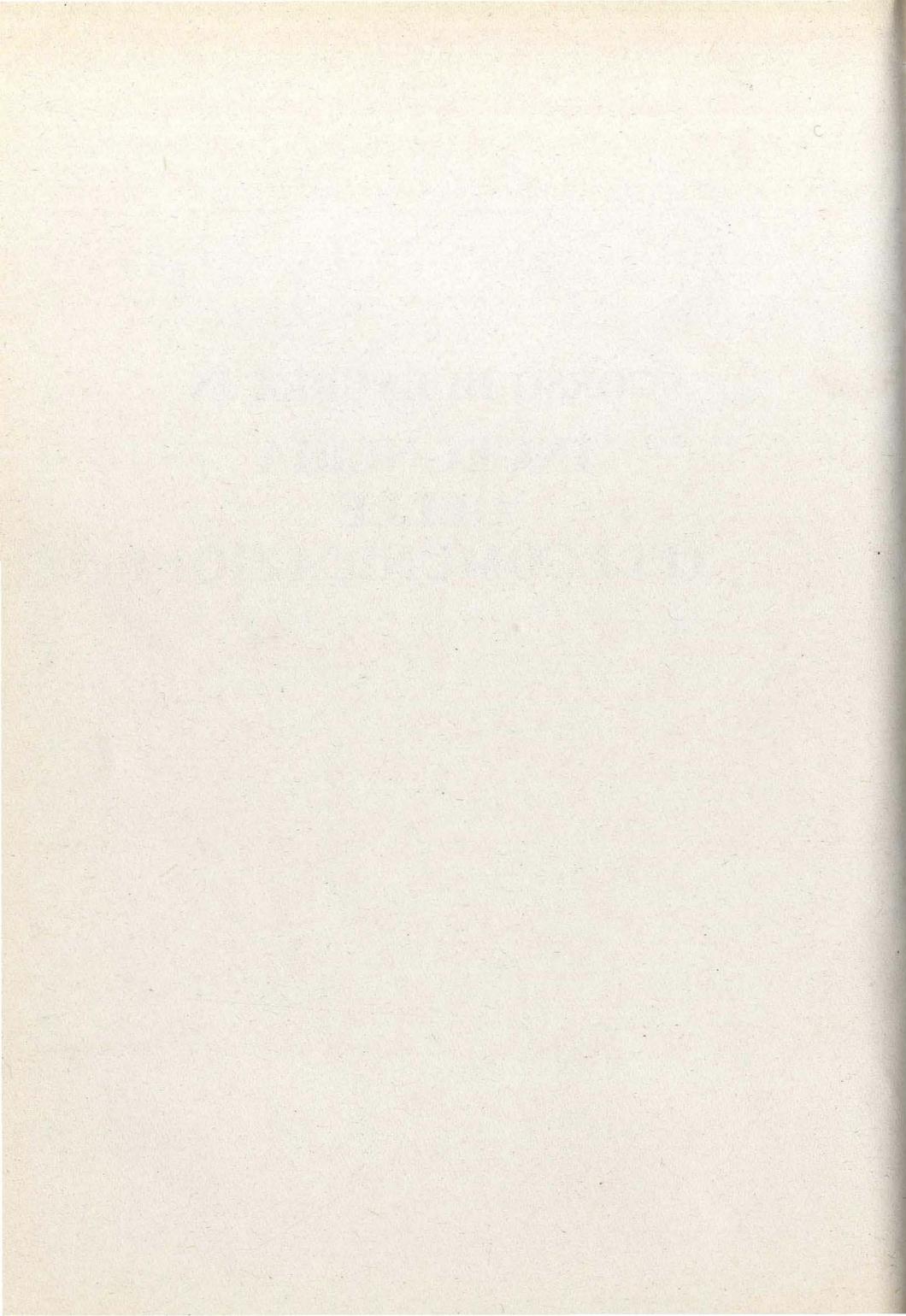


**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
DELLE
TELECOMUNICAZIONI**



1. Profilo Professionale.

Gli obbiettivi culturali, tecnico-scientifici e professionali che si propone il Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni si riferiscono, in generale, ad una formazione indirizzata alla soluzione di problemi concernenti la produzione e gestione di beni e di servizi riguardanti il trasferimento a distanza di informazioni solitamente sotto forma di segnali elettrici. Come tale essa si rivolge specificamente a coloro che opereranno professionalmente:

- nella progettazione, nella realizzazione e nell'esercizio di apparati e di sistemi finalizzati alla fornitura dei servizi di telecomunicazioni, e cioè' al trasferimento di informazioni e immagini (fisse o in movimento); tra tali servizi vanno compresi sia quelli più tradizionali volti a consentire colloqui uomo-uomo, sia quelli di tipo telematico, legati alla instaurazione di colloqui uomo-macchina e macchina-macchina;
- nella progettazione e nella realizzazione di apparati e sistemi per l'elaborazione numerica di segnali, in relazione alle specifiche manipolazioni dei segnali stessi (codifiche, filtraggi, compressioni, espansioni, ecc), o alla estrazione di informazioni contenute nei segnali stessi;
- nella progettazione e nella realizzazione di apparati e di sistemi per il rilevamento e il riconoscimento per via elettromagnetica, destinati alla localizzazione di oggetti fissi o in movimento, all'acquisizione di dati meteorologici, al controllo del traffico terrestre, aereo e navale, ecc.

Le caratteristiche professionali di coloro che si occupano da un punto di vista tecnico-scientifico dell'area ora descritta si sono venute delineando in modo sempre più preciso negli ultimi venti anni, tanto che oggi e' possibile identificare una figura professionale tipica di questa area, ben distinta rispetto ad altre analogamente emergenti dal vasto settore dell'Ingegneria dell'Informazione.

A tale identificazione di profilo professionale corrisponde, nel mondo produttivo nazionale, un vasto insieme di attività industriali e di esercizio riguardanti i sistemi ed apparati di telecomunicazioni e di telerilevamento, nonché le tecniche di trattamento dell'informazione ad essi collegate.

A proposito delle caratteristiche del profilo professionale dell'ingegnere delle comunicazioni, occorre sottolineare che ad esse concorrono in egual misura sia conoscenze approfondite di base sulle tecnologie dei componenti elettronici e ottici, sullo "hardware" degli apparati e sugli aspetti "software", sia metodologie di studio, progettazione e gestione di sistemi complessi.

La caratterizzazione specifica della Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni che si propone di realizzare la Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino, come appare dall'elenco dei corsi obbligatori e dai loro contenuti illustrati nei paragrafi successivi, mette tuttavia l'accento in modo particolare da un lato sugli aspetti metodologici e sistemici dei problemi di trasmissione, di rete e di trattamento numerico dei segnali, dall'altro sulla conoscenza approfondita dei canali di comunicazione, siano essi basati sulla propagazione elettromagnetica libera o guidata, a frequenze radio od ottiche.

La possibilità di approfondire aspetti più specificatamente tecnologici viene offerta agli studenti mediante appropriate scelte delle materie da inserire a completamento del curriculum degli studi.

2 - Insegnamenti obbligatori.

La scelta proposta per gli insegnamenti obbligatori, globalmente considerati (stabiliti in sede nazionale per tutti i per tutti i Corsi di laurea, per il settore dell'informazione, per la Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, oppure fissati in sede locale dalla Facoltà) e' mirata a fornire una preparazione sia di base sia specifica tecnico-professionale congruente con le indicazioni di profilo professionale precedentemente esposte.

Per quanto riguarda la formazione matematica di base, oltre al "corpus" tradizionalmente impartito negli attuali insegnamenti del biennio (analisi matematica, geometria, si pone l'accento su materie che si ritengono indispensabili per la formazione di un ingegnere delle Telecomunicazioni, in particolare "Calcolo Numerico" e "Calcolo delle Probabilità". Pertanto, il numero di unita' didattiche dedicato alla preparazione di base di tipo matematico e' portato a 5 (a fronte del minimo di 4 fissato dal Decreto di riordino).

La preparazione di base e' completata da un corso di Chimica, secondo i requisiti richiesti dal decreto di Riordino.

La cultura ingegneristica di base e' fornita da cinque corsi a spettro ampio, ed in particolare:

- tre corsi ridotti, uno di "Meccanica Applicata alle Macchine", uno di "Sistemi Energetici" e uno di "Termodinamica Applicata" con lo scopo di fornire gli elementi necessari alla comprensione dei fenomeni fondamentali sia termodinamici sia meccanici e alla modellazione funzionale dei corrispondenti sistemi, nella loro essenzialità. E' previsto l'obbligo dell'insegnamento di Meccanica Applicata alle macchine e di uno fra i restanti due insegnamenti
- un corso di Controlli Automatici, destinato a fornire una preparazione prevalentemente a livello informativo nel settore dell'Automazione e dei Controlli.
- un corso di Istituzioni di Economia, nel quale vengono presentati i principi di Economia e di Gestione Aziendale, con una attenzione particolare alla specifica realta' dei Servizi, particolarmente importante nell'ambito delle Telecomunicazioni.

La preparazione professionale nel campo informatico è fornita da tre corsi, due dei quali sono a carattere formativo generale nel campo dell'informatica (Fondamenti di Informatica e Sistemi Informativi I), mentre il terzo (Sistemi Informativi II) dovrà fornire le nozioni metodologiche e la preparazione necessarie per una moderna professionalità nel campo della progettazione, sviluppo e gestione di software complesso, quale si riscontra nelle applicazioni delle telecomunicazioni alle tecniche moderne.

Per quanto riguarda la preparazione specifica nel campo delle Telecomunicazioni, sono previsti anzitutto due corsi di base, quello di "Teoria dei Segnali" destinato a fornire solide basi metodologiche per l'analisi e la rappresentazione dei segnali sia deterministici sia aleatori, seguito da quello di "Comunicazioni Elettriche", nel quale vengono impartite le nozioni fondamentali sulle tecniche di modulazione e trasmissione (sia analogiche sia numeriche), sulla teoria dell'informazione e sui codici nonché sulle problematiche fondamentali delle Reti di Telecomunicazioni.

Seguono tre corsi destinati alla preparazione professionale specifica nei tre settori fondamentali delle Telecomunicazioni, quali la Trasmissione (corso di Trasmissione Numerica), le reti (corso di Reti di Telecomunicazioni) e il trattamento numerico dei segnali

(corso di Elaborazione numerica dei segnali). E' previsto l'obbligo di almeno due fra tali corsi, a scelta dello studente.

Per quanto riguarda la preparazione nel settore dell'Elettromagnetismo, è previsto un corso di base di "Campi Elettromagnetici I", seguito da un secondo insegnamento (Campi elettromagnetici II) dedicato principalmente ai problemi di antenne e propagazione, con cenni alle questioni concernenti il telerilevamento per via elettromagnetica e i componenti a microonde e optoelettronici

Infine, per quanto riguarda gli aspetti piu' specificatamente "hardware", si prevede un corso di base di Elettronica Applicata, seguito da uno di Microelettronica, nel quale le possibilità offerte dalla moderne tecniche microelettroniche verranno presentate accanto alle limitazioni sistemiche e progettuali da esse imposte. Completa il quadro un corso di misure, (Misure sui Sistemi di Trasmissione e Telemisure), specificatamente orientato agli apparati e ai sistemi di Telecomunicazioni.

Il quadro didattico di insegnamenti obbligatori sopra delineato vincola rigidamente 21,5 annualità, 2 annualità a scelta fra tre corsi e 0,5 annualità a scelta fra due corsi; le rimanenti 5 annualità, necessarie per il completamento del curriculum basato su 29 annualità sono da utilizzare per la definizione di appropriati orientamenti e per le scelte libere dello studente.

Il quadro complessivo degli insegnamenti obbligatori è sintetizzato nelle tabelle seguenti; la prima riguarda gli studenti che frequenteranno il III anno nell'Anno Accademico 1991-92, e tiene conto del transitorio di avvio della laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni; la seconda, invece rappresenta la distribuzione delle materie a regime, ed è valida per gli studenti che nel 1991-92 frequenteranno il I o il II anno.

Tabella 1 - Piano per gli studenti che frequentano il III° anno nel 1991-92

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria I Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Teoria dei circuiti#	Cacolo numerico (r) Analisi matematica III (r) Calcolo delle probabilità Termodinamica applicata (r) Meccanica applicata alle macchine (r)
3	Teoria dei segnali Campi elettromagnetici I Elettronica applicata	Comunicazioni elettriche Campi elettromagnetici II Sistemi informativi I
4	Trasmissione numerica* Reti di telecomunicazioni * Elaborazione numerica dei Segnali * Microelettronica	Controlli automatici Sistemi informativi II 0.1
5	Istituzioni di economia 0.2 0.3	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure 0.4 0.5

(r) Corso ridotto

* Obbligo di 2 su 3

Valida la frequenza acquisita a L1790 *Elettrotecnica*

0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 corsi di orientamento

Tabella 2 - Distribuzione delle materie a regime

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria I Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Calcolo delle probabilità#	Cacolo numerico (r) Analisi matematica III (r) Sistemi informativi I Teoria dei circuiti
3	Teoria dei segnali Campi elettromagnetici I Elettronica applicata	Comunicazioni elettriche Campi elettromagnetici II Sistemi informativi II
4	Trasmissione numerica* Reti di telecomunicazioni * Elaborazione numerica dei segnali * Microelettronica	Controlli automatici Meccanica applicata alle macchine (r) Termodinamica applicata (r) <i>oppure</i> Sistemi energetici (r) 0.1
5	Istituzioni di economia 0.2 0.3	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure 0.4 0.5

(r) Corso ridotto

* Obbligo di 2 su 3

0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 corsi di orientamento

Orientamenti.

Gli orientamenti sono destinati a fornire, nell'ambito dell'ingegneria delle telecomunicazioni, specifiche competenze, sia di tipo metodologico sia a carattere tecnico, progettuale, realizzativo o di esercizio, in settori particolari o in settori complementari, utili ad una preparazione professionale di alto livello.

Gli orientamenti sono individuati da tre o quattro annualita' aggiuntive, che, facendo riferimento allo schema di curriculum precedentemente illustrato, rappresentano scelte particolari delle annualita' ivi indicate con 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5. In alcuni casi sono specificate anche le scelte da eseguirsi, nell'ambito degli insegnamenti obbligatori, fra le materie

Trasmissione Numerica

Reti di Telecomunicazioni (due su tre)

Elaborazione numerica dei segnali

Tali scelte sono indicate con il simbolo (*)

Le ulteriori annualita' richieste per il completamento delle 29 annualita' necessarie per il conseguimento della laurea sono a scelta dello studente nell'ambito dei corsi attivati appartenenti ai raggruppamenti indicati successivamente in appendice al volume, compatibilmente con le eventuali precedenze indicate dalla Facolta'.

