metodo dei minimi quadrati. Identificazione parametrica fuori linea del modello di un sistema dinamico lineare. Modelli AR, ARX, ARMA, ARMAX. Identificazione in linea (minimi quadrati ricorsivi). Il caso dei sistemi a controreazione e la presenza di rumore sulle misure.
- Misure in frequenza. Analisi armonica con metodi diretti. Trasformata di Fourier: metodi di calcolo, scelta della funzione di finestrazione temporale. La trasformata veloce di Fourier (FFT). Il metodo dei periodogrammi per la stima della densità spettrale di potenza e la misura della funzione di trasferimento. La presenza di rumore sulle misure; la funzione di coerenza. Il caso dei sistemi a controreazione. I generatori di segnali di prova.
- Esercitazioni con l'impiego di Matlab, su casi di studio forniti dal docente.

## TECNICA DELLE COSTRUZIONI I

**Prof. G. Via**

Le strutture portanti degli edifici e delle opere idrauliche e stradali possono essere realizzate con diversi materiali (muratura, legno, acciaio, calcestruzzo, ecc.) e devono resistere con adeguata sicurezza alle azioni (pesi, carichi di servizio, vento, sisma, ecc.) previste nel corso della loro vita. Basandosi sulle conoscenze della meccanica dei solidi e delle strutture acquisite nei corsi di SdC e di TdS, nell'ambito dei quali si fa riferimento ad un comportamento ideale dei materiali e dei vincoli, il corso di TdC I affronta il problema della sicurezza delle strutture reali, che comporta fra l'altro la conoscenza approfondita delle proprietà dei materiali utilizzati per la loro realizzazione.

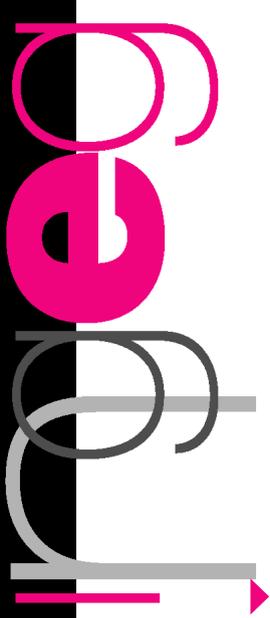
Nel corso di TdC I l'attenzione è rivolta prevalentemente ad elementi monodimensionali (pilastri, travi), che sono i componenti più usati e che costituiscono il primo passo per lo studio di strutture più complesse, da affrontare nei corsi successivi dell'indirizzo strutturale.

Il corso di TdC I è suddiviso in 2 moduli: il primo è comune sia agli allievi del corso di Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile; il secondo modulo è riservato ai soli allievi del corso di laurea.

### Primo modulo

Concetto di sicurezza strutturale. Metodi deterministici e probabilistici per la valutazione della sicurezza; il metodo semi-probabilistico agli stati limite. Azioni sulle costruzioni e loro modellazione. Combinazione delle azioni. Prime nozioni sulla modellazione dei materiali e delle strutture. Elementi strutturali in calcestruzzo armato: aspetti tecnologici, procedimenti di analisi nei diversi stati di sollec-





tazione (N, M, N+M, V, MT), disposizioni costruttive. Verifiche per gli stati limite di servizio e per gli stati limite ultimi secondo la normativa vigente.

## Secondo modulo

Composizione, proprietà reologiche, caratteristiche meccaniche e legami costitutivi dei materiali strutturali, con particolare riguardo al calcestruzzo e all'acciaio. Modellazione dei materiali e delle strutture. Elementi strutturali in cemento armato pre-compresso: tecnologia, criteri di progetto, disposizioni costruttive. Problemi di accoppiamento: elementi composti in acciaio-clt, in clt-clt. La normativa italiana ed europea per le costruzioni in c. a. , c. a. p., acciaio.

## TECNICA DELLE COSTRUZIONI II

**Prof. G. Via**

Il corso di TdC I comprende gli argomenti di base per la progettazione e la verifica delle strutture, considerandole prevalentemente composte da elementi monodimensionali e con comportamento lineare.

Il corso di TdC II ha lo scopo di completare e approfondire la conoscenza del comportamento delle strutture, sviluppando fondamentalmente quattro argomenti.

Il primo riguarda lo studio del comportamento non-lineare delle strutture per azioni monotone e cicliche: partendo dall'analisi della sezione svolta nel corso di TdC I, si amplia lo studio agli elementi strutturali ed alle strutture nel loro insieme.

Il secondo argomento ha l'obiettivo di completare il quadro di verifica della sicurezza, prendendo in esame i diversi stati limite contemplati dalla normativa.

Il terzo argomento riguarda lo studio di quegli elementi che non si inquadrano semplicemente negli schemi di calcolo delle travi, studiate nel corso di TdC I, ma che, non avendo una dimensione prevalente sulle altre, devono essere considerati nella loro bi o tridimensionalità.

Infine l'ultimo argomento è rivolto allo studio delle strutture metalliche, delle quali vengono messi in luce gli aspetti più significativi riguardo al materiale di base, al comportamento degli elementi componenti e delle loro unioni.

### Programma

Comportamento delle strutture oltre il limite elastico. Materiali: elementi di teoria della plasticità; teoremi dello scorrimento plastico, modelli di incrudimento; modelli per il comportamento ciclico uniassiale; materiali fragili, modelli di comportamento del calcestruzzo. Elementi strutturali monodimensionali: cerniera plastica, modelli fenomenologici del comportamento ciclico (cerniere plastiche) e meccanici (modelli a fibre). Strutture: comportamento sotto carichi monotoni; i teoremi del collasso plastico dei telai e delle piastre; elementi finiti per l'analisi non-lineare dei telai, modelli per analisi di strutture soggetti ad azioni cicliche. Stato limite ultimo di instabilità e stati limite di servizio di deformazione, di fessurazione e di durabilità (fattori di degrado, sistemi di protezione). Elementi strutturali bidimensionali e tridimensionali in cemento armato: fondazioni (plinti, pali, travi rovesce, plotee, ecc.),

opere di sostegno ( muri, paratie, ecc.), scale (a soletta, a sbalzo), pareti con aperture (travi parete) o accoppiate, travi alte, mensole corte, ecc. Strutture in acciaio: prodotti siderurgici, proprietà degli acciai, fragilità saldabilità, fatica; collegamenti bullonati e saldati; tipologie di unioni; problemi di stabilità.

## TECNICA ED ECONOMIA DEI TRASPORTI

Prof. P. L. Carci

Il corso è organizzato in due parti:

- **Analisi di fattibilità di una infrastruttura**
- **Traffico.**

Parte prima

- Le componenti ambientali e lo sviluppo sostenibile
- Relazioni tra flussi ed infrastrutture di rete
- I metodi quantitativi nella pianificazione dei sistemi di trasporto
- I modelli matematici dell'offerta di trasporto
- Le reti di trasporto
- La stima della domanda di trasportoL'analisi costi-benefici e multicriteria

Parte seconda

- L'offerta di trasporto
- La progettazione dell'esercizio
- I piani urbani del traffico
- Le metodologie di progettazione delle reti di trasporto
- Le valutazioni ambientali nella progettazione delle reti

**Bibliografia:** Cascetta, Metodi quantitativi per la pianificazione dei trasporti, CEDAM 1990; De Luca, Tecnica ed economia dei trasporti, CUEN 1996; Torrieri, Analisi del sistema dei trasporti, FALZEA 1990.

## TECNICA DEI LAVORI STRADALI, FERROVIARI E AEROPORTUALI

Il corso di Tecnica dei lavori stradali, ferroviari ed aeroportuali è suddiviso in due moduli: il primo è comune sia agli allievi del corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile; il secondo modulo è destinato ai soli allievi del corso di laurea, completando il quadro delle discipline dell'Indirizzo trasporti-costruttivo con l'approfondimento delle tematiche relative alla fase di realizzazione delle opere stradali, ferroviarie e aeroportuali.

Primo modulo (Prof. S. Canale)

**Peculiarità tipiche del cantiere stradale e ferroviario:** le categorie di lavoro (priorità delle fasi realizzative); caratteristiche dei mezzi d'opera (scavo, trasporto, co-



stipamento, impianti di betonaggio, vibrofinitrici); il progetto di cantierizzazione (opere provvisorie, movimenti di terra, scelta delle macchine).

**Le attività di cantiere:** la preparazione dei siti (presidi idraulici, scotico e sagomatura del sedime); individuazione di cave e discariche (diagramma di Brukner, cantieri di compenso, tempi di ciclo); progetto e realizzazione delle opere di restauro ambientale.

**Aspetti critici delle realizzazioni aeroportuali.**

Secondo modulo (Prof. F. Bella)

**L'organizzazione del cantiere:** programmazione dei lavori e tecniche relative.

**Verifiche di stabilità:** richiami di geotecnica (l'equazione di Coulomb, spinta attiva e passiva, compressibilità); muri di sostegno (teoria di Rankine, dimensionamento e verifica di stabilità); l'instabilità del sedime e relativi provvedimenti (scoscendimenti, refluenti e compressibilità); l'instabilità del corpo viario (stati di sollecitazione e verifica degli equilibri).