Poiche' gli insegnamenti di orientamento sono collocati, nel piano degli studi della Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, a partire dal 4° anno, mentre nell'anno accademico 1991-92 saranno attivi unicamente i primi tre anni, le indicazioni piu' oltre riportate hanno carattere orientativo e saranno suscettibili di ulteriori modifiche o precisazioni in funzione degli approfondimenti in corso da parte del Consiglio di Corso di laurea.

1 - Orientamento TRASMISSIONE

Trasmissione Numerica (*)

Sistemi di Telecomunicazione

Comunicazioni ottiche

Teoria dell'Informazione e codici

2 - Orientamento TELEMATICA

Reti di Telecomunicazioni (*)

Trasmissione Numerica (*)

Sistemi di Commutazione

Telematica

Reti di Calcolatori

3 - Orientamento TELERILEVAMENTO

Elaborazione Numerica dei Segnali (*)

Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

Teoria e Tecnica Radar

Microonde

4 - Orientamento RADIOCOMUNICAZIONI

Trasmissione numerica (*)

Propagazione

Sistemi di Radiocomunicazione

Antenne

Compatibilita' elettromagnetica

5 - Orientamento COMUNICAZIONI VIA SATELLITE E A MICROONDE

- Trasmissione Numerica (*)
- Antenne
- Propagazione
- Microonde
- Sistemi a microonde per telecomunicazioni

6 - Orientamento COMUNICAZIONI OTTICHE

- Trasmissione Numerica (*)
- Componenti e circuiti ottici
- Fisica dei Laser
- Comunicazioni ottiche
- Istituzioni di meccanica quantistica *oppure*
- Fisica Superiore

7 - Orientamento SOFTWARE PER TELECOMUNICAZIONI

- Reti di Telecomunicazioni (*)
- Sistemi di Commutazione
- Ingegneria del Software
- Linguaggi e traduttori

8 - Orientamento ELABORAZIONE DEI SEGNALI

- Elaborazione Numerica dei segnali (*)
- Algoritmi e circuiti per telecomunicazioni
- Teoria dell'informazione e codici *oppure*
- Architettura dei sistemi integrati

9 - Orientamento ELABORAZIONE DI IMMAGINI

- Elaborazione Numerica dei segnali (*)
- Algoritmi e circuiti per telecomunicazioni
- Elaborazione e trasmissione delle immagini
- Teoria e tecnica del riconoscimento

10 - Orientamento APPARATI PER TELECOMUNICAZIONI

- Elaborazione numerica dei Segnali (*)
- Trasmissione numerica (*)
- Elettronica delle Telecomunicazioni
- Algoritmi e circuiti per telecomunicazioni
- Teoria delle Reti Elettriche

11 - Orientamento TERMINALI DI UTENTE

- Elaborazione numerica dei Segnali (*)
- Algoritmi e circuiti per telecomunicazioni
- Elaborazione e trasmissione delle immagini
- Acustica Applicata (1/2)
- Illuminotecnica (1/2)

12 - Orientamento GESTIONALE

Economia e gestione dei servizi

Economia e gestione dell'innovazione, *oppure*

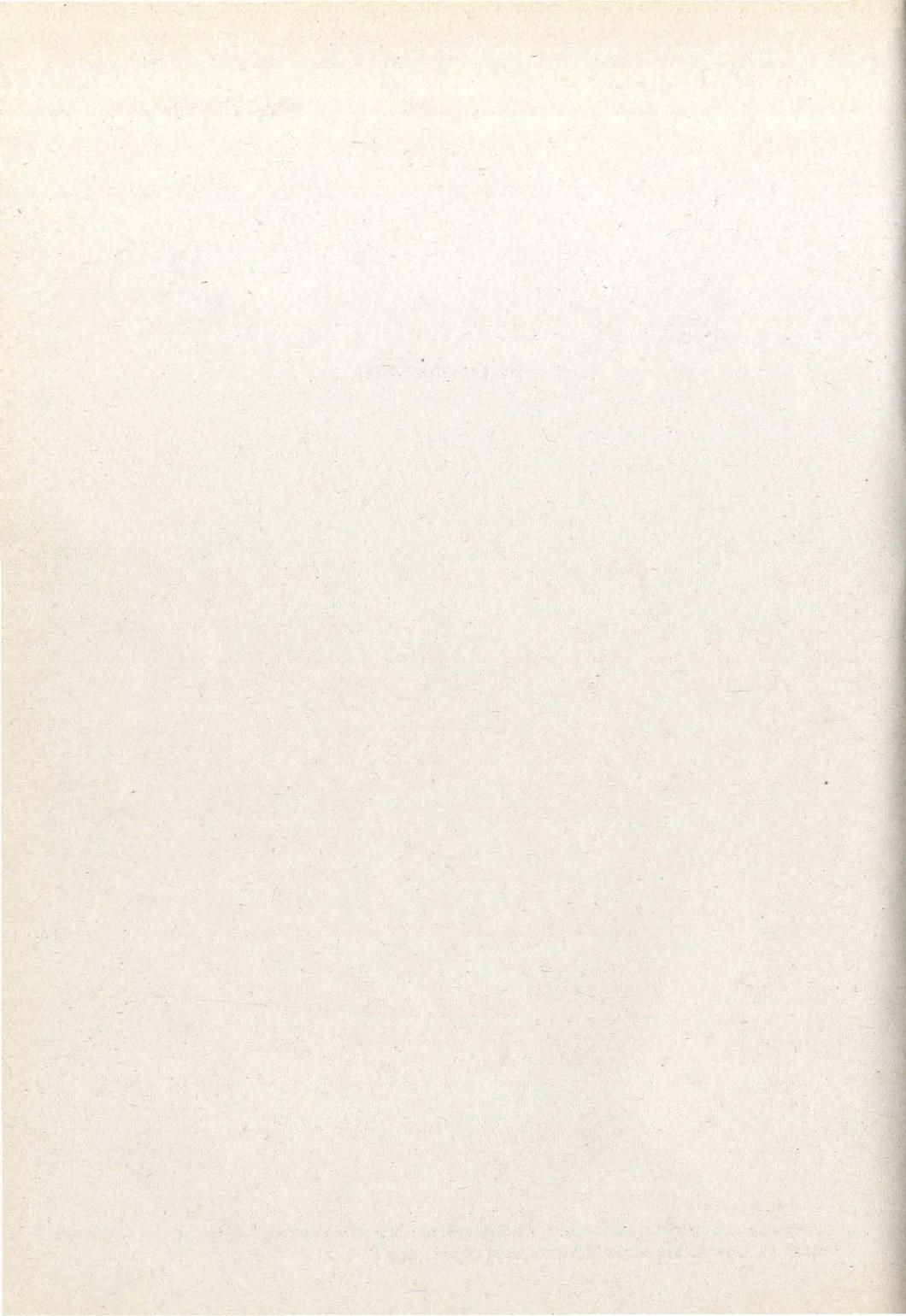
Economia ed organizzazione aziendale

Economia industriale, *oppure*

Finanza aziendale

PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, del 1° e 2° e 3° anno.



F0231 ANALISI MATEMATICA I

Prof. Giuseppe CHITI (1° corso)
 Prof. Paolo BOIERI (2° corso)
 Prof. Renato ASCOLI (3° corso)

Dip. di Matematica

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	48	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Sono raccomandate esercitazioni al laboratorio informatico di base

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base del calcolo infinitesimale per una metodologia di lavoro che da un lato lo avvia a utilizzare criticamente gli strumenti acquisiti, dall'altro a collegare (attraverso applicazioni a problemi di Fisica e Ingegneria) i corsi di Matematica ai successivi corsi di indirizzo.

Il corso si svolge con lezioni ed esercitazioni settimanali.

Nozioni propedeutiche sono le nozioni fondamentali di algebra, geometria, trigonometria e di calcolo dei logaritmi della scuola media superiore.

PROGRAMMA

- Il linguaggio della teoria degli insiemi.
- Insiemi di numeri e loro proprietà; numeri interi, razionali e reali.
- Lo spazio \mathbf{R}^n e le sue proprietà. Elementi di geometria analitica piana.
- Successioni, limiti di successioni. Serie numeriche.
- Limiti di funzioni.
- Derivazione.
- Funzioni elementari.
- Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo.
- Integrazione per funzioni di una variabile. Integrale di Riemann. Integrali impropri.
- Approssimazione di funzioni: sviluppi di Taylor e sviluppi asintotici.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni sono intese ad illustrare gli argomenti del corso, mediante esempi ed esercizi.

TESTI CONSIGLIATI

G. Geymonat, *Lezioni di Matematica* volume I, Levrotto & Bella, Torino, 1981.

F0232 ANALISI MATEMATICA II

Prof. Andrea BACCIOTTI (1° corso) Dip. di Matematica
 Prof. Fulvio RICCI (2° corso)

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	48	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Sono raccomandate esercitazioni al laboratorio informatico di base

Il corso si propone di fornire gli strumenti del calcolo integrale e della teoria delle equazioni differenziali, ed altri strumenti matematici avanzati necessari per le applicazioni dell'Ingegneria Elettronica e Informatica.

Il corso comprende, oltre alle ore di lezione, ore di esercitazione.

PROGRAMMA

- Calcolo differenziale per funzioni di più variabili. Funzioni definite implicitamente. Massimi e minimi vincolati.
- Integrazione multipla.
- Integrali di linea e di superficie. Integrale di linea e di flusso. Teoremi di Green, di Gauss e di Stokes.
- Spazi vettoriali normali: cenno agli spazi di Hilbert.
- Successioni e serie di funzioni. Serie di potenze e serie di Fourier.
- Sistemi dinamici discreti ed equazioni alle differenze.
- Equazioni differenziali ordinarie.
- Sistemi di equazioni differenziali lineari.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Parallelamente agli argomenti delle lezioni vengono svolti esercizi in aula e/o col calcolatore.

PRECEDENZE

Geometria

TESTI CONSIGLIATI

- A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica*, volume 2, Levrotto & Bella, Torino, 1986.
 M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca. *Esercizi di Matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1974.
 H.B. Dwight, *Tables of integrals and other mathematical data*, McMillan, New York, 1961.

F0234 ANALISI MATEMATICA III
(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Giancarlo TEPPATI (1° corso)
Prof. Giancarlo TEPPATI (2° corso)

Dip. di Matematica

II ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale	36	—	—
Settimanale	6	—	—

Scopo del corso è quello di familiarizzare lo studente con alcune tecniche matematiche avanzate di uso frequente nell'Ingegneria; in particolare l'analisi complessa e le trasformate di Fourier e di Laplace.

PROGRAMMA

- Funzioni analitiche.
 - Derivabilità, condizioni di Cauchy Riemann, integrabilità.
 - Teorema di Cauchy teorema dei residui, calcolo del residuo in singolarità polari, calcolo di integrali con il metodo dei residui, lemma del gran cerchio e di Jordan.
 - Formule integrali di Cauchy.
 - Sviluppabilità in serie di Taylor.
 - Principi di identità.
 - Comportamento locale: sviluppi di Laurent, classificazione delle singolarità isolate.
 - Punto all'infinito e piano di Gauss.
 - Alcuni tipi di comportamento globale: funzioni intere, teorema di Liouville; funzioni meromorfe.
 - Calcolo dei coefficienti nella decomposizione in fratti semplici.
 - Estensione analitica e ploidromia: \sqrt{z} e $\ln z$.
 - Funzioni analitiche e funzioni armoniche. Teorema della media di Gauss.
 - Trasformazioni analitiche di regioni piane.
- Funzioni trascendenti non elementari.
- Concetti introduttivi sulle trasformate integrali.
 - Introduzione alla trasformazione e antitrasformazione di Fourier; proprietà di simmetria.
 - Proprietà delle trasformate di Fourier e di Laplace; linearità, coniugazione complessa, cambio di scala, traslazione temporale, traslazione frequenziale, derivata temporale, convoluzione frequenziale.
 - Trasformate di Fourier di funzioni reali, immaginarie, pari e dispari.
 - Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace di funzioni.

ESERCITAZIONI

Verrà introdotto il calcolo simbolico generalizzato con esempi nello studio di transitori di reti elettriche.

PRECEDENZE

Analisi Matematica II

TESTI CONSIGLIATI

G. Teppati, *Complementi di matematica*, volumi 1 e 2, Levrotto & Bella, Torino, 1981, 1982.

F0490 CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

Docente da nominare

Dip. di Matematica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	24	—
Settimanale (ore)	6	2	—

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti della Teoria delle Probabilità e della Statistica, indispensabili per una moderna impostazione delle tematiche relative alle discipline di Telecomunicazioni

PROGRAMMA

- Teoria delle probabilità: eventi; spazio campione; assiomi della probabilità. Probabilità congiunta e condizionata.
- Misura di probabilità e funzioni di distribuzione.
- Esperimenti combinati; esperimento di Bernoulli. Teoremi asintotici (De Moivre-Laplace, Poisson, legge dei grandi numeri, ecc.).
- Canali binari (probabilità di errore controllo, di parità, canali con ritrasmissione).
- Variabili aleatorie: proprietà generali; esempi ed applicazioni.
- Trasformazioni di variabili aleatorie. Serie formali e funzioni caratteristiche.
- Identificazione di variabili aleatorie.
- Diseguaglianze notevoli e Teorema del limite centrale. Convergenze in misura di probabilità.
- Introduzione ai metodi della statistica.
- Metodi di Bayes.
- Inferenza statistica: stima; test di ipotesi.
- Test statistici, Intervalli di confidenza.
- Introduzione ai problemi di ottimizzazione statistica.
- Metodi Montecarlo.

TESTI CONSIGLIATI

A. Papoulis, *Probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici*, Boringhieri, Torino, 1973.

F0514 CALCOLO NUMERICO

Docente da nominare

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez Es. Lab.

Annuale (ore)

32 16 —

Settimanale (ore)

4 2 —

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base e le loro caratteristiche (condizioni di applicabilità, efficienza sia in termini di complessità computazionale che di occupazione di memoria) e di mettere gli studenti in grado di utilizzare librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

Prerequisiti: Analisi matematica, Geometria e Algebra, Fondamenti di informatica.

Durata: 48 ore complessive (senza distinzione formale tra lezione ed esercitazioni).

PROGRAMMA**1. Preliminari**

L'aritmetica di un calcolatore e le sue conseguenze nel calcolo numerico. Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.

2. Risoluzione di sistemi lineari

Metodo di Gauss, fattorizzazione di una matrice e sue applicazioni. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR.

3. Autovalori di una matrice

Metodi delle potenze e delle potenze inverse. Cenni sul metodo QR per il calcolo di tutti gli autovalori e autovettori.

4. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali

Interpolazione con polinomi algebrici (formule di Lagrange e di Newton) e con funzioni splines. Criterio dei minimi quadrati. Derivazione numerica.