**Le tecnologie costruttive:** la terra armata, i geotessili, le stabilizzazioni in sito; i conglomerati bituminosi, le pavimentazioni drenanti, il riciclaggio. La realizzazione delle mitigazioni d'impatto.

**La sicurezza nei cantieri:** normativa e strumenti attuativi.



## TECNICA URBANISTICA

Prof. P. L. Carci

L'insegnamento, dopo aver fornito nozioni generali di urbanistica, prenderà in considerazione gli argomenti utili all'acquisizione delle competenze necessarie a coordinare i rapporti funzionali fra la realizzazione delle grandi infrastrutture e l'assetto del territorio. Obiettivo principale è quello di verificare quanto la progettazione di alcuni grandi interventi sul territorio sia coerente o meno nei riguardi di un determinato modello di sviluppo (così come delineato dagli strumenti di pianificazione) e, nel caso siano necessari, quali debbano essere gli adeguamenti da apportare a detti strumenti di piano. In tale contesto la progettazione di un'opera viene vista oltre che come attuazione di un piano, come verifica ad elemento di modifica e adeguamento degli strumenti di pianificazione.

Il corso sarà articolato in due moduli distinti, in modo che gli studenti frequentati il corso di Diploma potranno limitarsi a seguire esclusivamente il primo modulo.

Primo modulo

**Presentazione del corso:** scopi, metodi e contenuti del corso; esercitazioni applicative.

**L'evoluzione della pianificazione territoriale:** la legislazione urbanistica dal 1942 ad oggi; le esperienze regionali; l'introduzione della componente paesistica ed ambientale.

**Gli strumenti urbanistici correlati ai diversi livelli di pianificazione:** i piani terri-

toriali di coordinamento; i piani urbanistici comunali; i piani particolareggiati di esecuzione; i piani di settore o di area vasta.

Secondo modulo

**L'elaborazione tecnica dei piani:** la conoscenza del territorio: lettura e tecnica di rappresentazione dei fenomeni territoriali; i vincoli amministrativi e territoriali; le risorse e la loro utilizzazione in coerenza con gli obiettivi del piano; la valenza paesistica: connotati e caratteristiche a seguito delle leggi emanate in materia; l'attuazione ed il controllo della gestione del piano: evoluzione legislativa, prime esperienze regionali, governo del territorio.

**La pianificazione settoriale nel campo dell'ingegneria civile:** evoluzione legislativa nazionale e regionale; i piani di settore relazionati alla progettazione delle grandi opere ed alla pianificazione di area vasta; le tecniche di analisi e di progettazione per i piani settoriali.

**La politica di piano:** rapporti funzionali tra interventi infrastrutturali e assetto del territorio; i livelli di pianificazione riferiti alla realizzazione delle grandi opere infrastrutturali: rapporti di coerenza: il sistema portuale, i piani di bacino, gli schemi idrici il piano dei trasporti, i programmi nazionali per le grandi opere pubbliche; i rapporti fra programma costruttivo delle opere civili ed attuazione della pianificazione urbanistica: adeguamento delle scelte di piano, controllo nel tempo, illustrazione di alcuni esempi significativi.

**Le problematiche ambientali connesse all'elaborazione di piani e programmi:** gli orientamenti della Comunità Europea e le direttive emanate in materia; l'attuale quadro legislativo italiano; la tutela dell'ambiente; le tecniche di valutazione di impatto ambientale riferite ai piani e dai programmi; illustrazione di esempi significativi.

**Esercitazioni progettuali.**

## ▶ TECNOLOGIA MECCANICA

**Prof. E. Marchetti**

Le proprietà dei materiali metallici nei riguardi dell'impiego e delle operazioni tecnologiche. Le deformazioni plastiche. Applicazioni dei metodi generali allo studio delle lavorazioni di trafilatura, laminazione, estrusione, forgiatura, stampaggio, imbutitura. Le macchine per asportazione di truciolo. Utensili. Criteri di giudizio delle macchine utensili, capacità di produzione e precisione. I principali metodi di saldatura e brasatura. Cenni su macchine ed impianti di saldatura. Il controllo della qualità.

## ▶ TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA

**Prof. G. Conte**

Primo modulo

**Materiali per l'Elettronica**



- Cristallo perfetto. Bande di energia. Densità degli stati. Statistiche classiche e quantistiche. Metalli, isolanti e semiconduttori. Disordine nei cristalli. Difetti puntiformi, lineari e bidimensionali. Ruolo dei difetti nei semiconduttori. Semiconduttori amorfi.
- Proprietà elettroniche dei semiconduttori. Portatori di carica. Semiconduttori intrinseci ed estrinseci. Dinamica dei portatori. Conducibilità elettrica in funzione della temperatura. Proprietà ottiche dei semiconduttori. Transizioni elettroniche interbanda e intrabanda.
- Principali famiglie di semiconduttori e loro applicazioni. Semiconduttori del IV gruppo (silicio, germanio, ecc.) nella microelettronica per alta temperatura. Semiconduttori dei gruppi III-V (GaAs, InP, ecc.) nell'elettronica a microonde e nell'optoelettronica.
- Materiali per l'elettronica su grande area. Materiali e strutture per solari. Materiali e strutture per display piatti. Materiali e strutture per sensori.

## Secondo modulo

### Tecnologie Microelettroniche

- Processi di non equilibrio. Teorie cinetiche e termodinamiche del trasporto. Reazioni chimiche e cinetica chimica. Sistemi fuori dall'equilibrio. Plasmi freddi.
- Crescita di semiconduttori. Ciclo del silicio. cristallizzazione da fuso. Crescita epitassiale e non epitassiale. Deposizione chimica da fase vapore (CVD). CVD assistita da plasma. Deposizione fisica da fase vapore (PVD). Evaporazione. Sputtering.
- Trattamenti reattivi di semiconduttori. Ossidazione termica. Drogaggio di semiconduttori. Diffusione termica. Impiantazione ionica.
- Patterning. Fotolitografia. Litografia a fascio elettronico e a raggi x. Attacco chimico "wet" e "dry". Tipi di attacco in plasma.
- Tecnologie dei circuiti integrati. Tecnologia bipolare per circuiti analogici e digitali. Tecnologia CMOS e limiti di scalabilità. Tecnologie dei semiconduttori III-V. Tecnologie per elettronica su grande area.



## TEORIA DEI SEGNALI

**Prof. A. Neri**

Generalità sui sistemi di comunicazione. Definizioni di messaggio e di segnale. Rappresentazione di un segnale mediante la forma d'onda, energia e potenza. I segnali come elementi di uno spazio vettoriale. Rappresentazione di Fourier generalizzata. Definizione e proprietà delle funzioni di autocorrelazione e di intercorrelazione. Trasformazioni lineari in senso esteso. Rappresentazione dei segnali basata sull'impulso matematico. Relazioni ingresso uscita per sistemi lineari e permanenti, convoluzione e sue proprietà. Segnali periodici e loro rappresentazione in serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Teorema di Parseval generalizzato e sua applicazione al caso dei segnali di energia e dei segnali periodici. Teoremi di Wiener per segnali di energia e di potenza. Spettri di densità di energia e di densità di potenza. Segnali limitati in banda. Teorema del campionamento. Effetti da sottocampionamento. Trasformata di Hilbert. Segnale analitico

ed involuppo complesso, componenti analogiche di bassa frequenza. Trasformazioni lineari di segnali limitati in banda sia contigua che non contigua all'origine e relazioni tra i campioni delle relative rappresentazioni. Modulazione di ampiezza (BLD-PI, BLD-PS, BLR, BLU), schemi di ricevitori basati su demodulazione sincrona e di involuppo. Modulazione angolare (di fase e di frequenza) per segnali analogici. Demodulazione per segnali modulati di frequenza. Impostazione frequentistica ed assiomatica della teoria delle probabilità. Teoremi fondamentali. Teorema di Bayes. Variabili aleatorie, funzioni di distribuzione e funzioni di densità di probabilità. Valore atteso: definizione e proprietà, momenti centrati e non centrati, matrice di covarianza. Funzioni di variabili aleatorie. Funzione caratteristica. Trasformazioni lineari di variabili aleatorie. Teorema del limite centrale. Variabili aleatorie gaussiane unidimensionali e pluridimensionali. Variabili aleatorie di Bernoulli e di Poisson. Leggi dei grandi numeri. Processi aleatori: definizioni e proprietà. Processi stazionari, medie d'insieme e medie temporali. Processi ergodici e teoremi collegati, sorgenti riducibili. Processi ad aleatorietà parametrica: processo armonico. Trasformazioni lineari e non-lineari di processi ergodici. Processi gaussiani. Proprietà delle componenti analogiche di bassa frequenza, dell'involuppo e della fase di processi gaussiani limitati in banda non contigua all'origine. Onda P.A.M.

## TEORIA DEI SISTEMI Prof. P. D'Alessandro

Definizione di sistemi; rappresentazione ingresso-uscita e rappresentazione stato-ingresso-uscita. Classificazione dei sistemi. Rappresentazione dei sistemi lineari stazionari di ordine finito, a tempo discreto e a tempo continuo; matrice di transizione, matrice delle risposte impulsive, equazioni differenziali e alle differenze ingresso-stato-uscita. Analisi dei moti. Uso della trasformata di Laplace e della trasformata Z. Il problema dell'associazione dello stato per i sistemi lineari. Cenni sulla rappresentazione dei sistemi non lineari. Teoria della struttura, proprietà di raggiungibilità e di osservabilità, decomposizione canonica. Teoria della struttura dei sistemi dinamici; definizioni, condizioni, criteri. Il metodo di Lyapounoff per lo studio della stabilità; applicazioni ai sistemi lineari e non lineari. Elementi di analisi dei sistemi interconnessi.

## TEORIA DELLE INFRASTRUTTURE VIARIE Prof. C. Benedetto

L'insegnamento si propone di inquadrare le problematiche progettuali delle grandi infrastrutture viarie nel contesto della programmazione territoriale e dei vincoli ambientali che ne condizionano la realizzazione.

La sua articolazione prevede:

- 1) La preliminare determinazione degli standard di progetto



- La domanda di mobilità a livello di rete (previsioni di breve e lungo periodo).
- Il traffico di progetto (variabili significative, scenari temporali).
- La scelta della tipologia progettuale (la teoria del deflusso, veicoli equivalenti e livelli di servizio, determinazione degli input di progetto).

2) La determinazione degli standard geometrici d'asse atti a soddisfare elementari requisiti di sicurezza

- La progettazione stradale (le norme del CNR, sezione tipo e velocità di progetto, standard di geometria imposta, geometria a curvatura variabile, principi di coordinamento pianoaltimetrico).
- La progettazione ferroviaria (normalizzazioni, prestazioni delle linee, standard geometrici, la componente impiantistica, le linee ad alta velocità).

3) La progettazione dell'infrastruttura stradale in una logica di sistema

- Fondamenti della teoria del rischio (banche dati e modelli di previsione dell'incidentalità).
- Il comportamento dell'utente (limiti psicofisiologici e comportamenti indotti dalla strada e dal traffico).
- La strada come sistema (gradi di sicurezza oggettivi e soggettivi, nuove realizzazioni e adeguamenti).
- Metodi di verifica della sicurezza intrinseca della strada (modelli teorici, le applicazioni delle reti neurali).

4) La verifica di qualità del progetto e scelta delle alternative;

- Le alternative a livello territoriale e alla scala di progetto (criteri di analisi e metodi di valutazione),
- Costi di realizzazione, analisi economica, verifiche funzionali e scelte per il migliore inserimento ambientale.



## TEORIA DELLE STRUTTURE

**Prof. M. Lembo**

**Studio delle strutture a telaio col metodo degli spostamenti.** Matrici di rigidità delle aste e della struttura. Determinazione delle azioni nodali. Applicazioni alle travi reticolari, ai telai piani e spaziali.

**Elementi di calcolo tensoriale.** Punti, vettori, tensori. Teorema di rappresentazione per le forme lineari. Operazioni sui tensori. Derivazione. Gradiente e divergenza. Coordinate curvilinee generali. Basi naturale e duale. Derivate covarianti. Componenti fisiche.

**Complementi di teoria lineare dell'elasticità.** Tensore di elasticità. Simmetrie materiali. Legame costitutivo di materiali internamente vincolati. Energia di deformazione. Principio di minimo dell'energia potenziale. Derivazione variazionale delle equazioni di equilibrio.

**Teoria lineare dei gusci elastici sottili.** Rappresentazione e proprietà delle su-

perfici. Regioni a forma di guscio. Coordinate normali. Basi e tensore metrico. Ipotesi di Kirchhoff-Love. Campi di spostamento e deformazione. Sforzi e caratteristiche della sollecitazione. Derivazione variazionale delle equazioni di equilibrio e delle condizioni al contorno. Applicazioni ai gusci cilindrico e sferico. Equazioni di equilibrio e condizioni al contorno per le piastre. Metodi di calcolo delle piastre rettangolari e circolari.

**Introduzione al metodo degli elementi finiti.** Soluzioni approssimate del problema di minimo del funzionale dell'energia. Concetti fondamentali del metodo degli elementi finiti. Costruzione della matrice di rigidità e imposizione delle condizioni al contorno. Applicazioni alle travi sollecitate da carichi assiali e da azioni flettenti. Introduzione allo studio delle piastre.

## ▶ TOPOGRAFIA (Prof. da definire)

Il corso di Topografia è suddiviso in due moduli: il primo è comune sia agli allievi del corso di diploma in Ingegneria delle Infrastrutture che agli allievi del corso di laurea in Ingegneria Civile; il secondo modulo è destinato ai soli allievi del corso di laurea.

### Primo modulo

**Elementi di Geodesia:** sistemi e superfici di riferimento, coordinate geografiche ed astronomiche, datum geodetico, sezioni normali e reciproche, raggi principali di curvatura, geodetiche su superfici di rotazione, teoremi fondamentali, campi operativi, problemi fondamentali.

**Topografia:** sistemi di misura geometrici, analitico degli angoli e loro relazione, definizione di angolo azimutale e zenitale, direzioni e azimut, principali strumenti topografici ottici ed elettronici, apparati GPS, schemi di rilevamento plano-altimetrico isodeterminati: errori dei modelli, intersezione in avanti, laterale, inversa semplice e multipla, coordinate polari, poligonali aperte con appoggio semplice e chiuso, compensazione empirica, reti con minimo numero di misure ed appoggi, precisioni raggiungibili, livellazione geometrica e trigonometrica finalizzate alla determinazione dei diversi tipi di quota, rilievo di dettaglio, tecniche di misura con apparato GPS.

**Sistema cartografico nazionale:** tecniche di consultazione ed uso della carta.

### Secondo modulo

**Teoria degli errori:** osservazioni dirette ed indirette, natura e classificazione degli errori di misura, variabili casuali, media, varianza, deviazione standard, legge di propagazione delle varianze, media semplice e ponderata, principio dei minimi quadrati, reti bidimensionali a vincoli minimi compensate con il metodo per variazioni di coordinate, calcolo delle incognite con il sistema normale e con le matrici, precisione dei vertici, ellisse standard di punto.



**Topografia:** schemi di rilevamento iperdeterminati: poligonali appoggiate, triangolazioni, trilaterazioni, reti IGMI, tracciamento: principali metodologie di posizionamento di elementi progettuali sul terreno, inquadramento, dettaglio, studio di deformazioni di strutture, collaudi e capitolati d'appalto.

**Cartografia:** equazione della carta conforme di Gauss, proiezione di Gauss-Boaga e UTM, calcoli sul piano della rappresentazione.

**Fotogrammetria:** cenni sulle operazioni di presa e restituzione, applicazioni cartografiche e al rilievo urbanistico.

## TURBOMACCHINE

Prof. V. Michelassi

**Gasdinamica.** Richiami di Gasdinamica Elementare: Equazioni di Conservazione di massa, energia meccanica e termica. Caratteristiche degli efflussi subsonici e supersonici. Gli urti retti ed i ventagli di espansione. Efflussi con attrito. Il problema di Fanno. Efflussi con scambio termico. Il problema di Rayleigh. Efflussi con variazione di area. Gli ugelli. Efflussi con iniezione di massa. Refrigerazione e Miscelazione. Combinazione degli effetti elementari. I coefficienti di Influenza. Efflussi monodimensionali instazionari. Invarianti di Riemann. Efflussi non Viscosi Bidimensionali: Condizioni di efflusso omoentropico ed omoentropico. Teoremi di Crocco e Kelvin. Le equazioni di Bulero. Il potenziale e la funzione di corrente. Gli urti obliqui. Equazioni Complete Del Moto Dei Fluidi: Conservazione della massa - equazione di continuità in varie forme. Conservazione della energia meccanica - equazione della quantità di moto. Conservazione dell'energia. Equazione di conservazione in varie forme. Equazione di trasporto dell'entropia. Equazione di trasporto della vorticità. Equazioni dello strato limite. Concetto di strato limite. Transizione ed effetto del gradiente di pressione

**Efflussi nelle turbomacchine.** Teoria e Parametri di Base: La teoria elementare. Parametri caratteristici. Rendimenti di palettatura e di stadio. La Teoria Bidimensionale: Nomenclatura. Forze sulle pale - lift e drag. Principio di frizionamento delle turbine. Principio di funzionamento dei compressori. Turbine Assiali: Generalità e diagrammi di velocità. Tipologie. La termodinamica delle turbine. Perdite di stadio, rendimenti, e grado di reazione. Funzionamento in condizioni di progetto e fuori progetto. Curve di funzionamento dello stadio singolo e del multistadio. Il carico limite. Cenni alle turbine centripete. Compressori Assiali: Generalità e diagrammi di velocità. Tipologie. Pale NACA ed Inglesi. La termodinamica dei compressori - Perdite di stadio, rendimenti e grado di reazione. Funzionamento in condizioni di progetto e fuori progetto. Curve di funzionamento dello stadio singolo e del multistadio - Insorgenza e controllo dello stallo rotante e del pompaggio. Cenni ai compressori centrifughi. Gli Efflussi Tridimensionali: L'interazione strato limite. Gradiente di pressione. I flussi secondari. fenomenologia e tecniche di controllo. L'interazione urto. Strato limite

**Le correlazioni nella progettazione.** Le Correlazioni per le Turbine Assiali: La correlazione di Soderberg. La correlazione di Ainley-Mathieson. La correlazione di Kacker-Okapu. Le Correlazioni per i Compressori Assiali: La correlazione di Lieblen. La correlazione di Howell

**Le leggi di progetto di macchine assiali.** La Teoria Generale Tridimensionale: Teoria del Wu. Modello meridiano. Modello interpolare. La Teoria dell'Equilibrio Radiale: Il metodo ISRE. Il metodo NISRE. Il problema diretto. Il problema indiretto. Leggi di progetto e loro applicazione. Effetti su carico palare, grado di reazione e rendimento. Effetti della comprimibilità.