5. Equazioni e sistemi di equazioni non lineari

Metodo di Newton e sue varianti. Processi iterativi in generale. Problemi di ottimizzazione.

6. Calcolo di integrali

Formule di Newton-Côtes. Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali. Formule gaussiane. Routines automatiche (sia di tipo non adattativo che di tipo adattativo). Cenni sul caso multidimensionale.

7. Equazioni differenziali ordinarie

Problemi a valori iniziali: presentazione dei metodi numerici più usati (Runge-Kutta, Adams, BDF).

TESTI CONSIGLIATI

G. Monegato, *Fondamenti di calcolo numerico*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1990.

A. Orsi Palamara, *Programmazione in Fortran 77*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1987.

F0531 CAMPI ELETTROMAGNETICI I

Prof. Rodolfo ZICH

Dip. di Elettronica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez

72

6

Es.

48

4

Lab.

—

—

Il corso ha lo scopo di fornire le basi teoriche per la comprensione dei fenomeni di propagazione guidata di onde elettromagnetiche. Vengono date le basi per l'analisi dei circuiti a parametri distribuiti e si studia la propagazione di impulsi su linee di trasmissione. Quindi si affronta in modo generale il problema della propagazione guidata e si discutono le caratteristiche di vari tipi di guide metalliche e dielettriche.

PROGRAMMA

Generalità.

Equazioni di Maxwell e d'onda, nel dominio del tempo e della frequenza, onde piane e teoremi generali.

Circuiti a parametri distribuiti.

Modello fenomenologico di linea di trasmissione, equazioni delle linee nel dominio del tempo e della frequenza e loro soluzione. Analisi di circuiti. Concetto di adattamento a una singola frequenza e a larga banda. Uso della matrice scattering per caratterizzare componenti per alte frequenze.

Analisi di linee nel dominio del tempo.

Linee dispersive chiuse su carichi adattati. Velocità di gruppo e condizioni di non distorsione. Analisi di distorsione di impulsi a banda stretta. Linee non dispersive chiuse su carichi disadattati non dispersivi.

Linee multifilari.

Equazioni delle linee multifilari e loro soluzioni in termini modali.

Risposta nel dominio del tempo e analisi di fenomeni di interferenza e di distorsione di segnali.

Generalità su guide d'onda.

Equazioni trasversali. Modi TM, TE, TEM, ibridi e loro proprietà. Linee modali, costanti di propagazione e impedenze modali, autofunzioni modali.

Esempi di guide d'onda per microonde.

Guida metallica rettangolare, circolare e cavo coassiale. Microstriscia, stripline.

Guide dielettriche.

Strutture dielettriche stratificate e guida planare. Fibre ottiche, generalità. Fibre step-index, modi, condizioni di monomodalità. Fenomeni di assorbimento, scattering e dispersione. Fibre multimodali graded-index.

Risonatori elettromagnetici.

F0532 CAMPI ELETTROMAGNETICI II

Docente da designare

Dip. di Elettronica

III ANNO

Impegno didattico

Lez

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

72

48

—

Settimanale (ore)

6

4

—

Scopo del corso è quello di approfondire le conoscenze elettromagnetiche necessarie per l'analisi dei sistemi di comunicazione a microonde e a frequenze ottiche. Dopo aver risolto in modo generale il problema dell'irradiazione, si presentano i tipi più comuni di antenne. Quindi si forniscono gli elementi di base relativi allo studio della propagazione nell'atmosfera e al telerilevamento. L'ultima parte del corso è destinata alla presentazione e analisi di vari sistemi di comunicazione a microonde e a frequenze ottiche.

PROGRAMMA

Soluzione delle equazioni di Maxwell in un mezzo omogeneo.

Problema omogeneo: onde piane e sferiche. Problema non omogeneo: funzione di Green come risposta all'impulso del sistema elettromagnetico. Calcolo del campo irradiato da una distribuzione di correnti.

Antenne.

Definizione parametri caratteristici: guadagno, direttività, area equivalente, EIRP, altezza efficace, impedenza di ingresso, temperatura di rumore, G/T. Equazione della trasmissione e del radar. Antenne filari e ad apertura. Ottica geometrica e antenne a riflettore. Schiere di antenne. Antenne in microstriscia.

Propagazione nell'atmosfera.

Ottica geometrica e propagazione in mezzi non omogenei. Elementi di propagazione nella troposfera.

Telerilevamento.

Principi di telerilevamento attivo e passivo. Elementi di radar ad apertura sintetica per il telerilevamento atmosferico e radar meteorologici. Satelliti per telerilevamento: cenni su sensori ed elaborazione dati.

Componenti a microonde e optoelettronici.

Presentazione di vari sistemi di telecomunicazioni: collegamento in ponte radio terrestre, via satellite e in fibra ottica. Principi di funzionamento e caratteristiche di alcuni componenti scelti di tali sistemi.

F0620 CHIMICA

Prof. Gianfranca BORRONI (1° corso)
 Prof. Piero ROLANDO (2° corso)
 Prof. Emma ANGELINI

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
 Chimica

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	36	—
	Settimanale (ore)	6	3	—

Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti. Esso si articola di conseguenza in tre parti: una di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 60 ore di lezione; una di chimica inorganica (circa 20 ore di lezione) ed una di chimica organica (5-10 ore di lezione). Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia e alla nomenclatura.

PROGRAMMA

Chimica generale: Sistemi omogenei ed eterogenei. Concetto di fase, di composto, di elemento. Teoria atomico-molecolare. Legge di Avogadro. Determinazione dei pesi atomici e molecolari. Concetto di mole. Calcoli stechiometrici. Nomenclatura chimica. Il sistema periodico degli elementi. L'atomo secondo i modelli classici e quantomeccanici. Interpretazione elettronica del sistema periodico. Fenomeni legati all'emissione delle radiazioni luminose e dei raggi X. Legame ionico, covalente, metallico. Energia reticolare, energia di legame. Grado di ossidazione. Isotopia. Energia di legame dei nucleoni. Radioattività. Fenomeni di fissione e di fusione nucleare. Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. Calore specifico dei gas. Stato solido. Reticolo cristallino e cella elementare. Difetti reticolari. Soluzioni solide. Stato vetroso. "Composti" non stechiometrici. Stato liquido. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore delle soluzioni. Fenomeni crioscopici ed ebullioscopici. Pressione osmotica. Energia interna ed entalpia. Effetto termico delle reazioni. Entropia ed energia libera di reazione. Velocità di reazione. Catalisi. Legge dell'azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile. Regola delle fasi. Diagrammi di stato a uno e due componenti. Applicazione della legge delle fasi agli equilibri chimici eterogenei. Soluzioni di elettroliti. Elettrolisi. Costante di ionizzazione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione. Cenni di corrosione.

Chimica inorganica: Proprietà e metodi di preparazione industriale dei seguenti elementi e dei loro principali composti: idrogeno, ossigeno, sodio, rame, calcio, zinco, alluminio, carbonio, silicio, azoto, fosforo, cromo, uranio, zolfo, manganese, alogeni, ferro.

Chimica organica: Cenni su idrocarburi saturi e insaturi. Fenomeni di polimerizzazione. Alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, eteri, esteri, ammine, nitrili. Benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate all'ampliamento di alcuni argomenti oggetto di lezione, ad esperienze di laboratorio e a calcoli relativi agli argomenti di chimica generale.

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino, 1978.

C. Brisi, *Esercizi di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino, 1979.

P. Silvestroni, *Fondamenti di chimica*, Veschi, Roma, 1984.

M.J. Sienko, R.Q. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova, 1968.

J.L. Rosenberg, *Chimica generale*, Collana Schaum: Teoria e applicazioni, ETAS Libri, Milano, 1974.

F0800 COMUNICAZIONI ELETTRICHE

Prof. Valentino CASTELLANI)

Dip. di Elettronica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	48	—
Settimanale	6	4	—

Il corso si propone di fornire allo studente la preparazione di base per quanto riguarda i concetti e le tecniche fondamentali della trasmissione dell'informazione e della struttura delle reti di telecomunicazioni. I contenuti sono propedeutici ai successivi corsi più specialistici del settore delle telecomunicazioni.

PROGRAMMA

Sorgenti di informazione e loro discretizzazione. Modello del sistema di trasmissione dell'informazione.

La misura della informazione e la codificazione della sorgente.

Modello del canale di trasmissione e definizione della sua capacità.

Equivocazione e probabilità di errore. Il canale gaussiano additivo bianco.

Il rumore elettrico. Modelli di canale rumoroso. Il canale hertziano.

La modulazione di tipo numerico. Richiami alle nozioni già svolte ed inquadramento del problema geometrico sullo spazio dei segnali.

Le modulazioni coerenti senza memoria con M segnali. Le modulazioni ASK, PSK, FSK, QAM ed AM-PM. Confronto tra iv ari sistemi di modulazione.

Cenni alla ricezione incoerente di segnali con modulazione numerica.

Calcolo delle prestazioni del ricevitore in presenza di distorsioni del canale di trasmissione.

Il PCM. Descrizione generale e calcolo delle prestazioni. Compressione del segnale e sovraccarico.

Tecniche di multiplazione nel dominio del tempo. Sistemi TDM e gerarchie numeriche.

Applicazioni della modulazione analogica di ampiezza. La conversione di frequenza. Tecniche di multiplazione nel dominio della frequenza. Sistemi FDM.

Cenni sulla modulazione analogica di frequenza.

Descrizione generale della rete telefonica: topologie di rete, tcniche di commutazione, servizi.

Cenni alle previste evoluzioni della telefonia.

Le reti di dati: modello di riferimento ISO/OSI, commutazione di pacchetto, architetture di protocolli, servizi.

PRECEDENZE

Teoria dei segnali.

TESTI CONSIGLIATI

E. Biglieri, S. Benedetto, V. Castellani, *Digital Transmission Theory*, Prentice Hall, 1987 (il testo è uscito anche nella traduzione italiana nelle dizioni Jackson).

F1710 ELETTRONICA APPLICATA

Prof. Marco GIORDANA

Dip. di Elettronica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	48	—
Settimanale	6	4	—

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni di base relative al funzionamento dei dispositivi e sistemi elettronici, con una particolare attenzione alle applicazioni digitali.

Il corso si articola in due sezioni, le lezioni e le esercitazioni, che sono tra di loro in parte complementari ed in parte indipendenti.

Alle lezioni è demandato il compito di inquadramento complessivo della materia e, con riferimento ai circuiti analogici, la trattazione dell'amplificatore operazionale e la descrizione di alcune sue applicazioni lineari e non lineari.

Il programma delle esercitazioni comprende alcuni cenni alla tecnologia dei dispositivi elettronici, la definizione e l'inquadramento delle tecniche di progettazione per circuiti digitali VLSI, l'utilizzo di strumenti CAD orientati sia alla analisi sia alla progettazione di sistemi digitali.

Le esercitazioni si svolgeranno sia in aula sia in laboratorio (LAIB).

È prevista la possibilità di assegnazione di tesine il cui svolgimento sarà sostituito di parte più o meno ampia dell'argomento dell'esame di profitto.

PROGRAMMA*Introduzione.*

Definizione di segnale analogico e discreto. Panoramica sui circuiti analogici. Problematiche di progetto. Considerazioni termiche.

Segnali e circuiti logici.

Definizione di segnale logico. Famiglie logiche. Esempi di circuiti combinatori. Esempi di circuiti sequenziali.

Memorie.

Classificazione delle memorie elettroniche. Memorie per applicazioni particolari. Organizzazione di un banco di memoria. Dispositivi logici programmabili.

Amplificatori.

Generalità sugli amplificatori. Amplificatori operazionali.

ESERCITAZIONI

Componenti passivi. Componenti attivi e modelli. Circuiti digitali metodologie di progetto VLSI. Il simulatore elettrico SPICE. Esercitazione in laboratorio (LAIB) su SPICE. Esempi di architetture di semplici sistemi digitali. Esercitazioni in laboratorio (LAIB) su PAL utilizzando PALASM. Esempio di progetto con array programmabili (Xilinx). Esercitazioni in laboratorio (LAIB) con componenti Xilins. Strumenti CAD per il progetto avanzato di circuiti integrati.

F1901 FISICA I

Prof. Ottavia FILISSETTI BORELLO (1° corso) Dip. di Fisica
 Prof. Giovanni BARBERO (2° corso)
 Prof. Alfredo STRIGAZZI (3° corso)

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	24	—
	Settimanale (ore)	6	2	1/8

Il corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione della meccanica del punto e dei sistemi, con particolare riguardo al corpo rigido e ai fluidi, dell'ottica geometrica in sistemi ottici centrati, della fisica matematica del campo gravitazionale e coulombiano, dell'elettrostatica nel vuoto.

PROGRAMMA

- Metrologia: Misurazione e incertezza. Sistemi di unità di misura. Analisi dimensionale. Metodo dei minimi quadrati.
- Cinematica del punto: Moto rettilineo e curvilineo. Moto relativo (classico e relativistico) e covarianza delle leggi fisiche. Riferimenti inerziali e non inerziali.
- Dinamica del punto: Tre principi di Newton. Forze d'inerzia (pseudo-forze). Interazioni: gravitazionale, elettrostatica, elastica. Vincoli e attrito radente (statico e dinamico). Attrito del mezzo (viscoso e idraulico). Lavoro, potenza, teorema del lavoro-energia cinetica.
- Statica del punto.
- Campi conservativi: Gradiente. Potenziale. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Teorema e legge di Gauss. Campo gravitazionale e coulombiano. Equazione di Poisson.
- Oscillazioni: armonica semplice, smorzata, forzata. Risonanza. Oscillatore anarmonico.
- Dinamica dei sistemi: Centro di massa. I equazione cardinale, conservazione della quantità di moto. II equazione cardinale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido. Assi principali d'inerzia. Giroscopio.
- Statica dei sistemi.
- Meccanica dei fluidi: Legge di Stevino. Legge di Archimede. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli. Tensione superficiale.
- Onde elastiche.
- Ottica geometrica.
- Elettrostatica nel vuoto: Potenziale di una carica e di un dipolo. Conduttori in equilibrio. Cariche in moto in un campo elettrostatico.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni in aula: Esercizi applicativi sul programma del corso.

Esercitazioni in laboratorio (computer on line):

- Misurazione di spostamenti e velocità in caduta libera, e dell'accelerazione di gravità.
- Misurazione del periodo del pendolo semplice in funzione della lunghezza e dell'elongazione.
- Misure di indici di rifrazione col metodo dell'angolo di deviazione minima.