**Esempi di turbomacchine.** Le Turbomacchine Motrici. Le Turbomacchine Operatrici.





# l'università Roma Tre

**Magnifico Rettore:** prof. Guido Fabiani

**Prorettore:** prof. Ilaria Caraci

**Direttore Amministrativo:** dott. Pasquale Basilicata

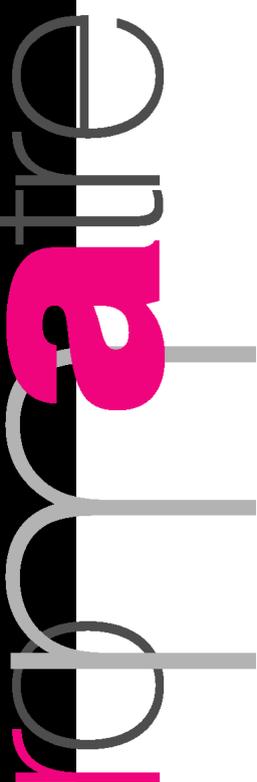
**Rettorato:** Via Ostiense 159 - 00154 Roma Tel. 06-573701

► **Il Governo dell'Università** Lo Statuto dell'Università degli Studi di Roma Tre, emanato ai sensi e per gli effetti della legge 9 maggio 1989, n. 168, con decreto del Rettore del 4 settembre 1996, stabilisce che sono organi centrali di governo:

- Art. 10: il Rettore
- Art. 11: il Senato Accademico
- Art. 12: il Consiglio d'Amministrazione

## Rettore

Il Rettore è il legale rappresentante dell'Università, ha il compito di rendere esecutive le delibere del Senato Accademico e del Consiglio di Amministrazione ed esercita l'autorità disciplinare sul personale, di qualsiasi categoria, addetto all'università. I Rettori delle Università sono eletti tra i professori di ruolo e fuori ruolo di prima fascia a tempo pieno da un collegio elettorale composto dai professori di ruolo e fuori ruolo, dai ricercatori, dai rappresentanti del personale tecnico-amministrativo presenti negli organi centrali di governo dell'Università e dai rappresentanti degli studenti negli organi centrali di governo dell'Università e nei Consigli di Facoltà. Il Rettore dura in carica tre anni.



### Senato Accademico

Il Senato Accademico è un organo collegiale composto dal Rettore, che ne è il Presidente, dal Prorettore, dai Presidi di Facoltà, da una rappresentanza per ogni grande area scientifico-disciplinare, da una rappresentanza del personale tecnico-amministrativo, da una rappresentanza degli studenti, dal Direttore Amministrativo, con funzioni di segretario e con voto consultivo. Esso esercita tutte le competenze relative alla programmazione, al coordinamento e alla verifica delle attività didattiche e di ricerca nell'ambito dell'Università.

### Consiglio di Amministrazione

Il Consiglio di Amministrazione cura la gestione amministrativa, finanziaria, economica e patrimoniale dell'Università nonché la gestione del personale tecnico e amministrativo.

Esso è composto: dal Rettore che ne è il Presidente, dal Prorettore, dal Direttore Amministrativo con funzioni di segretario e con voto consultivo, da dodici rappresentanti dei docenti, da quattro rappresentanti del personale tecnico-amministrativo, da quattro a sei rappresentanti degli studenti.

Su proposta del Rettore e sentito il Senato Accademico possono partecipare, a titolo consultivo, al Consiglio di Amministrazione rappresentanti di enti e organismi pubblici e privati di particolare interesse per l'Ateneo. Il Consiglio di Amministrazione è rinnovato ogni tre anni.

## ► Strutture didattiche, scientifiche e di servizio dell'Università

L'Università si articola in strutture didattiche, scientifiche e di servizio.

### Facoltà

Le Facoltà sono le strutture di appartenenza e di coordinamento didattico dei professori e dei ricercatori. In esse operano corsi di studio, corsi di diploma e altri corsi di studio. Ogni Facoltà comprende una pluralità di settori scientifico-disciplinari che ritiene utili alla realizzazione ottimale dei propri corsi di studio.

Sono organi della Facoltà il Preside e il Consiglio di Facoltà.

#### ● Preside di Facoltà

Il Preside viene eletto dal Consiglio di Facoltà fra i professori di ruolo a tempo pieno. Il Preside svolge le funzioni inerenti alla qualità di presidente del Consiglio di Facoltà, cura l'esecuzione delle deliberazioni del Consiglio, vigila sul regolare svolgimento delle attività didattiche che fanno capo alla Facoltà. Resta in carica per tre anni accademici.

#### ● Consiglio di Facoltà

Ha il compito di coordinare e indirizzare le attività didattiche, di proporre al Senato Accademico l'attivazione di nuove strutture didattiche, di proporre modifiche da

apportare all'ordinamento didattico. Ne fanno parte i professori di ruolo e fuori ruolo, i ricercatori, una rappresentanza del personale tecnico-amministrativo e una rappresentanza degli studenti compresa tra cinque e nove, a seconda del numero degli studenti iscritti ad ogni Facoltà.

#### ● Consiglio di Corso di Studio

Il Consiglio di Corso di Studio provvede all'organizzazione, alla programmazione e al coordinamento delle attività didattiche per il conseguimento delle lauree e dei diplomi ed ha il compito di approvare i piani di studio degli studenti, di organizzare i servizi di orientamento e di tutorato, di formulare proposte al Consiglio di Facoltà. Ne fanno parte tutti i professori che svolgono la propria attività didattica nell'ambito del corso di studio, una rappresentanza degli studenti compresa tra tre e cinque e un rappresentante del personale non docente.

Esso elegge, tra i professori di ruolo a tempo pieno, un Presidente del Corso di Studio il cui mandato ha la durata di tre anni e che ha il compito di sovrintendere e coordinare le attività del corso.

#### Dipartimenti

I Dipartimenti promuovono e coordinano l'attività scientifica, di ricerca, di supporto all'attività didattica dell'Università e di formazione alla ricerca, svolgono attività di consulenza e di ricerca su contratto o convenzione. Ogni Dipartimento comprende uno o più settori di ricerca omogenei per fine o per metodo e organizza e coordina le relative strutture.

Il Dipartimento ha autonomia finanziaria, amministrativa, contabile e dispone di personale tecnico ed amministrativo per il suo funzionamento.

#### Organi del Dipartimento sono:

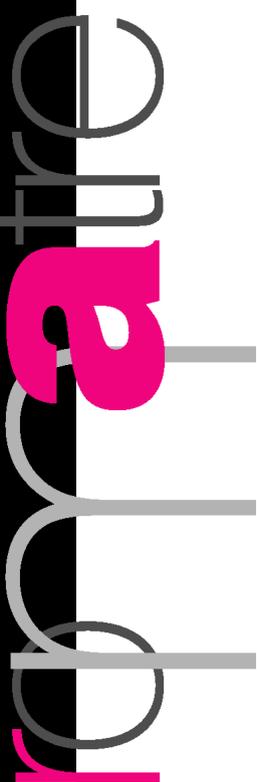
- a) Il Consiglio
- b) Il Direttore
- c) La Giunta

Il Consiglio di Dipartimento programma e gestisce le attività del Dipartimento ed è composto dai professori di ruolo e fuori ruolo, dai ricercatori afferenti al Dipartimento, da una rappresentanza del personale tecnico-amministrativo, da una rappresentanza degli studenti iscritti ai corsi di dottorato e dal Segretario Amministrativo, con voto consultivo.

È presieduto dal Direttore del Dipartimento che viene eletto, tra i professori di ruolo a tempo pieno, dal Consiglio; resta in carica per tre anni accademici. Rappresenta il Dipartimento, tiene i rapporti con gli organi accademici, predispone le richieste di finanziamento e propone il piano annuale delle ricerche del Dipartimento. La Giunta è l'organo esecutivo che coadiuva il Direttore.