TESTI CONSIGLIATI*

C. Menuccini, V. Silvestrini, *Fisica*, volumi 1 e 2, Liguori, Napoli, 1987.

R. Resnick, D. Halliday, *Fisica*, volumi 1 e 2, Ambrosiana, Milano, 1982.

- R.A. Serway, *Fisica per scienze e ingegneria*, SES, Napoli, 1987.
- A.C. Melissos, F. Lobkowitz, *Fisica per scienze e ingegneria*, volumi 1 e 2, Piccin, Padova, 1978.
- D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, volumi 1 e 2, Zanichelli, Bologna, 1984.
- P.A. Tipler, *Fisica*, Zanichelli, Bologna, 1980.
- J.P. Hurley, C. Garrod, *Principi di fisica*, Zanichelli, Bologna, 1982.
- S. Rosati, *Fisica generale*, volumi 1 e 2, Ambrosiana, Milano, 1978.
- M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica per l'università*, volumi 1 e 2, Masson, Milano, 1982.
- C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, *La fisica di Berkeley*, volumi 1 e 2, Zanichelli, Bologna, 1970.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynman*, Addison Wesley, Londra 1969.
- G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1977.
- B. Minetti, A. Pasquarelli, *Esercizi di fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1971.
- G. A. Saladin, *Problemi di fisica I*, Ambrosiana, Milano, 1986.
- S. Rosati, R. Casali, *Problemi di fisica generale*, Ambrosiana, Milano, 1983.
- J.R. Taylor, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna, 1986.
- R. Resnick, *Introduzione alla relatività ristretta*, CEA, Milano, 1969.
- A. Tartaglia, *Elettromagnetica e ottica*, Levrotto & Bella, Torino, 1986.

FISICA II

Prof. Bruno MINETTI (1° corso)
Prof. Marco OMINI (2° corso)

Dip. di Fisica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	24	—
Settimanale (ore)	6	2	1/4

La prima parte del corso si propone di formare agli studenti gli elementi di base necessari per la comprensione dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia, della teoria delle onde elettromagnetiche e dell'ottica ondulatoria. La seconda parte è dedicata alla termodinamica classica e statistica, previa introduzione di alcuni principi fondamentali di fisica quantistica.

PROGRAMMA

- Polarizzazione elettrica: Dielettrici.
- Classificazione dei conduttori elettrici: Proprietà di trasporto nei conduttori. Legge di Ohm. Effetti termoelettrici. Leggi di Kirchhoff e cenni ai circuiti RC.
- Magnetismo: Principio di Ampere. Circuitazione del campo magnetico. Formule di Laplace.
- Interazione magnetica: Forze tra correnti. Moto di particelle in campo magnetico. Forza di Lorentz e moto ciclotronico.
- Descrizione empirica del magnetismo: Isteresi magnetica. Elettromagneti. Circuiti magnetici.
- Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo: Legge dell'induzione elettromagnetica. Induttanze e cenni ai circuiti RLC. Equazioni di Maxwell.
- Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia: Riflessione e rifrazione. Concetto di fotone.
- Ottica ondulatoria: Interferenza. Diffrazione. Potere risolvente di uno strumento ottico. Polarizzazione della luce nei cristalli. Prisma di Nicol e lamina a quarto d'onda.
- Termodinamica: Termodinamica classica. Temperatura e calore. I Principio. II Principio e Entropia. Elementi di statistica. Distribuzioni di Boltzmann, Maxwell, Bose-Einstein. Corpo nero, Legge di Stefan-Boltzmann.
- Discussione microscopica di dia-, para-, ferro-, antiferro-, e ferri-magnetismo.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esercitazioni in aula: Esercizi applicativi sul programma in corso.

Esercitazioni di laboratorio: Implicano l'uso di strumenti elettrici, misure di indici di rifrazione col metodo dell'angolo di deviazione minima, determinazione di lunghezze d'onda col reticolo di diffrazione, misure di diffusività termiche nei solidi.

PRECEDENZE

Fisica I

TESTI CONSIGLIATI*

- M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica per l'università*, volumi 1 e 2, Masson, Milano, 1982.
D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, Parti I e II, Zanichelli, Bologna, 1984.
G. Boato, *Termodinamica*, Ambrosiana, Milano, 1987.
M.W. Zemansky, M.M. Abbot, H.C. Van Ness, *Calore e termodinamica per ingegneri*, Zanichelli, Bologna, 1979.
E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella, *Fisica generale: elettromagnetismo, relatività, ottica*, Zanichelli, Bologna, 1991.

(*) Per quanto riguarda il testo da concordare, gli studenti seguono le indicazioni del docente.

F2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. Elio PICCOLO (1° corso)
 Prof. Giorgio BRUNO (2° corso)
 Prof. Piero DEMICHELIS (3° corso)

Dip. di Automatica e Informatica

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	24	24
	Settimanale (ore)	6	2	2

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti dell'informatica, sotto l'aspetto sia hardware sia software. Particolare importanza viene data ai principi della programmazione mediante l'uso di linguaggi evoluti quali il Pascal ed il Fortran 77. Vengono inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura di una elaboratore e sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno.

PROGRAMMA

- Sistemi di numerazione: rappresentazione in modulo e segno, complemento a 1, complemento a 2; le operazioni algebriche fondamentali nelle varie rappresentazioni.
- La codifica dell'informazione.
- Algebra booleana: teoremi fondamentali e principi di minimizzazione delle espressioni.
- L'architettura di un sistema di elaborazione: distinzione tra *hardware* e *software*; architettura hardware: unità centrale di elaborazione (*CPU*), memoria centrale, memoria di massa, unità di Ingresso/Uscita; struttura a bus; principi base di funzionamento; le varie fasi dell'esecuzione di una istruzione.
- Il Software: classificazioni; varie fasi dello sviluppo di un programma; principali componenti software di un sistema di elaborazione.
- Linguaggi di programmazione: classificazioni; caratteristiche del linguaggio macchina, dell'Assembler e dei linguaggi evoluti.
- Il Sistema Operativo: concetti introduttivi; classificazioni; caratteristiche principali del Sistema Operativo MS-DOS.
- Programmazione: i principi della programmazione strutturata; le tecniche di programmazione; il linguaggio *Pascal*; il linguaggio *Fortran*.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni di programmazione in PASCAL e FORTRAN 77 in aula e su Personal Computer.

TESTI CONSIGLIATI

- P. Demichelis, E. Piccolo, *Informatica di base - Fortran 77 e Pascal*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.
- M. Mezzalama, N. Monfefusco, P. Prinetto, *Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione*, UTET, Torino, 1988.
- K. Jensen, N. Wirth, *Pascal user manual and report - ISO Pascal Standard*, terza edizione, Springer, New York, 1985.
- E. Piccolo, E. Macii, *Fondamenti di Informatica: Temi ed esercizi svolti*, Levrotto e Bella, Torino, 1990.
- P. Prinetto, *Fondamenti di Informatica*, CUSL, Torino, 1990.

F2300 GEOMETRIA

Prof. Nadia CHIARLI (1° corso)
 Prof. Silvio GRECO (2° corso)
 Prof. Caterina CUMINO

Dip. di Matematica

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	48	—
	Settimanale (ore)	6	4	—

Sono raccomandate esercitazioni al laboratorio informatico di base

Il corso si propone di fornire alcuni strumenti algebrici e geometrici di base, in stretto collegamento con le loro applicazioni alla Fisica e all'Ingegneria. Il corso comprende lezioni ed esercitazioni settimanali.

PROGRAMMA

- Calcolo vettoriale.
- Geometria analitica del piano. Coniche e altri luoghi.
- Coordinate polari e numeri complessi.
- Geometria dello spazio.
- Rappresentazione e studio delle curve.
- Superfici e loro rappresentazioni.
- Cambiamenti di coordinate. Coordinate cilindriche e sferiche.
- Spazi vettoriali.
- Calcolo matriciale.
- Sistemi lineari.
- Autovalori e autovettori.
- Spazi euclidei.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni sono intese ad illustrare gli argomenti del corso, mediante esempi ed esercizi.

PRECEDENZE

Analisi Matematica I

TESTI CONSIGLIATI

S. Greco, P. Valabrega, *Lezioni di matematica per allievi ingegneri*, 2 volumi, Levrotto & Bella, Torino, 1983.

G. Beccari ed al., *Esercizi di Geometria*, CELID, Torino, 1985.

A. Sanini, *Esercizi di geometria per allievi ingegneri*, Levrotto & Bella, Torino, 1984.

S. Greco, P. Valabrega, *Esercizi risolti di algebra lineare, geometria analitica differenziale*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.

F5011 SISTEMI INFORMATIVI I

Prof. Giorgio BRUNO (1° corso)
 Prof. Aldo LAURENTINI (2° corso)

Dip. di Automatica e Informatica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	24	24
Settimanale (ore)	6	2	2

Il corso si prefigge di illustrare le metodologie avanzate di programmazione (con particolare riferimento alle strutture dati, agli algoritmi, alle grammatiche ed ai linguaggi C, ADA e Simula) e di ingegneria del software.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni ed attività in laboratorio su Personal Computer ed elaboratori della classe VAX.

PROGRAMMA

Programmazione.

- Ricorsività e subricorsività.
- Strutture dati complesse (code, pile, alberi, grafi, ecc.).
- Analisi e valutazione della complessità degli algoritmi.
- Algoritmi di ricerca ed ordinamento su strutture dai allocate sia in memoria centrale sia su file.
- Linguaggio di programmazione: C, ADA, Simula.

Teoria dei linguaggi formali e grammatiche ad attributi.

Introduzione. Ciclo di vita del software.

- Programmazione ad oggetti.
- Analisi e progetto ad oggetti.
- Sviluppo operativo del software.
- Panoramica sul CASE.

ESERCITAZIONI

Realizzazione degli algoritmi esaminati nei linguaggi C e ADA.

Esercitazioni su elaboratori del tipo Personal Computer o minielaboratori della classe VAX.

PRECEDENZE

Fondamenti di Informatica.

F5760 TEORIA DEI CIRCUITI

Prof. Mario BIEY

Dip. di Elettronica

II ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	52	52	—
Settimanale (ore)	4	4	—

Il corso si propone di fornire le basi concettuali della teoria dei circuiti elettrici a parametri concentrati, nonché metodi sistematici per la loro analisi, con cenni alle tecniche usate nell'analisi automatica dei circuiti per mezzo di calcolatore. Vengono inoltre esposti i concetti fondamentali dell'elettromagnetismo, che rivestono un'importanza culturale determinante per una chiara individuazione dei limiti dell'impostazione circuitale e per l'acquisizione di una specifica sensibilità ai parametri parassiti.

Il corso è organizzato in lezioni ed esercitazioni che completano, da un punto di vista applicativo, gli argomenti teorici trattati, in modo da facilitarne l'apprendimento. Per un'adeguata comprensione degli argomenti trattati, si richiede la conoscenza dei contenuti dei corsi di Analisi matematica I e II e Fisica II.

PROGRAMMA

Generalità. Leggi di Kirchhoff e loro formulazione matriciale. Potenza elettrica entrante in un circuito a una o più porte. Condizione di passività.

Elementi circuitali. Elementi ad una porta: resistori lineari e non lineari, generatori indipendenti, condensatori e induttori lineari e non lineari. Elementi a due o più porte: induttori accoppiati, trasformatore ideale, generatori dipendenti, giratore, amplificatore operazionale ideale. Circuiti elementari: collegamento in serie e/o parallelo di resistori, condensatori, induttori e induttori accoppiati. Circuiti con diodi ideali. Analisi per piccoli segnali. Punto di funzionamento e circuito equivalente per piccoli segnali.

Grafi delle reti e teorema di Tellegen: Grafi, anelli e insiemi di taglio, maglie, albero e coalbero. Riformulazione delle leggi di Kirchhoff in termini di anelli e insiemi di taglio. Teorema di Tellegen; conservazione della potenza istantanea.

Analisi di circuiti resistivi: Metodi generali di analisi: metodi dei nodi, degli anelli, delle maglie; metodo dei nodi modificato; metodo del tableau sparso. Metodo dei nodi semplificato nel caso di circuiti con amplificatori operazionali ideali. Teoremi di sostituzione e di sovrapposizione; teoremi di Thevenin e di Norton, teorema di Miller.

Analisi di circuiti dinamici: Generalità: risposta con stato zero, con ingresso zero e risposta completa; risposta transitoria e risposta forzata. Risposta all'impulso; risposta ad un ingresso arbitrario. Circuiti del primo ordine: analisi a vista nel caso di segnali costanti a tratti. Circuiti dinamici generali: scrittura del sistema di equazioni algebriche-differenziali che descrivono il funzionamento del circuito. Metodo simbolico generalizzato: funzioni di rete, impedenze, ammettenze e funzioni di trasmissione; zeri e poli. Frequenze naturali e condizioni di stabilità. Equazioni di stato: riduzione in forma normale del sistema di equazioni algebriche-differenziali che descrive un circuito dinamico generale. Scrittura diretta delle equazioni di stato per un circuito RLC. Grado di una rete e reti degeneri. Legame tra frequenze naturali ed equazioni di stato. Proprietà fondamentali dei circuiti dinamici: estensione dei teoremi di sostituzione e di sovrapposizione, di Thevenin, di Norton, di Miller.

Analisi in regime sinusoidale: Formulazione delle equazioni circuitali in regime sinusoidale. Definizione di impedenza e ammettenza. Diagrammi polari e vettoriali. Curve di risposta in frequenza. Diagrammi di Bode. Normalizzazione. Potenza attiva, reattive, apparente e com-

plessa; teorema sul massimo di trasferimento di potenza; teorema di Boucherot. Potenza media dovuta a più sorgenti sinusoidali. Rifasamento.

Sistemi trifasi: Metodi per la risoluzione delle reti trifasi simmetriche ed equilibrate. Sistemi trifasi dissimetrici e sbilanciati e metodi di analisi. Misure di potenza e di energia attiva e reattiva nei sistemi trifasi. Fattore di potenza e rifasamento.

Doppi bipoli e reciprocità: Caratterizzazione di doppi bipoli mediante le matrici delle impedenze a vuoto, delle ammettenze di corto circuito, ibride, di trasmissione. Doppi bipoli simmetrici, bilanciati e sbilanciati. Equivalenze di doppi bipoli. Impedenze a vuoto e di corto circuito, impedenze immagine, impedenza caratteristica. Interconnessione di doppi bipoli. Funzionamento del doppio bipolo sotto carico. Reciprocità e teorema di reciprocità.

Introduzione ai campi elettromagnetici: Equazioni di Maxwell. Equazioni costitutive del mezzo. Vettore di Poynting. Campi statici e quasi statici: derivazione delle leggi di Kirchhoff dalle equazioni di Maxwell. Campo di corrente: potenziale scalare; equazione di Laplace. Campo dielettrico: potenziale scalare elettrostatico; equazione di Poisson; energia e forze elettrostatiche. Campo magnetico: potenziale vettore, equazione di Poisson vettoriale. Energia e forze magnetiche. Perdite per isteresi e per correnti parassite. Circuiti magnetici.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni consistono nella soluzione, da parte degli allievi, di problemi di analisi di circuiti elettrici sfruttando i metodi illustrati a lezione.