#### I Professori universitari

I professori universitari sono inquadrati, nell'unitarietà della funzione docente, in due fasce di carattere funzionale, con uguale garanzia di libertà didattica e di ricerca:



- a) **professori ordinari e straordinari (prima fascia)**
- b) **professori associati (seconda fascia)**

Fanno altresì parte del personale docente:

- c) **ricercatori**
- d) **assistenti di ruolo ad esaurimento**

Possono inoltre essere chiamati a cooperare alle attività di docenza:

- e) **professori a contratto**

Possono essere assunti con contratto anche:

- f) **lettori di madre lingua**

Sono inquadrati tra il personale tecnico-amministrativo e bibliotecario:

- g) **tecnici laureati e personale tecnico scientifico e delle biblioteche**

Alcune funzioni docenti sono svolte, gratuitamente, dai

- h) **cultori della materia**

Svolgono attività di ricerca presso le strutture universitarie gli assegnatari di borse post-dottorato.

Svolgono attività di studio e di ricerca nelle strutture universitarie i borsisti iscritti ai corsi di dottorato e alle scuole di specializzazione. I borsisti non possono essere impegnati in attività didattiche.

Il tutorato: definizione e finalità

Secondo quanto disposto dall'art. 13 della L. 341/90 di riforma degli ordinamenti didattici universitari, entro un anno dall'entrata in vigore di quest'ultima, ciascun Ateneo provvede ad istituire con regolamento, il tutorato sotto la responsabilità del consiglio delle strutture didattiche.

**Questa nuova figura di servizio è finalizzata:**

- ad orientare ed assistere gli studenti per tutto il corso di studi;
- a rendere gli studenti partecipi del processo formativo;
- a rimuovere gli ostacoli che possono danneggiare una proficua frequenza dai corsi.

I servizi di tutorato collaborano con gli organismi di sostegno al diritto allo studio e con le rappresentanze degli studenti, concorrendo alle esigenze di formazione culturale degli studenti e alla loro completa partecipazione alle attività universitarie.

Studenti

Per studenti si intendono gli iscritti ai corsi di studio delle Università e degli Istituti di istruzione universitaria.

All'atto dell'iscrizione lo studente si impegna ad osservare le norme previste dallo statuto e dai regolamenti delle Università.

### Doveri degli studenti sono:

- il pagamento delle tasse universitarie;
- l'obbligo di frequenza (qualora richiesto);
- il dovere di rispettare la dignità dell'istruzione;
- il dovere di non danneggiare gli immobili ed il materiale di proprietà dell'Università e di non compiere atti che impediscano il regolare svolgimento dei corsi e delle attività accademiche in generale.

Al Rettore, al Senato Accademico ed ai Consigli di Facoltà spetta il compito di applicare eventuali sanzioni disciplinari.

Gli studenti hanno il diritto-dovere di partecipare agli organi di governo dell'Università secondo le modalità di rappresentanza previste ed hanno il diritto di usufruire degli aiuti previsti dalla legislazione sul diritto allo studio.

## ► Diritto degli studenti alla rappresentanza negli organi di governo dell'Università (Statuto dell'Università)

### Senato Accademico - Art. 11

Il Senato Accademico è costituito con decreto rettorale ed è composto da:  
(Omissis ...)

- una rappresentanza degli studenti, con voto deliberativo ristretto alle questioni concernenti la programmazione, l'approvazione dei piani di sviluppo, il coordinamento e la verifica, limitatamente all'attività didattica.

### Consiglio d'Amministrazione - Art. 12

Il Consiglio d'Amministrazione è composto:  
(Omissis ...)

- da quattro a sei rappresentanti degli studenti, a seconda della percentuale dei votanti.

### Consiglio di Facoltà - Art. 19

Il Consiglio di Facoltà è composto:  
(Omissis ...)

- da una rappresentanza degli studenti pari a: nove studenti per le Facoltà con più di cinquemila iscritti, sette studenti per le Facoltà con iscritti tra i duemila e i cinquemila, cinque studenti per le Facoltà fino a duemila iscritti.

### Consigli di Corso di Studio - Art. 20

I Consigli di Corso di Studio sono composti da:  
(Omissis ...)

- una rappresentanza degli studenti stabilita nel numero di cinque rappresentanti per i corsi con più di duemila iscritti e di tre rappresentanti per i corsi con meno di

duemila iscritti. Queste rappresentanze sono elette secondo modalità stabilite dal Regolamento generale d'Ateneo.

## Rappresentanti degli studenti

### Rappresentanti nel Senato Accademico

- Emiliano Gaspari (Facoltà di Ingegneria)
- Manolo Guerci (Facoltà di Architettura)
- Francesca Lopalco (Facoltà di Scienze della Formazione)
- Simone Silvi (Facoltà di Economia)
- Simone Totti (Facoltà di Scienze Politiche)

### Rappresentanti nel Consiglio di Amministrazione

- Giacomo Balla (Facoltà di Economia)
- Christian Battista (Facoltà di Economia)
- Carlo Antonio Fayer (Facoltà di Architettura)
- Michele Ricciardi (Facoltà di Ingegneria)

### Rappresentanti nel Consiglio degli studenti

- Riccardo Crescenzi (Presidente)
- Matteo Bonin
- Edoardo Ciolli
- Gianluigi Cori
- Federica Fedeli
- Marco Folcarelli
- Salvatore Monni
- Alessandro Pillitu
- Alessandro Ricci
- Alessandra Santilli
- Francesca Sara
- Cristina Torraca

### Rappresentanti nel Consiglio della Facoltà di Ingegneria

- Leonardo Avena
- Alessandro Cappelli
- Stefano Marchetta
- Iris Masci
- Ettore Menconi
- Domenico Nicastro
- Francesca Tuli

### Rappresentanti nei Consigli di Corso di studio della Facoltà di Ingegneria

- Leonardo Avena ● Riccardo Bisini ● Iris Masci (Ingegneria Informatica)
- Vittorio Di Maio ● Eugenio Galli ● Fulvio Seccia (Ingegneria Meccanica)

● Domenico Izzo ● Stefano Marchetta ● Francesca Tuli (Ingegneria Elettronica)  
● Alessandro Cappelli ● Emiliano Cappelli ● Pierluigi Ruopoli (Ingegneria Civile)

La Segreteria dei Rappresentanti degli studenti si trova presso il Centro Accoglienza e Servizi, in Via Ostiense, 169, tel. 0657372881, fax 0657372882, e-mail: rastud@uniroma3.it.

## ► Il Consiglio degli Studenti

(art.15 Statuto dell'Università degli Studi Roma Tre)

1) Il Consiglio degli Studenti è organo autonomo degli studenti dell'Università; ha compiti di promozione della partecipazione studentesca e di coordinamento delle rappresentanze degli studenti negli organi centrali di governo e negli organi delle strutture didattiche, di ricerca e di servizio dell'Università.

2) Il Consiglio degli Studenti promuove e gestisce i rapporti nazionali ed internazionali con le rappresentanze studentesche di altri Atenei.

3) Il Consiglio degli Studenti è formato dagli studenti eletti in Senato Accademico, nel Consiglio di Amministrazione, nei Consigli di Facoltà, da due rappresentanti degli studenti iscritti ai dottorati di ricerca e da un rappresentante per ciascuna delle rappresentanze degli organi periferici di ricerca e di didattica più dieci studenti eletti dal corpo studentesco nel suo complesso.

La rappresentanza dei dottorandi resta in carica due anni.

Il Consiglio degli Studenti elegge nel proprio seno un Presidente.

4) Il Consiglio degli Studenti si dà un proprio regolamento in linea con gli altri regolamenti d'Ateneo.

(art.8 del Regolamento generale d'Ateneo)

Il funzionamento del Consiglio degli Studenti è disciplinato da un apposito regolamento interno in linea con gli altri regolamenti di ateneo, così come previsto dall'art.15, co.4 dello Statuto.

I Componenti eletti nel consiglio degli studenti durano in carica per 2 anni.

La votazione per la componente elettiva del Consiglio degli studenti si svolge nel mese di marzo e viene indetta dal Rettore con proprio decreto con almeno 30 giorni di anticipo rispetto alla data fissata per l'elezione stessa.

È di competenza del Consiglio degli studenti nominare i rappresentanti del corpo studentesco nel Consiglio del SBA, del CLA e negli altri Consigli, ove previsto; tali rappresentanti non devono essere necessariamente componenti del Consiglio Studentesco.

Il Consiglio degli studenti può costituire al suo interno apposite Commissioni istruttorie per la trattazione preliminare di particolari argomenti. Le Commissioni, su loro richiesta, possono essere integrate anche da funzionari tecnico-amministrativi e da esperti dell'ateneo.

Il Consiglio degli studenti può richiedere all'ateneo risorse idonee allo svolgimento delle proprie funzioni.

Il Consiglio degli studenti esprime parere sulle proposte presentate per l'utilizzo di eventuali fondi del bilancio di ateneo per attività formative e culturali gestite dagli studenti.