PRECEDENZE

Analisi matematica I, Analisi matematica II, Fisica II.

TESTI CONSIGLIATI

C.A. Desoer, S. Kuh, *Fondamenti di teoria dei circuiti*, F. Angeli, Milano, 1984.

L.O. Chua, C.A. Desoer, S. Kuh, *Linear and non linear circuits*, Mc Graw-Hill, New York, 1987.

M. Biey, *Esercitazioni di elettrotecnica*, Clut, Torino, 1988.

F5800 TEORIA DEI SEGNALI

Prof. Letizia LO PRESTI

Dip. di Elettronica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	24	24
Settimanale (ore)	6	2	2

Questo insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali, sia di tipo determinato sia di tipo aleatorio, nonché i principi delle tecniche di trattamento ed elaborazione dei segnali utilizzate negli insegnamenti successivi.

PROGRAMMA

Teoria dei segnali determinati a tempo continuo: la rappresentazione geometrica dei segnali. Analisi tempo-frequenza: a) segnali ad energia finita (spettro di ampiezza e di energia e funzione di autocorrelazione); b) segnali periodici (spettro a righe); c) segnali a potenza media finita (spettro di potenza e funzione di autocorrelazione).

Sistemi lineari a tempo continuo: risposta all'impulso, funzione di trasferimento, relazioni ingresso-uscita nel dominio del tempo e della frequenza, condizioni di fisica realizzabilità e stabilità.

Modulazione e demodulazione di ampiezza, come proprietà della trasformata di Fourier. Valutazione numerica della trasformata di Fourier (teoria della DFT e FFT).

Teoria dei segnali determinati a tempo discreto: la trasformata z , la trasformata di Fourier e la trasformata discreta di Fourier.

Sistemi lineari a tempo discreto: risposta all'impulso, funzione di trasferimento, convoluzione lineare e convoluzione circolare, cenni sui filtri numerici (FIR e IIR).

Segnali analogici campionati: il teorema del campionamento, il filtro anti-aliasing, approssimazioni realizzabili del processo di campionamento e ricostruzione.

Introduzione alla teoria della simulazione: il teorema della simulazione, la trasformata bilineare. Introduzione ai processi casuali: definizioni, statistica del primo e del secondo ordine (media, autocorrelazione e densità di probabilità).

Processi stazionari e ciclostazionari e stazionarizzazione dei processi ciclostazionari.

Classi di processi casuali: processi di Poisson, di Wiener e Gaussiani.

Introduzione ai processi di Markov.

Trasformazione di processi casuali: integrazione, derivazione, trasformazioni lineari e invarianti. Teoria dell'ergodicità.

Analisi spettrale e stima spettrale mediante tecniche numeriche (periodogramma e metodo di Welch). Il rumore bianco e il rumore filtrato. Lo spettro di un processo modulato in ampiezza.

Il problema della trasmissione di dati: a) il segnale e le sue caratteristiche spettrali; b) la distorsione del segnale (interferenza intersimbolica, criteri di Nyquist, diagramma ad occhio, equalizzazione col criterio dello «zero forcing»); c) gli effetti del rumore additivo (ricevitore ottimo e calcolo della probabilità di errore).

TESTI CONSIGLIATI

L. Lo Presti, F. Neri, *L'analisi dei segnali*, Clut, 1991.

W.A. Gardner, *Introduction to random processes*, Mc Graw Hill, 1990.

A. Papoulis, *Probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici*, Boringhieri, 1973.



**CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
ELETTRONICA**

1. Profilo professionale

L'attuale figura dell'ingegnere laureato in *Ingegneria Elettronica* ha conquistato una vasta e profonda stima e credibilità nell'ambiente del lavoro: il mondo industriale si aspetta una conferma e un consolidamento su basi sempre più aggiornate del tipo di formazione sinora offerto. Peraltro l'innovazione continua nel settore dell'*information technology* e nei campi collegati richiede anche figure professionali con preparazione più approfondita in sottosectori specifici.

Per questi motivi, nel Progetto di Riordino degli Studi di Ingegneria è prevista in alcune sedi la creazione di lauree in Ingegneria Informatica e in Ingegneria delle Telecomunicazioni, lauree che evidentemente devono soddisfare un'esigenza di specializzazione nei rispettivi campi. La laurea in Ingegneria Elettronica mantiene invece l'obiettivo di una formazione ad ampio spettro culturale e professionale, trasversale ai contenuti delle altre lauree del Settore dell'Informazione.

L'ingegnere elettronico deve possedere competenze di progettazione di sistemi elettronici finalizzati nei diversi campi di applicazione, relative agli aspetti tecnologici, a quelli sistemistici, ed a quelli organizzativo-produttivi (producibilità, collaudabilità, sistemi sia analogici sia digitali). In particolare l'ingegnere elettronico deve avere piena padronanza della catena di progettazione completa, dalla definizione e scelta delle architetture agli aspetti più legati alla tecnologia realizzativa, comprendendo le tecniche di verifica per le varie fasi (strumenti di simulazione e di verifica del progetto, metodi di analisi e di collaudo).

Ciò non toglie che la laurea in Ingegneria Elettronica presenti anche una sua precisa specificità, coprendo ampi spazi culturali autonomi. Sono infatti propri della laurea in Ingegneria Elettronica lo studio e lo sviluppo:

- delle tecniche di progetto, di ingegnerizzazione e di produzione degli apparati e dei sistemi elettronici, sia analogici sia digitali, per tutte le applicazioni sia nel settore dell'informazione, sia in quello industriale o consumer.
- delle tecnologie dei componenti elettronici, a microonde e ottici.
- dei componenti e dei sistemi per la microelettronica (VLSI, MMIC) e l'optoelettronica.
- dei sensori, della strumentazione elettronica per le misure e per i controlli. Questo campo è particolarmente connaturato alla tradizione e alla cultura del Politecnico di Torino, dove da tempo è attivo un'indirizzo di misure ed un dottorato di ricerca sull'argomento.
- dell'elettromagnetismo e delle sue applicazioni nei campi: delle microonde e onde millimetriche, della compatibilità elettromagnetica, dell'ottica integrata, del telerilevamento e sondaggio ambientale e infine della interazione con i materiali e le strutture biologiche.
- dell'elettronica di potenza e delle sue applicazioni nei controlli industriali.
- delle metodologie proprie dell'elettronica nella bioingegneria.

La formazione dell'ingegnere elettronico deve comprendere una base a spettro ampio, che sarà il fondamento per la crescita professionale, e consentirà di dominare con competenza i diversi campi in cui potrà essere chiamato a intervenire, integrata da un approfondimento in sottosectori specifici per un inserimento immediato nell'ambiente della ricerca-sviluppo o della produzione. Il processo formativo potrà in tal modo adattarsi con duttilità, e forse meglio che in altri ambienti formativi di più spinta specializzazione, all'emergere di filoni applicativi a carattere interdisciplinare, i quali prefigurano nuovi profili professionali che superano le tradizionali divisioni disciplinari del settore.

Nei campi prima citati risulta poi trasversale l'interesse di fondo verso gli aspetti metodologici dall'elettronica fisica all'elettromagnetismo, dalle misure alle metodologie di

progetto, anche in vista di una formazione più rivolta alla ricerca e che non finisce con il conseguimento della laurea. Sotto tale aspetto occorre rilevare come nel settore della elettronica la ricerca risulti essenziale per il mantenimento della competitività a livello industriale e per l'espansione di competenze tecnologiche strategiche.

Le competenze che si intende continuare a formare con il Corso di Laurea in Elettronica trovano riscontro nell'impiego prevalente, presso le aziende, dell'ingegnere laureato in questo corso di laurea: a una prima fase nella quale le funzioni ricoperte dal laureato sono principalmente quelle di progettista segue uno spostamento verso incarichi di coordinamento delle attività di progetto e produzione.

E' evidente inoltre che il ruolo orizzontale previsto nel settore dell'informazione per la laurea in Ingegneria Elettronica, comporti necessariamente nel curriculum formativo dello studente le necessarie competenze anche nei campi dell'Informatica, dei Controlli e delle Telecomunicazioni. In particolare sono previsti, anche in presenza dei Corsi di laurea in Informatica, e in Ingegneria delle Telecomunicazioni, orientamenti con quei nomi nel Corso di laurea in Ingegneria Elettronica, rivolti agli aspetti propri dell'ingegneria elettronica in quei settori specifici.

2. Insegnamenti obbligatori

La scelta proposta per gli insegnamenti obbligatori, globalmente considerati (per tutti i Corsi di Laurea, per il Settore dell'Informazione, per la Laurea in Elettronica e specifici della Facoltà) è mirata a fornire una preparazione sia di base, sia specifica tecnico-professionale congruente con le indicazioni di profilo professionale precedentemente esposte.

Per quanto riguarda la formazione matematica di base, oltre al *corpus* tradizionalmente impartito negli attuali insegnamenti del biennio (*Analisi matematica*, *Geometria*), seppur parzialmente rivisti al fine di meglio rispondere alle nuove esigenze emerse, si pone l'esigenza di trovare lo spazio per discipline che si ritengono indispensabili per la formazione di un ingegnere elettronico.

Per soddisfare tale esigenza si riduce a mezza annualità il corso di analisi superiore (*Analisi Matematica III*), cui si riserva il compito primario di insegnare le funzioni di variabile complessa e le trasformate integrali (soprattutto Fourier), e si introduce mezzo corso di *Calcolo delle Probabilità*. Un ruolo importante viene assegnato al corso di *Calcolo Numerico*, cui si richiede, oltre ai concetti usualmente proposti, di affrontare temi di analisi superiore che si preferisce vengano trattati con la praticità del taglio numerico quali le equazioni alle derivate parziali (differenze finite, elementi finiti) e le equazioni integrali (metodo dei momenti...) e le funzioni speciali.

La preparazione di base è completata da un corso di *Chimica*, due di *Fisica* e uno di *Elettrotecnica*, secondo i requisiti richiesti dal Decreto di Riordino degli Studi di Ingegneria. Un'attenta ridefinizione dei programmi consente un migliore coordinamento dei corsi di *Fisica* e di *Elettrotecnica* con i corsi successivi. In particolare:

- ai corsi di *Fisica* si chiede soprattutto di svolgere un ruolo formativo sugli aspetti unificanti della metodologia interpretativa propria della fisica.
- Rispetto alla collocazione tradizionale dei capitoli della *Fisica*, il coordinamento fra i corsi di *Fisica* e quello di *Elettrotecnica* comporta che nella *Fisica I* vengano esposte le nozioni generali sulle unità dimensionali, una trattazione unificata dei campi e lo studio congiunto del campo gravitazionale e di quello coulombiano, mentre nella *Fisica II* oltre al resto, verrà esposta la trattazione della termodinamica (spostata da *Fisica I* a *Fisica*

Il per avvalersi della maggiore maturità tecnica acquisita dallo studente), non solo di tipo classico, ma anche statistico, con l'acquisizione di concetti quali quello del corpo nero, utile sia per le applicazioni in optoelettronica sia nella teoria del rumore. Tali conoscenze consentiranno una descrizione microscopica del ferromagnetismo e del ferrimagnetismo.

- Per quanto concerne l'*Elettrotecnica* essa riguarda principalmente la teoria dei circuiti, che però sarà fatta derivare dai modelli della trattazione dei campi elettromagnetici.
- La presenza di *Elettrotecnica* nel primo periodo didattico del II anno consente a un maggior numero di corsi di avvalersi delle metodologie rappresentative messe a punto da tale corso. Il fatto però che esso preceda *Analisi Matematica III*, ove vengono introdotte le trasformate di Laplace, comporta che il calcolo simbolico generalizzato debba essere trattato nelle esercitazioni di quest'ultimo corso.

Occorre sottolineare come i cinque insegnamenti previsti per il primo anno siano comuni ai tre Corsi di Laurea del settore dell'Informazione, vale a dire: *Elettronica, Informatica e Telecomunicazioni*. Questo faciliterà l'eventuale cambio di Corso di Laurea a quegli studenti che, al termine del primo anno, si accorgessero di aver operato una scelta non conforme alle proprie aspettative.

La cultura ingegneristica di base è completata da due corsi a spettro ampio, ed in particolare:

- due corsi ridotti di *Meccanica Applicata alle Macchine* e di *Termodinamica Applicata*, che forniscono il minimo indispensabile di conoscenze interdisciplinari, che possono essere ulteriormente approfondite mediante corsi specifici in alcuni orientamenti.
- un corso di *Economia e Organizzazione Aziendale*, nel quale i principi di economia e di gestione aziendale vengono ampliati con cenni di microeconomia.

La laurea in Ingegneria Elettronica mantiene l'obiettivo di una formazione ad ampio spettro culturale e professionale nel campo dell'elettronica, trasversale ai contenuti delle altre lauree del Settore dell'Informazione, pertanto l'insieme dei corsi obbligatori deve garantire una approfondita base di conoscenze in ciascheduno dei principali orientamenti che al momento si possono individuare nello sbocco scientifico-professionale di un ingegnere elettronico. Per ogni specifico orientamento sono previsti almeno due insegnamenti obbligatori (vedi più avanti gli *Orientamenti*).

Il processo formativo può in tal modo adattarsi con duttilità, e forse meglio che in altri ambienti formativi di più spinta specializzazione, all'emergere di filoni applicativi a carattere interdisciplinare, i quali prefigurano nuovi profili professionali che superano tradizionali divisioni disciplinari del settore.

Una nota particolare meritano le discipline di *Teoria dei Segnali* e di *Teoria dei Sistemi* che, seppur indirizzati a diversi orientamenti dell'elettronica, presentano in comune contenuti a carattere teorico-metodologico che si ritengono indispensabili. Per tale motivo si impone la scelta obbligatoria di almeno una delle due discipline.

La preparazione professionale nel campo informatico è fornita da tre insegnamenti:

- *Fondamenti di Informatica*: fornisce le nozioni di base relative all'architettura dei sistemi di elaborazione e alla loro programmazione mediante linguaggi di livello superiore quali il Pascal e il Fortran 77. La conoscenza del Fortran potrà essere usata nel corso di Calcolo Numerico.
- *Sistemi Informativi I*: fornisce informazioni approfondite sulla struttura dei sistemi di elaborazione e illustra le metodologie avanzate di programmazione (con particolare riferimento alle strutture dati, agli algoritmi, alle grammatiche ed ai linguaggi) e di ingegneria del software.