(art.9 del Regolamento generale d'Ateneo)

**F) Criteri di ripartizione e assegnazione dei fondi per la ricerca e la didattica**

Il Rettore, avvalendosi del supporto tecnico dell'amministrazione, tenuto conto (omissis...) delle proposte avanzate dalle competenti Commissioni attivate dal Senato accademico e dal Consiglio degli studenti, predispone annualmente un progetto per la ripartizione dei fondi e delle risorse finanziarie per la ricerca, per la didattica e per i relativi servizi di supporto. (Omissis...).

**G) Importo delle tasse universitarie e dei contributi di laboratorio e biblioteca. Criteri di ripartizione di essi e diritto allo studio**

Il Rettore, tenuto conto dei dati rilevati dal Nucleo di valutazione, sentito il Consiglio degli studenti, (omissis...), predispone annualmente un progetto sulla determinazione dell'importo delle tasse universitarie e dei contributi di laboratorio e biblioteca e sui criteri di ripartizione di essi, nonché sulle esenzioni, agevolazioni e benefici per l'attuazione del diritto allo studio. (Omissis...).

► **Iscrizione ai Corsi di Laurea e di Diploma** Per iscriversi ad un Corso di laurea o di Diploma universitario è necessario essere in possesso di un titolo di scuola secondaria superiore italiana di durata quinquennale - o quadriennale con anno integrativo - oppure di un titolo di studio rilasciato da altre scuole e riconosciuto equivalente (chi è in possesso di Diploma di Liceo Artistico senza anno integrativo può iscriversi soltanto alla Facoltà di Architettura). Chi è in possesso di un Diploma universitario o di una Laurea, si iscrive indipendentemente dal tipo di diploma di scuola media superiore di cui è in possesso.

► **Divieto di contemporanea iscrizione a più corsi di studio** È vietata l'iscrizione contemporanea a diverse Università e a diverse Facoltà o Corsi di studio. Pertanto è necessario che prima di iscriversi ad altro corso di studi, lo studente effettui la rinuncia al corso cui è iscritto. Lo studente ha l'obbligo di conoscere le norme contenute nello Statuto e nell'ordinamento di-

dattico, nonché il piano di studi del proprio corso di studio o diploma.

► **Immatricolazioni ai Corsi di Studio a numero programmato** Per potersi immatricolare è necessario superare una prova di ammissione. L'iscrizione alla prova di ammissione si effettua nei mesi di luglio-agosto; per le scadenze (si fa riferimento ai singoli Decreti Rettorali) informarsi presso il Centro Accoglienza e Servizi e le Segreterie Studenti.

► **Immatricolazioni ai Corsi di Studio ad accesso libero** Per effettuare l'immatricolazione ai Corsi di studio ad accesso libero si ritira presso le Segreterie Studenti e il Centro Accoglienza e Servizi un plico contenente:

- un modulo di pagamento tasse contraddistinto dal numero di serie da pagare solo presso gli sportelli della Banca di Roma;
- un modulo per i dati dell'autocertificazione (reddito, nucleo familiare, eventuale handicap e richiesta di esonero) contraddistinto da un numero di serie;
- una "Guida alla compilazione del modulo di autocertificazione per la determinazione di tasse e contributi universitari";
- una busta per la restituzione dei documenti stessi.

**I documenti da allegare sono:**

- una fotografia formato tessera;
- una fotocopia non autenticata di un documento di riconoscimento (fronte-retro);
- la ricevuta del pagamento delle tasse (effettuato presso qualsiasi agenzia della Banca di Roma);
- il certificato di Maturità in carta semplice o autocertificazione sostitutiva del Diploma di Maturità o Diploma originale di Maturità;

Il Diploma originale deve essere comunque consegnato in Segreteria Studenti prima di sostenere esami.

Il versamento delle tasse universitarie si effettua, tramite l'apposito modulo, presso gli sportelli della Banca di Roma.

Lo studente riconsegna presso le Segreterie Studenti e il Centro Accoglienza e Servizi il plico contenente i modelli compilati (anagrafica e reddito), il bollettino pagato e la documentazione richiesta in una unica busta chiusa.

La matricola definitiva viene assegnata a ciascun studente in un secondo momento.

**Ci si iscrive dal 1° settembre al 5 novembre.**

► **Iscrizione agli anni successivi al primo** Sia per i corsi a numero libero che per i corsi a numero programmato le iscrizioni si effet-

tuano dal **1° settembre al 5 novembre**.

Il bollettino relativo alla rata di iscrizione viene inviato al domicilio dello studente il quale dovrà effettuare il versamento della tassa presso un qualsiasi istituto bancario. In caso di mancato ricevimento o smarrimento del bollettino è possibile, a partire dall'a.a. 1999/2000, pagare la rata di iscrizione solo presso gli sportelli della Banca di Roma dichiarando il proprio numero di matricola.

**È necessario invece recarsi presso le Segreterie Studenti nel caso in cui lo studente:**

- deve regolarizzare un trasferimento in arrivo o in partenza o un passaggio di Corso di Studio,
- deve regolarizzare precedenti anni accademici,
- deve ritirare il bollettino della tassa di Diploma di Laurea,
- deve iscriversi come ripetente (quando lo studente, avendo completato la durata legale del corso, deve modificare il proprio piano di studi),
- deve modificare l'iscrizione da fuori corso a IV° (o V°) ripetente per presentare un nuovo piano di studi.

**In caso di pagamento oltre il termine stabilito lo studente può recarsi direttamente presso gli sportelli della Banca di Roma ed effettuare il pagamento comprensivo della indennità di ritardato pagamento.**

- ▶ **Iscrizione in qualità di ripetente** Sono tenuti all'iscrizione in qualità di ripetenti coloro che, terminati i normali anni di corso, decidono di modificare il proprio piano di studi con inserimento di nuovi insegnamenti. Nel caso di Corsi di Studio che prevedono iscrizioni ai corsi singoli e relativi attestati di frequenza, devono iscriversi come ripetenti gli studenti che non avessero ottenuto tali attestati.

Tutti gli studenti che si iscrivono come ripetenti ad un anno di corso sono tenuti al pagamento delle tasse e contributi.

- ▶ **Iscrizione in qualità di fuori corso**

Sono considerati studenti fuori corso:

a) coloro che avendo seguito il proprio corso universitario per l'intera sua durata e avendone frequentato tutti gli insegnamenti prescritti per l'ammissione all'esame di laurea o diploma, non abbiano superato tutti i relativi esami speciali o l'esame di laurea o di diploma;

b) coloro che non abbiano effettuato l'iscrizione ad anni successivi al primo en-

tro i termini prescritti;

c) coloro che, iscritti ad un determinato anno del proprio corso di studi, non abbiano superato gli esami obbligatoriamente richiesti per il passaggio all'anno di corso successivo (art. 15 del Regolamento Studenti approvato con R.D. 04.06.1938, n. 1269).

- **Iscrizione in qualità di condizionato** Alcuni Corsi di Studio prevedono degli sbarramenti. In questo caso lo studente deve superare determinati esami o un determinato numero di esami per poter essere ammesso all'anno successivo.

Se lo studente non supera tale blocco deve chiedere l'iscrizione in qualità di fuori corso. Egli però ha facoltà di chiedere l'iscrizione regolare entro i termini di legge (5 novembre), sub-condizione.

Al termine dell'ultima sessione dell'anno, se lo studente avrà superato il blocco degli esami previsti, l'iscrizione regolare già effettuata verrà confermata; in caso contrario egli sarà d'ufficio considerato iscritto come fuori corso (Circolare Ministeriale 18.11.1995, n. 6115).

## ► **Esami di profitto**

**Lo studente per essere ammesso agli esami di profitto deve aver adempiuto ai seguenti obblighi:**

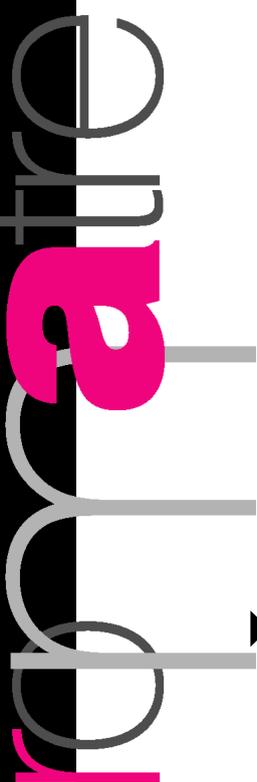
- a) aver depositato in Segreteria il diploma originale;
- b) essere in regola con il pagamento delle tasse (ad eccezione degli esonerati);
- c) aver rispettato le norme di propedeuticità.

Lo studente che si ritiri durante un esame non può ripetere l'esame nella medesima sessione, né più di due volte nello stesso anno accademico.

**Un esame registrato con esito favorevole non può essere ripetuto (nota ministeriale n. 1624 del 17.05.1967). Il voto assegnato dalla Commissione esaminatrice è definitivo.**

**Gli esami sostenuti e superati in violazione, sia pure di uno solo degli adempimenti suindicati, saranno annullati d'ufficio.**

Lo studente, oltre che agli insegnamenti fondamentali e al numero d'insegnamenti complementari obbligatorio per il conseguimento della laurea o del diploma cui aspira, può iscriversi a qualsiasi altro insegnamento complementare del proprio corso di studio o diploma, e, per ciascun anno, a non più di due insegna-



menti di altri corsi di studio o diploma, nella stessa Università o Istituto superiore (art. 6 R.D. 04.06.1938, n.1269)

Chi intende avvalersi di tale norma dovrà farne domanda alla propria Segreteria entro il 31 gennaio, domanda in carta da bollo, indicando le due materie prescelte e specificando a quale corso di laurea e Facoltà si riferiscono.

**Non possono avvalersi di tale norma gli studenti fuori corso.**

**Lo studente è tenuto a conoscere le norme dell'ordinamento didattico del proprio corso di studio ed è il solo responsabile dell'annullamento degli esami che siano sostenuti in violazione delle predette norme.**

► **Esame di Laurea e di Diploma** Per essere ammesso agli esami di laurea o di diploma, lo studente deve comprovare di aver frequentato tutti gli anni di corso previsti dalla Facoltà, di aver superato tutti gli esami di profitto e di aver pagato tutte le tasse o di esserne stato esonerato.

Il tema per la dissertazione della tesi deve essere scelto in una delle materie delle quali lo studente abbia superato l'esame e deve essere richiesto al professore che ne impartisce l'insegnamento nei termini stabiliti dall'ordinamento didattico della Facoltà.

Gli studenti laureandi che non riescano a discutere la tesi nella sessione richiesta, dovranno, entro le date stabilite, ripresentare la domanda di ammissione all'esame di laurea.

► **Secondo titolo** L'iscrizione ad anni successivi al primo è consentita soltanto se gli studi compiuti e gli esami sostenuti in un precedente Corso di laurea o di diploma sono convalidati dal Consiglio del Corso di studio a cui si vuole accedere. Il Consiglio di Corso di studio si esprime su ogni singolo caso e trasmette la propria decisione alla Segreteria Studenti.

**Può fare domanda:**

- chi ha conseguito una Laurea o un Diploma universitario in Italia;
- chi ha conseguito una Laurea o altro Diploma universitario all'estero ;
- i diplomati dell'I.S.E.F. e di Scuole di istruzione superiore legalmente riconosciute quali Scuole interpreti, Università pontificie, ecc.

Gli studenti già laureati che intendono conseguire un secondo titolo di studio, possono effettuare l'immatricolazione esclusivamente presso gli sportelli delle Segreterie Studenti allegando alla domanda di iscrizione il Diploma originale di Maturità ed il certificato di Laurea o Diploma universitario con gli esami sostenuti.

**Per i corsi ad accesso libero l'immatricolazione si può effettuare dal 1° set-**

tembre al 5 novembre oppure entro il 31 dicembre pagando una tassa suppletiva.

Per i corsi di studio a numero programmato vedere i relativi Decreti Rettorali.

- **Passaggi** In qualsiasi anno di corso, al momento dell'iscrizione, si può fare domanda di passaggio da un Corso di studio ad un altro della stessa Facoltà o di altra Facoltà.

La domanda di passaggio si effettua presso la Segreteria Studenti.

La richiesta di passaggio per i corsi a numero libero si può effettuare fino al 31 dicembre purché in regola con l'iscrizione dell'anno in corso; per i corsi di studio a numero programmato vedere i relativi Decreti Rettorali.

- **Trasferimenti**

Trasferimenti a Roma Tre

Per i Corsi di studio a numero libero, il termine ultimo per presentare la domanda di trasferimento è fissato al 31 dicembre.

Per i Corsi di studio a numero programmato, consultare i rispettivi bandi nel periodo luglio-agosto presso le Segreterie Studenti ed il Centro Accoglienza e Servizi.

Dal momento in cui si chiede il trasferimento non si possono più sostenere esami nell'università di provenienza.

I Corsi di studio a numero programmato non accettano trasferimenti per il primo anno di corso e per gli anni successivi ne accolgono un numero limitato. Comunque bisogna aver sostenuto un certo numero di esami (variabile a seconda delle disposizioni dei singoli Corsi di studio).

Chi intende trasferirsi non avendo mai sostenuto esami nella propria Università può fare la "rinuncia agli studi".

Chi si vuole trasferire, ma non ha versato le tasse relative ad anni precedenti, deve prima provvedere al pagamento di tutti gli arretrati. L'unica alternativa al pagamento è la rinuncia agli studi che però comporta la cancellazione degli esami già sostenuti.

Per gli studenti portatori di handicap è stato attribuito un decimo dei posti previsti per i trasferimenti agli anni successivi al primo.

Trasferimenti da Roma Tre

Si può chiedere il trasferimento ad altra università presentando domanda alla Segreteria Studenti dal 1° settembre al 31 dicembre senza alcuna limitazione al numero dei trasferimenti in uscita, tranne regole particolari stabilite dalle altre Università, dove è opportuno informarsi, prima di chiedere il trasferimento.

- ▶ **Decadenza** Coloro i quali abbiano compiuto l'intero corso degli studi universitari senza conseguire la laurea o il diploma o che, per qualsiasi motivo, abbiano interrotto gli studi stessi, qualora intendano esercitare i diritti derivanti dalla iscrizione, sono tenuti a chiedere ogni anno la ricognizione della loro qualità di studenti e pagare la relativa tassa.

Coloro i quali, pur avendo adempiuto a tale obbligo, non sostengano esami per otto anni accademici consecutivi, debbono rinnovare l'iscrizione ai corsi e ripetere le prove già superate (art. 149 del T.U. 1993, n. 1592).

La decadenza non colpisce coloro che abbiano superato tutti gli esami di profitto e siano in debito unicamente dell'esame finale di laurea o diploma, cui potranno quindi accedere qualunque sia il tempo intercorso dall'ultimo esame di profitto sostenuto.

La decadenza dalla qualità di studente si interrompe nel caso in cui lo studente fuori corso faccia passaggio, prima di essere incorso nella decadenza, ad altro corso di studio o diploma oppure sostenga un esame, sia pure con esito negativo.

Coloro che siano incorsi nella decadenza perdono definitivamente la qualità di studente con tutte le conseguenze che tale perdita comporta. Per essi non v'è quindi più luogo a trasferimenti o passaggi o altri provvedimenti scolastici, ma può farsi luogo al rilascio di certificati relativi alla carriera scolastica precedentemente e regolarmente percorsa, con annotazione della decadenza.

- ▶ **Rinuncia agli studi** Lo studente che, non avendo conseguito la laurea o il diploma, intende rinunciare agli studi ed ottenere la restituzione del titolo originale di istruzione media superiore, dovrà presentare al competente ufficio di Segreteria domanda in bollo diretta al Rettore. La domanda dovrà essere presentata direttamente dallo studente munito di documento di riconoscimento. Se la domanda stessa verrà inviata per posta, la firma del richiedente dovrà essere autenticata.

**Nella richiesta dovrà essere dichiarato:**

- di rinunciare irrevocabilmente agli studi;
- di essere a conoscenza che, per effetto di tale rinuncia irrevocabile, tutta la carriera scolastica svolta (iscrizioni, ricognizioni, ecc.) è priva di ogni efficacia e non può essere fatta rivivere.

(Parere del Consiglio di Stato del 26.05.1966, n. 1655/65)

- ▶ **Restituzione del titolo originale di scuola media superiore** Oltre che nel caso disciplinato nel paragrafo precedente, il titolo originale di istruzione media superiore, presentato all'atto di immatricolazione, potrà essere restituito al conseguimento della laurea o del diploma.

Coloro che abbiano conseguito la laurea o il diploma potranno pertanto chiedere

la restituzione del titolo di istruzione media facendone domanda, redatta su modulo predisposto dalla Segreteria Studenti.

Analoga procedura potrà essere seguita da coloro che sono incorsi nella decadenza dalla qualità di studente.

- ▶ **Rilascio del diploma originale di Laurea e di Diploma** Per ottenere il diploma originale di laurea occorre presentare alla Segreteria studenti apposito modulo/domanda con allegate le quietanze previste. Il diploma dovrà essere ritirato personalmente dall'interessato o da persona fornita di delega notarile o rilasciata da una Circoscrizione Comunale.

- ▶ **Rilascio di copie autenticate del diploma di maturità**

A richiesta, può essere rilasciata copia autenticata del diploma di maturità.

**Per ottenere il rilascio di detta copia occorre presentare al competente Ufficio di segreteria:**

- domanda diretta al Rettore, redatta in carta semplice;
- una marca da bollo, (per ogni copia richiesta).

Se per uso concorsi, l'autentica va richiesta senza la marca da bollo.

- ▶ **Certificati** Per ottenere certificati relativi alla carriera scolastica occorre presentarsi al competente ufficio di Segreteria ed essere in regola con il pagamento delle tasse e contributi relativi all'anno accademico per il quale si chiede la certificazione. All'atto del ritiro dei certificati richiesti in bollo gli interessati consegneranno allo sportello una marca da bollo del valore vigente, per ogni certificato richiesto.