- *Sistemi Informativi II:*

approfondisce le nozioni sull'organizzazione del software nei sistemi di elaborazione, con particolare riferimento alle basi di dati, al Sistema Operativo ed ai linguaggi moderni di programmazione.

La preparazione professionale nel campo delle telecomunicazioni è fornita da due insegnamenti diversi a seconda che venga o non venga scelto *Teoria dei Segnali*:

- *Teoria dei Segnali:*

fornisce gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali, sia di tipo determinato, sia di tipo aleatorio, nonché i principi delle tecniche di trattamento ed elaborazione dei segnali.

- *Comunicazioni Elettriche:*

presenta un modello semplificato di canali di comunicazione e sviluppa le tecniche di trasmissione dei segnali, sia numerici sia analogici, sia in banda base che modulati, nonché le tecniche di trasmissione di segnali analogici per via numerica.

Coloro che non scelgono *Teoria dei Segnali* seguono un corso di *Comunicazioni Elettriche*, non specialistico, quindi devono optare per un altro insegnamento del raggruppamento I230, che non preveda la propedeuticità di *Teoria dei Segnali*, tra quelli attivati nei vari Orientamenti.

La preparazione professionale nel campo dei controlli automatici è fornita da uno o due insegnamenti a seconda che venga o non venga scelto *Teoria dei Sistemi*:

- *Teoria dei Sistemi:*

imposta l'analisi dei sistemi dinamici continui e discreti con particolare attenzione verso gli aspetti di struttura, quali: l'analisi della stabilità in piccolo ed in grande, la controllabilità e l'osservabilità, il problema del regolatore con stima asintotica dello stato, il problema della realizzazione di sistemi ad un ingresso ed una uscita.

- *Controlli Automatici:*

analizza i sistemi dinamici di controllo nei loro diversi aspetti, cioè il modello e le sue approssimazioni, i segnali di comando le variabili di uscita (da controllare), i disturbi; sviluppa inoltre le tecniche di progetto di controlli in catena chiusa con particolare riferimento ai sistemi lineari con una variabile di ingresso e di uscita.

Coloro che non scelgono *Teoria dei Sistemi* seguono un corso di *Controlli Automatici* non specialistico.

La preparazione professionale nel campo dell'elettromagnetismo e dei fenomeni propagativi è fornita da due insegnamenti:

- *Campi Elettromagnetici:*

affronta il problema dell'interazione fra campi elettromagnetici e mezzi materiali e fornisce la soluzione delle equazioni di Maxwell in mezzo omogeneo e non omogeneo. Definisce i parametri caratteristici delle antenne e tratta il fenomeno della propagazione guidata con particolare accento alle linee di trasmissione, alle guide d'onda, e alle guide dielettriche.

- un corso a scelta nel raggruppamento I220, ad esempio *Microonde, o Antenne, o Compatibilità Elettromagnetica.*

La preparazione professionale specifica nel campo elettronico componentistico e circuitale è data da quattro insegnamenti:

- *Dispositivi Elettronici:*

fornisce le nozioni di base che, partendo dalla teoria dei semiconduttori, portano alla descrizione del comportamento fisico dei principali dispositivi singoli o integrati e dei relativi modelli globali. Vengono descritti anche i principali passi del processo

tecnologico di tipo bipolare e MOS, con cenni all'integrazione a grandissima scala (VLSI).

- *Teoria dei Circuiti Elettronici:*

si propone come interfaccia fra i corsi di *Elettrotecnica* e di *Dispositivi Elettronici* da una parte e il corso di *Elettronica Applicata* dall'altra. Dopo aver effettuato il passaggio logico dal modello fisico dei componenti a quello elettrico per piccoli o per grandi segnali e fornito alcuni cenni sui problemi connessi con il comportamento non lineare dei circuiti in presenza di grandi segnali, il corso si dedica all'analisi e al progetto di circuiti elettronici attivi, con operazionali ideali, destinati all'elaborazione del piccolo segnale. Vengono trattati anche alcuni aspetti connessi all'analisi e al progetto assistiti dal calcolatore.

- *Elettronica Applicata:*

per quanto concerne l'aspetto analogico studia i circuiti con amplificatori operazionali non ideali, gli amplificatori di potenza e gli alimentatori lineari e a commutazione. Per quanto concerne l'aspetto digitale vengono definite le caratteristiche delle porte logiche, si studiano i circuiti delle principali porte logiche, elementari e quelli dei circuiti combinatori complessi (PLA, ROM) e l'organizzazione di sistemi digitali complessi. Espone metodologie di progetto di circuiti dedicati. Il corso termina con la trattazione dei circuiti dell'elettronica di interfaccia (sample and hold, convertitori analogico-digitali e multiplexer).

- almeno un corso a scelta tra *Microelettronica*, *Dispositivi Elettronici II*, *Elettronica delle Telecomunicazioni ed Elettronica dei Sistemi Digitali*

La preparazione professionale specifica nel campo della strumentazione e delle misure oltre ai già citati corsi di *Teoria dei Circuiti Elettronici* e di *Elettronica Applicata* è data dall'insegnamento di:

- *Misure Elettroniche:*

illustra i principi di funzionamento e di uso degli strumenti elettronici più diffusi nelle varie aree di interesse dell'ingegneria elettronica. Inoltre sviluppa i metodi e la strumentazione per le misure su sistemi di comunicazione con cenni su talune applicazioni delle misure di grandezze elettroniche in altre discipline.

Il quadro didattico di insegnamenti obbligatori sopra delineato vincola rigidamente 24 insegnamenti. Occorre comunque precisare come l'organizzazione del Corso di Laurea in *orientamenti* prevede l'ulteriore vincolo di 3 corsi ritenuti caratterizzanti per ciascun orientamento. *Non possono essere calcolati tra questi 3 eventuali corsi sostenuti per esaudire obblighi della lista precedente.*

Gli ultimi due corsi possono essere scelti entro la lista generale allegata alla fine, con l'unico obbligo di rispettare le precedenze previste da ciascuno.

Il quadro complessivo degli insegnamenti obbligatori è sintetizzato nella tabella seguente.

3. Quadro didattico dei corsi obbligatori

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	Analisi matematica I Chimica	Geometria Fisica I Fondamenti di informatica
2	Analisi matematica II Fisica II Elettrotecnica	Dispositivi elettronici Analisi matematica III (r) Calcolo delle probabilità (r) Termodinamica applicata (r) Meccanica applicata alle macchine (r)
3	Teoria dei circuiti elettronici Calcolo numerico Teoria dei segnali <i>oppure</i> Teoria dei sistemi (continui)	Sistemi informativi I Campi elettromagnetici Elettronica applicata
4	<i>Elettronica</i> ° X Y	Comunicazioni elettriche * Sistemi informativi II Controlli automatici §
5	Misure elettroniche Economia e organizzazione aziendale V	<i>Campi elettromagnetici</i> # Z W

(r) Corso ridotto

* E' obbligatorio seguire L0802 *Comunicazioni Elettriche (spec.)* se al terzo anno si è seguito *Teoria dei Segnali*§ E' obbligatorio seguire L0842 *Controlli Automatici (spec.)* se al terzo anno si è seguito *Teoria dei Sistemi (continui)*# Un corso a scelta, fra quelli indicati negli orientamenti, appartenente al raggruppamento I220 *Campi Elettromagnetici*° un corso a scelta tra *Microelettronica, Dispositivi Elettronici II, Elettronica delle Telecomunicazioni ed Elettronica dei Sistemi Digitali*, appartenenti al raggruppamento I210 *Elettronica*

X, Y, V, Z, W, Corsi di orientamento

4. Orientamenti

Il Corso di laurea in Ingegneria Elettronica non è suddiviso in Indirizzi, ma propone solamente degli orientamenti. Questi sono costituiti da 5 insegnamenti, indicati con le lettere XYZVW nella tabella precedente, ma non più di tre sono vincolanti per la caratterizzazione di ciascun orientamento.

In particolare ogni studente dovrà obbligatoriamente scegliere tre corsi in una delle liste relative a ciascun orientamento riportate nel seguito. *Non possono essere calcolati tra questi 3 eventuali corsi sostenuti per esaudire obblighi della lista precedente.*

Gli ultimi due corso possono essere scelti o nell'ambito dell'orientamento prescelto o entro la lista generale allegata al seguito, con l'unico obbligo di rispettare le precedenzae previste da ciascuno singolo corso.

- Gli Orientamenti previsti sono i seguenti:

- 1 Automatica
- 2 Elettronica Industriale
- 3 Elettronica-Meccanica
- 4 Gestionale
- 5 Informatica
- 6 Microelettronica
- 7 Microonde e Circuiti Ottici
- 8 Rilevamento e diagnostica dell'ambiente
- 9 Strumentazione e Misure
- 10 Tecnologie dei Sistemi e dei Componenti Elettronici
- 11 Telecomunicazioni

- Ogni indirizzo è individuato separando per filoni di applicazione la formazione dell'ingegnere elettronico, e si basa inoltre sulle precise competenze scientifiche e didattiche consolidate presso il Politecnico di Torino.
- Singole discipline o gruppi coordinati di discipline *non* possono, per ciò stesso, costituire un orientamento (si veda il caso dei corsi a carattere più esplicitamente *fisico*), ma possono dare una particolare impronta alla formazione specifica nei singoli orientamenti.
- Gli insegnamenti per ogni orientamento dovranno essere scelti preferibilmente nell'ambito delle discipline elencate nell'appendice al volume con l'avvertenza che almeno tre devono ritenersi vincolanti. Di fianco ad ogni disciplina è indicato il codice del raggruppamento disciplinare, in modo che sia agevole rilevare l'affinità culturale degli insegnamenti proposti.
- In corsivo vengono indicati i corsi attualmente non ancora accessi, ma che molto probabilmente saranno presto attivati.
- Nella scelta dei corsi dell'orientamento o della lista libera occorre rispettare tutte le precedenzae previste; in particolare quelle che prevedono *Teoria dei Segnali* o *Teoria dei Sistemi*.

E' possibile scegliere i corsi e quindi rafforzare la preparazione di base utilizzando uno dei posti non prefissati del primo semestre del IV anno.

Automatica

- A042 Ricerca operativa
- I240 Robotica industriale
- I200 *Misure per l'automazione e la produzione industriale*
- I240 Teoria dei sistemi (discreti)

- I240 Automazione industriale
- I240 Controllo digitale
- I240 Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
- I240 Modellistica e identificazione
- I240 Controllo dei processi
- A021 Analisi funzionale

Avionica

- I210 Elettronica delle telecomunicazioni
- I230 Sistemi di radiocomunicazione
- I220 Compatibilità elettromagnetica
- I021 Dinamica del volo
- I021 Meccanica del volo
- I023 Impianti aeronautici
- I023 Strumentazione aeronautica
- I220 Antenne
- I220 Microonde

Elettronica industriale

- I070 Automazione a fluido
- I070 Meccanica degli azionamenti
- I180 Elettronica industriale di potenza
- I180 Azionamenti elettrici
- I200 *Misure per l'automazione e la produzione industriale*
- I220 Compatibilità elettromagnetica
- I210 Elettronica di potenza
- I240 Controllo dei processi
- I240 Robotica industriale

Elettronica-Meccanica

- I042 Macchine
- I070 Automazione a fluido
- I070 Meccanica dei robot
- I070 Meccanica degli azionamenti
- A030 Meccanica analitica
- I180 Macchine elettriche
- I180 Elettronica industriale di potenza
- I180 Azionamenti elettrici
- I240 Robotica industriale
- I240 Controllo dei processi
- I100 Tecnologia meccanica

Gestionale

- A042 Ricerca operativa
- I240 Automazione industriale
- I240 Teoria dei sistemi (discreti)
- I230 Sistemi delle telecomunicazioni
- I210 Informatica industriale

- I210 *Informatica industriale II*
- I270 Economia e gestione dei servizi
- I270 Economia e gestione dell'innovazione

Informatica

- I210 Architettura dei sistemi integrati
- I210 Microelettronica
- I210 Optoelettronica
- I220 Componenti e circuiti ottici
- I250 Sistemi di elaborazione
- I250 Impianti di elaborazione
- I250 Reti Logiche
- I250 Ingegneria del software
- I250 Sistemi per la progettazione automatica
- I250 Reti di calcolatori

Microelettronica

- B030 Fisica dello stato solido
- I210 Architettura dei sistemi integrati
- I210 Dispositivi elettronici II
- I210 Microelettronica
- I250 Impianti di elaborazione
- I210 Optoelettronica
- I210 Tecnologie e materiali per l'elettronica
- I240 Modellistica e identificazione
- I250 Reti logiche
- I170 Teoria delle reti elettriche

Microonde e Circuiti Ottici

- B030 Elettronica quantistica
- I200 *Misure a iperfrequenze*
- I200 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
- I210 Dispositivi elettronici II
- I210 Optoelettronica
- I210 *Circuiti integrati a microonde*
- I220 Antenne
- I220 Propagazione
- I220 Componenti e circuiti ottici
- I220 Microonde
- I220 Campi elettromagnetici II (spec.)