- ▶ **Rinvio del servizio militare** Il Ministero della Difesa, sentito il Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica, ha disposto che il ritardo della prestazione del servizio militare di leva previsto dalle norme in vigore, per coloro che frequentano corsi universitari o equipollenti ed attendono agli studi, sia concesso, ferme restando le altre prescrizioni di legge, solo ai giovani che si trovino in una delle sottoindicate condizioni conseguite nell'anno solare precedente a quello per il quale si chiede il beneficio (art.3 n.2, D.Lgs.vo 504/97):

a) **per la prima richiesta** di rinvio del servizio militare di leva: siano iscritti ad un anno di corso di laurea o di diploma presso università statali o legalmente riconosciute;

b) **per la seconda richiesta:** siano iscritti ad un anno di corso di laurea o di diploma ed abbiano superato nell'anno solare precedente almeno uno degli esami previsti dal piano di studio stabilito dall'Ordinamento didattico universitario in vigore o dal piano di studio individuale approvato dai competenti organi accademici per il corso di laurea prescelto;

c) **per la terza richiesta:** di aver sostenuto con esito positivo tre esami previsti dal piano di studio del primo e del secondo anno;

d) **per la quarta richiesta:** di aver sostenuto con esito positivo sei esami previsti dal piano di studio del primo, del secondo e del terzo anno;

e) **per la quinta richiesta:** aver sostenuto ulteriori tre esami per anno rispetto alla quarta richiesta.

Il Distretto militare di Roma - Uff. Reclutamento Nucleo Studenti, in accordo con questa Università sarà presente con uno sportello informativo presso le Segreterie Studenti abilitato al ricevimento diretto delle domande del rinvio del servizio militare per motivi di studio. L'ubicazione dello sportello e l'orario di ricevimento saranno comunicati con apposito avviso.

Per ulteriori informazioni rivolgersi al Distretto militare.

## ► Calendario accademico

**L'Anno Accademico inizia il 1 novembre e termina il 31 ottobre dell'anno successivo.**

Le lezioni e le esercitazioni hanno inizio, solitamente, nella prima decade di ottobre e terminano nel mese di maggio:

**Sono considerati giorni festivi e di vacanza tutte le domeniche e i giorni:**

- 1 novembre: Ognissanti;
- 8 dicembre: Festa dell'Immacolata Concezione;
- dal 23 dicembre al 7 gennaio: vacanze di Natale;
- dal giovedì precedente la Pasqua sino al martedì successivo: vacanze di Pasqua;
- 25 aprile: anniversario della Liberazione;
- 1 maggio: festa del lavoro;
- dal 1 agosto al 30 settembre: vacanze estive.

## ► Scadenze

Ottobre/novembre

- In questo periodo hanno inizio le lezioni. La data di inizio è fissata per ogni Facoltà e Corso di studio in relazione alla organizzazione temporale dell'anno accademico (per esempio, la semestralizzazione dei corsi). Informazioni possono essere richieste presso le Segreterie didattiche delle Facoltà.

- Scadenza del termine per la presentazione della domanda di immatricolazione, di iscrizione ad anni successivi al primo e ripetente, e di ricognizione (fuori corso).
- Scadenza del termine per la presentazione della domanda di esonero dal pagamento delle tasse.
- Scadenza del termine per la presentazione della domanda per la concessione dell'assegno di studio (presalario).
- Scadenza del termine per il pagamento della prima rata delle tasse.
- Scadenza improrogabile del termine per la presentazione delle domande di immatricolazione e iscrizione alle Scuole dirette a fini speciali.

31 dicembre

- Scadenza del termine per la presentazione della domanda di passaggio ad altro Corso di studio.
- Scadenza del termine per la presentazione della domanda di trasferimento ad altra Università.
- Scadenza del termine per la presentazione della domanda di piani di studio individuali.
- Scadenza per le immatricolazioni a seconde lauree.

31 gennaio

- Scadenza del termine per l'eventuale presentazione della domanda di iscrizione a massimo due insegnamenti di altri corsi di laurea o di diploma (art. 6 Regolamento Studenti).

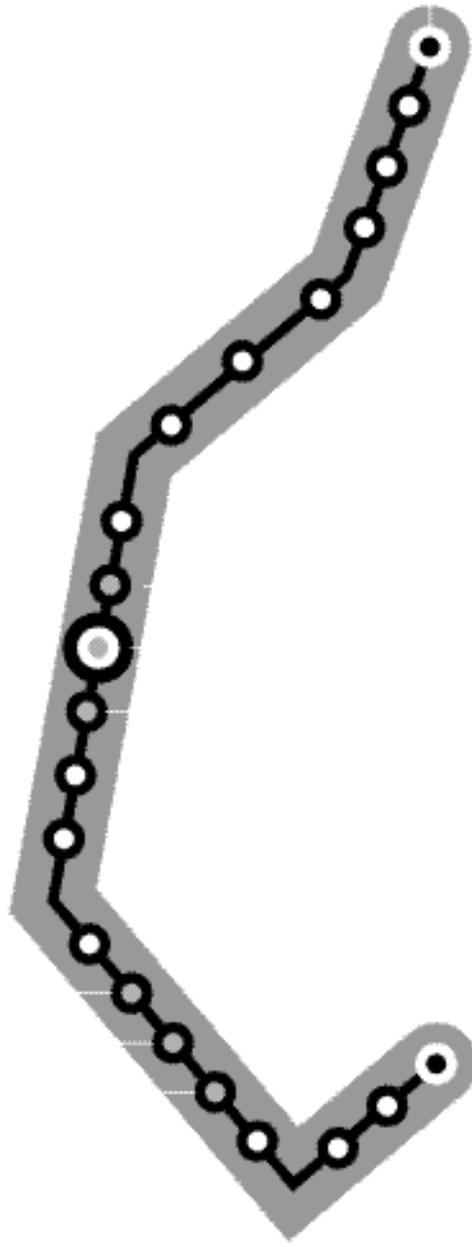
31 luglio

- Scadenza improrogabile del termine per la presentazione delle domande di ricognizione di iscrizione fuori corso (effettuata dopo il termine ultimo del 5 novembre).

Agosto/settembre

- Inizio presentazione delle domande di immatricolazione, di iscrizione e di ricognizione (fuori corso).

M



# come arrivare a Roma Tre

## Elenco bus Atac

- ▶ **23** via S. Pincherle / S. Paolo Basilica / via Ostiense / Piramide / p.za Emporio Itv. Tebaldi / p.te V. Emanuele / p.za Risorgimento / I.go Trionfale / p.le Clodio  
Alcune corse per le scuole sono deviate in v. Vasca Navale
- ▶ **670** via S. Pincherle (solo rit. v. Vasca Navale), v.le G. Marconi, v.le F. Baldelli, v.le Giustiniano Imperatore, I.go Sette Chiese, v. G. Pullino, c.ne Ostiense, v. C. Colombo, v.le Tor Marancia, v.le Caravaggio.
- ▶ **702** p.le Partigiani / Piramide / v. Ostiense / I.go Leon. Da Vinci / v. A. Severo / v. Grotta Perfetta / v. Ardeatina / v. Torre S. Anastasia
- ▶ **128** S. Paolo Basilica / v. Ostiense / v.le G. Marconi / p.za A. Meucci / via Magliana / rimessa Atac Magliana
- ▶ **170** Stazione Termini / p.za Repubblica / via Nazionale / p.zza Venezia / lungotevere Aventino / p.le Testaccio / stazione Trastevere / v.le G. Marconi / C. Colombo / p.le dell'Agricoltura
- ▶ **707** S. Paolo Basilica / I.go Leonardo da Vinci / via A. Ambrosini / v.le Pico della Mirandola / v.le Arte / v.le Umanesimo / via Laurentina / via Trigoria / via Redattori / p.za V. Valgrisi
- ▶ **761** S. Paolo Basilica / via Ostiense / via Laurentina / I.go Cecchignola / v.le Esercito / p.za Carabinieri / Alcune corse sono prolungate a Prato Smeraldo
- ▶ **766** stazione Trastevere / via Ostiense / I.go Leonardo da Vinci / via A. Severo / via A. Ambrosini / via di Grotta Perfetta / via Ardeatina / via Tor Carbone





Handwriting practice lines consisting of 20 horizontal pink lines.





A series of horizontal pink lines for writing notes, starting from the top left and extending across the page.





A series of horizontal pink lines for writing notes, starting from the top left and extending across the page.

**Coordinamento redazionale**

Sig.ra Isabella Robone  
Dott. Alessandra Mitolo  
Segreteria di Presidenza  
Facoltà di Ingegneria

**Coordinamento editoriale**

Centro Accoglienza e Servizi

**Copyright**

Università degli Studi Roma Tre

**Progetto grafico ed impaginazione**

ab&c grafica e multimedia s.a.s.  
via Tomacelli, 146 Roma  
tel. 0668136469

**Stampa**

Tipografia Stilgrafica  
Via Ignazio Pettinengo, 31/33 - 00159 Roma  
tel 0643588200

Finito di stampare  
dicembre 1999