Rilevamento e Diagnostica dell'Ambiente

- I220 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
- I220 Tecniche elettromagnetiche di riconoscimento radar
- I210 Strumentazione e misure elettroniche
- I220 Antenne
- I240 Modellistica e controllo dei sistemi ambientali
- I240 Modellistica e identificazione

- I250 Teoria e tecniche di riconoscimento della immagine
- I230 Sistemi di telecomunicazioni

Strumentazione e Misure

- I200 Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
- I200 *Misure per l'automazione e la produzione industriale*
- I200 Sensori e trasduttori
- I200 *Misure a iperfrequenze*
- I200 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
- I210 Microelettronica
- I210 Strumentazione e misure elettroniche
- I220 Compatibilità elettromagnetica
- I220 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

Tecnologie dei Sistemi e dei Componenti Elettronici

- B030 Fisica dello stato solido
- B020 Istituzioni di meccanica quantistica
- I210 Dispositivi elettronici II
- I210 Microelettronica
- I210 Strumentazioni e misure elettroniche
- I210 Tecnologie e materiali per l'elettronica
- I220 Compatibilità elettromagnetica
- B030 Superconduttività (1/2)
- A022 Statistica (1/2)
- I140 Scienza e tecnologia dei materiali composti
- I140 Scienza tecnologia dei materiali polimerici

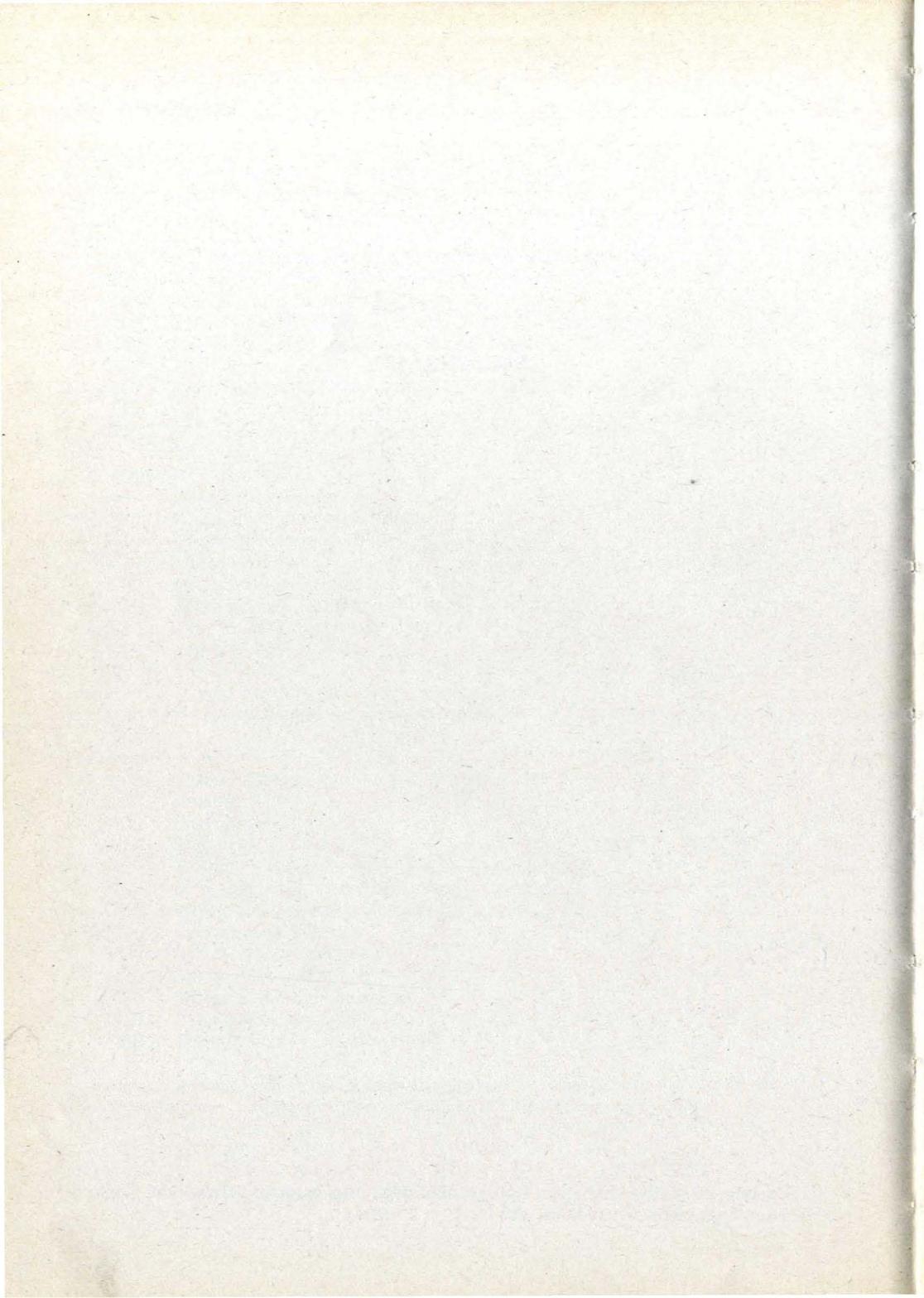
Telecomunicazioni

- I200 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
- I220 Antenne
- I220 Propagazione
- I220 Microonde
- I220 Tecniche elettromagnetiche di riconoscimento radar
- I210 Elettronica delle telecomunicazioni
- I230 Elaborazione numerica dei segnali
- I230 Trasmissione numerica
- I230 Reti di telecomunicazioni
- I230 *Sistemi di commutazione*
- I230 Sistemi di telecomunicazione
- I230 Sistemi di radiocomunicazione
- I230 Teoria dell'informazione e codici

L'elenco generale dei raggruppamenti entro cui possono essere operate le scelte di discipline opzionali è riportato in apposito allegato alla fine del presente volume.

PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria Elettronica, del 1°, 2° e 3° anno.



L0234 ANALISI MATEMATICA III
(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Giancarlo TEPPATI (1° corso)
Prof. Giancarlo TEPPATI (2° corso)

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale	26	10	—
Settimanale	—	—	—

Scopo del corso è quello di familiarizzare lo studente con alcune tecniche matematiche avanzate di uso frequente nell'Ingegneria; in particolare l'analisi complessa e le trasformate di Fourier e di Laplace.

PROGRAMMA

- Funzioni analitiche.
 - Derivabilità, condizioni di Cauchy Riemann, integrabilità.
 - Teorema di Cauchy teorema dei residui, calcolo del residuo in singolarità polari, calcolo di integrali con il metodo dei residui, lemma del gran cerchio e di Jordan.
 - Formule integrali di Cauchy.
 - Sviluppabilità in serie di Taylor.
 - Principi di identità.
 - Comportamento locale: sviluppi di Laurent, classificazione delle singolarità isolate.
 - Punto all'infinito e piano di Gauss.
 - Alcuni tipi di comportamento globale: funzioni intere, teorema di Liouville; funzioni meromorfe.
 - Calcolo dei coefficienti nella decomposizione in fratti semplici.
 - Estensione analitica e polidromia: \sqrt{z} e $\ln z$.
 - Funzioni analitiche e funzioni armoniche. Teorema della media di Gauss.
 - Trasformazioni analitiche di regioni piane.
- Funzioni trascendenti non elementari.
- Concetti introduttivi sulle trasformate integrali.
 - Introduzione alla trasformazione e antitrasformazione di Fourier; proprietà di simmetria.
 - Proprietà delle trasformate di Fourier e di Laplace; linearità, coniugazione complessa, cambio di scala, traslazione temporale, traslazione frequenziale, derivata temporale, convoluzione frequenziale.
 - Trasformate di Fourier di funzioni reali; immaginarie, pari e dispari.
 - Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace di funzioni.

ESERCITAZIONI

Verrà introdotto il calcolo simbolico generalizzato con esempi nello studio di transitori di reti elettriche.

PRECEDENZE

Analisi Matematica II

TESTI CONSIGLIATI

G. Teppati, *Complementi di matematica*, volumi 1 e 2, Levrotto & Bella, Torino, 1981, 1982.

L0494 CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Franco PIAZZESE (1° corso)
Docente da nominare (2° corso)

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	30	15	—
Settimanale (ore)	—	—	—

La finalità del corso è quella di fornire un'introduzione alla teoria delle probabilità e dei processi stocastici, mostrandone sia gli aspetti matematici sia quelli statistici ed applicativi.

PROGRAMMA

- Teoria delle probabilità: eventi numerali; spazio campione; gli assiomi della probabilità; criteri di assegnazione delle probabilità. Probabilità congiunte e condizionate; indipendenza statistica.
- Teoria delle probabilità: continuo di eventi; variabili casuali, densità di probabilità; momenti; densità di probabilità congiunte; correlazione e indipendenza statistica.
- Distribuzioni e loro proprietà generali: distribuzioni notevoli.
- Trasformazioni di variabili casuali. Serie formali e funzione caratteristica.
- La disegualianza di Chebysceff: il teorema del limite centrale. Convergenza in misura di probabilità.
- Introduzione ai processi stocastici: modelli di processi stocastici.
- Introduzione ai problemi statistici e applicazioni: metodi Monte Carlo.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni applicative.

PRECEDENZE

Analisi Matematica I, Analisi Matematica II.

TESTI CONSIGLIATI

A. Papoulis, *Probabilità, variabili aleatorie e processi stocastici*, Boringhieri, Torino, 1973.

L0510 CALCOLO NUMERICO

Prof. Giovanni MONEGATO

Dip. di Matematica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

60 40 —

— — —

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base e le loro caratteristiche (condizioni di applicabilità, efficienza sia in termini di complessità computazionale che di occupazione di memoria), nonché addestrare gli studenti all'uso di librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

Nella seconda parte il corso si propone di presentare i risultati teorici più importanti (definizioni, condizioni di esistenza e unicità, grado di regolarità delle soluzioni), di illustrare e confrontare gli approcci numerici più diffusi e di addestrare gli studenti alla costruzione di schemi numerici di calcolo.

PROGRAMMA*Prima parte*

Preliminari. L'aritmetica di un calcolatore e le sue conseguenze nel calcolo numerico. Concetti di condizionamento di un problema e di stabilità di un algoritmo.

Risoluzione di sistemi lineari. Metodo di Gauss, fattorizzazione di una matrice e sue applicazioni. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR.

Autovalori di una matrice. Metodo delle potenze per il calcolo dell'autovalore di modulo massimo o minimo. Cenni sul metodo QR per il calcolo di tutti gli autovalori e autovettori.

Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali. Interpolazione con polinomi algebrici (formule di Lagrange e di Newton) e con funzioni splines. Il criterio dei minimi quadrati. Cenni sul caso multidimensionale.

Equazioni e sistemi di equazioni non lineari. Metodo di Newton e sue varianti. Processi iterativi in generale.

Calcolo di integrali. Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali. Formule gaussiane. Routines automatiche (sia di tipo non adattativo che di tipo adattativo). Cenni sul caso multidimensionale.

Equazioni differenziali ordinarie. Problemi a valori iniziali: presentazione dei metodi numerici più usati (Runge-Kutta, Adams, BDF).

Seconda parte

Funzioni speciali (Gamma, Bessel, integrali ellittici, ecc.). Definizioni ad uso delle routine di libreria.

Equazioni integrali. Metodi di collocazione, Galerkin e altri.

Equazioni alle derivate parziali. Metodi alle differenze finite, degli elementi finiti e metodi spettrali.

Problemi di Algebra lineare e di Calcolo di Integrali connessi con i punti 2 e 3.

ESERCITAZIONI

Gli studenti verranno addestrati all'uso di librerie scientifiche (IMSL, NAG) per la risoluzione di problemi numerici.

PRECEDENZE

Analisi I. Algebra lineare (Geometria). Linguaggio FORTRAN e capacità d'uso delle risorse LAIB.

L0530 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Prof. Renato ORTA

Dip. di Elettronica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	4
Settimanale (ore)	6	4	—

Il corso ha lo scopo di fornire le basi teoriche per la comprensione dei fenomeni di propagazione libera e guidata di onde elettromagnetiche. Dopo aver risolto il problema generale dell'irradiazione, vengono analizzati i tipi più semplici di antenne. Per quanto riguarda la propagazione guidata, viene discusso il formalismo delle linee di trasmissione equivalenti e sono illustrati i tipi più comuni di guide d'onda, da quelle metalliche a quelle dielettriche (fibre ottiche).

PROGRAMMA

Generalità. Spettro elettromagnetico e sua utilizzazione. Equazioni di Maxwell e d'onda, nel dominio del tempo e della frequenza, onde piane e teoremi generali.

Soluzione delle equazioni di Maxwell in un mezzo omogeneo. Problema omogeneo: onde piane, polarizzazione, relazione di impedenza. Problema non omogeneo: funzione di trasferimento nello spazio k ; funzione di Green come risposta all'impulso del sistema elettromagnetico. Soluzione nello spazio r come convoluzione.

Antenne. Definizione parametri caratteristici: guadagno, direttività, area equivalente EIRP, altezza efficace, impedenza di ingresso.

Equazione della trasmissione e del radar.

Antenne filari, ad apertura e a riflettore.

Propagazione guidata. Circuiti a parametri distribuiti: Modello fenomenologico di linea di trasmissione, equazioni delle linee nel dominio del tempo e della frequenza e loro soluzione. Analisi di circuiti. Concetto di adattamento a una singola frequenza e a larga banda. Uso della matrice scattering per caratterizzare componenti per alte frequenze. Analisi di linee nel dominio del tempo: linee dispersive chiuse su carichi adattati. Velocità di gruppo e condizioni di non distorsione. Analisi di distorsione di impulsi e banda stretta. Linee non dispersive chiuse su carichi disadattati non dispersivi. Linee multifilari. Equazioni delle linee multifilari e loro soluzioni in termini modali. Risposta nel dominio del tempo e analisi di fenomeni di interferenza e di distorsione di segnali. Generalità su guide d'onda. Equazioni d'onda. Modi TM, TE, TEM, ibridi e loro proprietà. Linee modali, costanti di propagazione e impedenze modali, autofunzioni modali. Esempi di guide d'onda per microonde. Guida metallica rettangolare e cavo coassiale. Microstriscia, stripline. Guide dielettriche. Strutture dielettriche stratificate e guida planare. Fibre ottiche, generalità.

ESERCITAZIONI

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni in aula ed in laboratorio. Sono previste anche alcune esercitazioni di calcolo al LAIB.

PRECEDENZE

Elettrotecnica, Analisi matematica III, Fisica II.

TESTI CONSIGLIATI

R. Graglia, P. Petrini, *Appunti dal corso di Campi elettromagnetici*, Celid.

F. Canavero, I. Montrosset, R. Orta, *Linee di trasmissione*, Levrotto & Bella.

E. Verduci, *Appunti sull'irradiazione*, Celid.

G. Franceschetti, *Campi elettromagnetici*, Boringhieri, Torino, 1983.

P. Savi, G. Vecchi, *Campi elettromagnetici*, testi d'esame svolti, Clut.

L0620 CHIMICA

Prof. Gianfranca GRASSI (1° corso)
 Prof. Piero ROLANDO (2° corso)
 Prof. Emma ANGELINI (3° corso)

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
 Chimica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	40	—
Settimanale (ore)	6	3	—

Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti. Esso si articola di conseguenza in tre parti: una di chimica generale alla quale vengono dedicate circa 60 ore di lezione; una di chimica inorganica (circa 20 ore di lezione) ed una di chimica organica (5-10 ore di lezione). Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia e alla nomenclatura.

PROGRAMMA

- Chimica generale: Sistemi omogenei ed eterogenei. Concetto di fase, di composto, di elemento. Teoria atomico-molecolare. Legge di Avogadro. Determinazione dei pesi atomici e molecolari. Concetto di mole. Calcoli stechiometrici. Nomenclatura chimica. Il sistema periodico degli elementi. L'atomo secondo i modelli classici e quantomeccanici. Interpretazione elettronica del sistema periodico. Fenomeni legati all'emissione delle radiazioni luminose e dei raggi X. Legame ionico, covalente, metallico. Energia reticolare, energia di legame. Grado di ossidazione. Isotopia. Energia di legame dei nucleoni. Radioattività. Fenomeni di fissione e di fusione nucleare. Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. Calore specifico dei gas. Stato solido. Reticolo cristallino e cella elementare. Difetti reticolari. Soluzioni solide. Stato vetroso. "Composti" non stechiometrici. Stato liquido. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore delle soluzioni. Fenomeni crioscopici ed ebullioscopici. Pressione osmotica. Energia interna ed entalpia. Effetto termico delle reazioni. Entropia ed energia libera di reazione. Velocità di reazione. Catalisi. Legge dell'azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile. Regola delle fasi. Diagrammi di stato a uno e due componenti. Applicazione della legge delle fasi agli equilibri chimici eterogenei. Soluzioni di elettroliti. Elettrolisi. Costante di ionizzazione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. pH. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione. Cenni di corrosione.
- Chimica inorganica: Proprietà e metodi di preparazione industriale dei seguenti elementi e dei loro principali composti: idrogeno, ossigeno, sodio, rame, calcio, zinco, alluminio, carbonio, silicio, azoto, fosforo, cromo, uranio, zolfo, manganese, alogeni, ferro.
- Chimica organica: Cenni su idrocarburi saturi e insaturi. Fenomeni di polimerizzazione. Alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, eteri, esteri, ammine, nitrili. Benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni sono dedicate all'ampliamento di alcuni argomenti oggetto di lezione, ad esperienze di laboratorio e a calcoli relativi agli argomenti di chimica generale.

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino, 1978.

C. Brisi, *Esercizi di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino, 1979.

P. Silvestroni, *Fondamenti di chimica*, Veschi, Roma, 1984.

M.J. Sienko, R.Q. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova, 1968.

J.L. Rosenberg, *Chimica generale*, Collana Schaum: Teoria e applicazioni, ETAS Libri, Milano, 1974.

L1440 DISPOSITIVI ELETTRONICI

Prof. Carlo NALDI (1° corso)
Prof. Ivo MONTROSSET (2° corso)

Dip. di Elettronica

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	100	—	—
	Settimanale	8	—	—

Il corso è l'insegnamento fondamentale per l'orientamento rivolto verso i componenti e le tecnologie elettroniche.

Dopo un richiamo dei concetti fondamentali della fisica dei solidi, si ricavano a partire da questi le principali caratteristiche dei materiali dei semiconduttori. Successivamente vengono descritti i fondamentali dispositivi a semiconduttore dei sistemi elettronici. Vengono fornite nozioni di base sulla tecnologia dei circuiti integrati.

PROGRAMMA

- Cenni di fisica dei solidi. Equazione di Schrödinger. Barriera di potenziale: effetto tunnel. Struttura cristallina, legami covalenti. Semiconduttori IV e III-V gruppo. Energia potenziale in un cristallo.

- Fenomeni di trasporto. Teoria delle bande di energia nei cristalli. Fenomeni di generazione e ricombinazione. Meccanismo della conduzione, concetti di massa efficace e di fonone. Mobilità. Funzione distribuzione degli elettroni, densità degli stati, funzione di Fermi-Dirac. Resistori reali. Tecnologia del film sottile e del film spesso, circuiti ibridi. Effetto termoelettronico ed effetto Schottky. Caratteristiche funzionali dei tubi a vuoto.

- Teoria elementare dei semiconduttori. Semiconduttore intrinseco e semiconduttori drogati. Concentrazioni dei portatori e legge dell'azione di massa. Fenomeno di diffusione. Equazione di continuità.

- Tecnologia dei circuiti integrati. Circuiti integrati ibridi: substrati, componenti passivi. Tecnologia planare: fasi del processo. Crescita del monocristallo (metodo Czochralski). Ossidazione, litografia ottica, attacco chimico e *electron-beam lithography*. Impiantazione ionica: diffusione e solubilità dei droganti. Processi CVD: crescita epitassiale, deposizione di polisilicio e di ossidi. Cenni sulla tecnologia dell'arseniuro di gallio. Interconnessioni metalliche, elettromigrazione, packaging e testing. Resistori integrati.

- Giunzione metallo semiconduttore. Barriera di Schottky. Capacità differenziale. Tecnica di misura C(V) dei profili di drogaggio. Diodo Schottky e contatti metallici.

- Giunzione p-n. Giunzione all'equilibrio. Capacità di transizione. Correnti nel diodo (*basso livello di iniezione*). Diodo reale: effetto della temperatura. Tecnologia dei diodi integrati: isole, defocalizzazione della corrente, strato sepolto. Comportamento dinamico del diodo e modello a controllo di carica. Fenomeni di rottura: effetto Zener, effetto valanga. Diodi Zener e diodi tunnel.

- Transistore a effetto di campo a giunzione.

- Transistore bipolare. Effetto transistore. Portatori minoritari nella base, correnti e parametri amplificazione. Regioni di funzionamento. Modelli di Ebers Moll e di Gummel Poon. Effetto Early. Tempi di commutazione, modello a controllo di carica, transistore Schottky. Effetto della resistenza distribuita di base. *Breakdown* a valanga e perforazione diretta.

- Tecnologia dei transistori integrati. Transistori discreti e transistore planare npn. Componenti per applicazioni analogiche e digitali. Isolamento a ossido. Transistore parassita, transistore pnp. Modello di processo.

- MOSFET. Diodo MIS: banda piatta e fenomeno dell'inversione di popolazione. MIS non ideale, concetto di tensione di soglia. Modelli analitici dei MOS. MOS ad arricchimento e a svuotamento. Tecniche per il controllo della tensione di soglia. Tecnologia *metal gate* e *silicon gate* (NMOS). FET di potenza: VMOS, HEXFET.

- Tecnologia VLSI. Ciclo di progetto dei circuiti integrati: livelli di astrazione. Metodologie di progetto VLSI: *full custom, standard cell, gate array*. Tecniche di scalamento e limiti di integrazione. Interfaccia progettista-fabbrica: regole di progetto. Invertitori.
- Cenni sull'affidabilità dei componenti.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Verranno svolte esercitazioni numeriche sui modelli dei componenti e dimostrazioni al LAIB di uso di SPICE per modelli di ampi segnali per caratteristiche statiche.

PRECEDENZE

Fisica II

Elettrotecnica

TESTI CONSIGLIATI

J. Millmam, C.C. Halkias, *Integrated Electronics*. McGraw Hill Kogakusha, Tokyo, 1972.

R.S. Muller, T.I. Kamins, *Device electronics for integrated circuits*, seconda edizione, J. Wiley & Sons, New York. 1986.

Tabelle e grafici dei materiali e componenti per l'elettronica, a cura di C. Naldi, CELID, Torino, 1987.

L1710 ELETTRONICA APPLICATA

Prof. Vincenzo POZZOLO (1° corso) Dip. di Elettronica
 Prof. Franco MADDALENO (2° corso)

III ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	56	44	12
	Settimanale (ore)	4	4	—

Il corso di Elettronica Applicata si prefigge di ampliare la formazione dello studente per quanto riguarda l'Elettronica circuitale, sia nel campo analogico che logico. Viene posta particolare enfasi alla parte di metodologia di progetto di circuiti, evidenziando le varie fasi che permettono di passare dalle specifiche di un circuito alla sua realizzazione reale. Sono previste verifiche sia su calcolatore (PSPICE) che in laboratorio. Per una proficua frequenza gli studenti devono aver seguito con impegno i corsi di Teoria dei Circuiti Elettronici, Dispositivi Elettronici ed Elettrotecnica.

PROGRAMMA

Circuiti analogici. Amplificatori operazionali non ideali (offset, derive, slew-rate, dinamica). Circuiti elementari di amplificatori (specchi di corrente, differenziale, riferimenti di tensione). Tecniche di realizzazione di amplificatori operazionali bipolari e MOS. Circuiti speciali con operazionali. Uso dell'operazione fuori linearità. Generatori di forme d'onda non sinusoidali. Dispositivi attivi ed amplificatori di potenza SOA, resistenza termiche e dissipatori. Alimentatori lineari e a commutazione.

Circuiti digitali. Definizione di porta logica e parametri caratteristiche (livelli, soglie, transcaratteristica, ritardi, caratteristiche di ingresso e di uscita, prodotto velocità-potenza, immunità ai disturbi). Circuiti elementari di porte logiche (bipolari saturate e non, NMOS, CMOS, GaAs). Circuiti combinatori complessi. Flip-Flop e circuiti di memoria. Organizzazione di sistemi digitali complessi. Cenni a metodologie di progetto di circuiti integrati dedicati.

Elettronica di interfaccia. Circuiti di acquisizione dati. Condizionamento di segnale, multiplexer, Sample and Hold. Convertitori A/D e D/A.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula riguardano il progetto completo di semplici circuiti, mettendo in evidenza le varie scelte che il progettista deve compiere per tener conto ad esempio di limitazioni imposte dai componenti e per il soddisfacimento di specifiche contrastanti. I circuiti progettati potranno essere simulati al calcolatore, e montati in laboratorio per verificarne il funzionamento reale.

PRECEDENZE

Teoria dei circuiti elettronici.

TESTI

C.J. Savant, M.S. Roden, G. Carpenter, *Electronic design - circuits and systems*, Benjamin/Cummings Publishing Co., Redwood City, 1991.

S. Franco, *Design with operational amplifiers and analog integrated circuits*, Mc Graw Hill, New York, 1988.

V. Pozzolo, *Caratteristiche di componenti elettronici*, Celid, Torino.

Indicazioni bibliografiche di testi di consultazione verranno fornite durante il corso.

L1790 ELETTROTECNICA

Prof. Vito DANIELE (1° corso)
 Prof. Flavio CANAVERO (2° corso)

Dip. di Elettronica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale	72	48	—
Settimanale (ore)	6	4	—

L'Elettrotecnica è la scienza che studia e progetta i dispositivi elettromagnetici e le loro connessioni, nell'ipotesi di poter trascurare gli effetti propagativi. E' molto diffuso e conveniente l'approccio di descrivere il funzionamento dei dispositivi elettromagnetici attraverso una relazione costitutiva di tipo macroscopico. Ciò conduce alla Teoria dei Circuiti che costituisce una parte essenziale dell'Elettrotecnica. Tuttavia, i principi generali di elettromagnetismo rappresentano anche una parte integrante dell'Elettrotecnica e rivestono un'importanza culturale determinante.

PROGRAMMA

- Introduzione: Richiami sui campi elettromagnetici e sulle definizioni di tensione, corrente e potenza. Il concetto di circuito a parametri concentrati. Le leggi di Kirchhoff per le tensioni e correnti.
- Reti lineari elementari: Modelli di resistore lineare e di generatori ideali. Connessioni di resistori. Principi di sostituzione e di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Millmann, Thevenin, Norton.
- Reti generali costituite di elementi senza memoria ed in regime qualsiasi: Metodo dei nodi e delle maglie. Circuiti con diodi. Circuiti con generatori dipendenti. Matrice di resistenza e di conduttanza di doppi bipoli lineari contenenti elementi resistivi. Circuiti con trasformatore e giratore ideali.
- Reti in regime sinusoidale permanente: Modelli lineari di condensatore ed induttore. Definizione di fasore, di impedenza e di ammettenza. Analisi fasoriale dei circuiti: estensione dei teoremi e dei metodi introdotti per le reti senza memoria. Potenza in regime sinusoidale. Circuiti risonanti.
- Sistemi trifase: Terna dei generatori, circuito monofase equivalente, potenza e rifasamento.
- Calcolo di parametri di rete: Calcolo di resistori, induttori, capacità, circuiti magnetici e mutue induttanze.
- Analisi delle reti nel dominio del tempo: Variabili di stato. Equazioni di stato della rete e soluzione. Casi particolari per reti del primo e secondo ordine.
- Doppi bipoli: Caratterizzazione con matrici delle impedenze, ammettenze, ibrida e di trasmissione, Connessione di doppi bipoli.
- Complementi sulle reti elettriche: Metodi topologici. Equazioni di stato per reti degeneri.
- Campi elettromagnetici in regime quasi stazionario: Equazioni di Maxwell e di continuità. Teorema di Poynting. Definizioni in termini energetici di resistenza, induttanza e capacità. Circuito equivalente del trasformatore reale. Elettromagnetismo per mezzi in movimento.
- Principi di funzionamento delle macchine elettriche rotanti: Alternatore e motore sincrono. Generatore e motore asincrono. Generatore e motore asincrono. Dinamo e motore in corrente continua.

ESERCITAZIONI

Si svolgono in aula ed hanno lo scopo principale di portare gli studenti ad un grado di abilità e prontezza dell'analisi dei circuiti elettrici, quale-richiasta dagli insegnamenti successivi.

PRECEDENZE

Geometria, Fisica I.

TESTI CONSIGLIATI

C.A. Desoer, E.S. Kuh, *Basic circuit theory*, McGraw Hill, New York, 1969, oppure l'edizione italiana: *Fondamenti di teoria dei circuiti*, Angeli, Milano, 1981.

L.O. Chua, C.A. Desoer, E.S. Kuh, *Linear and nonlinear circuits*, McGraw Hill, New York, 1987.

B. Peikari, *Fundamentals of network analysis and synthesis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974.

W.F. Hughes, F.J. Young, *The electromagnetodynamics of fluids*, J. Wiley & Sons, New York, 1966.

K. Kupfmuller, *Fondamenti di elettrotecnica*, UTET, Torino, 1968.

S.A. Nasar, L.E. Unnewehr, *Electromechanics and electric machines*, J. Wiley & Sons, New York, 1979.

A. Laurentini, A.R. Meo, *Esercizi di elettrotecnica*, Levrotto & Bella, Torino 1975.

M. Biey, *Esercitazioni di Elettrotecnica*, CLUT, Torino, 1988.

L1901 FISICA I

Prof. Ottavia FILISETTI BORELLO (1° corso) Dip. di Fisica
 Prof. Giovanni BARBERO (2° corso)
 Prof. Alfredo STRIGAZZI (3° corso)

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez. Es. Lab.

75 25 a turni

— — di 1/8
di corso

Il corso si propone di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione della meccanica del punto e dei sistemi, con particolare riguardo al corpo rigido e ai fluidi, dell'ottica geometrica in sistemi ottici centrati, della fisica matematica del campo gravitazionale e coulombiano, dell'elettrostatica nel vuoto.

PROGRAMMA

- Metrologia: Misurazione e incertezza. Sistemi di unità di misura. Analisi dimensionale. Metodo dei minimi quadrati.
- Cinematica del punto: Moto rettilineo e curvilineo. Moto relativo (classico e relativistico) e covarianza delle leggi fisiche. Riferimenti inerziali e non inerziali.
- Dinamica del punto: Tre principi di Newton. Forze d'inerzia (pseudo-forze). Interazioni: gravitazionale, elettrostatica, elastica. Vincoli e attrito radente (statico e dinamico). Attrito del mezzo (viscoso e idraulico). Lavoro, potenza, teorema del lavoro-energia cinetica.
- Statica del punto.
- Campi conservativi: Gradiente, potenziale, energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Teorema e legge di Gauss. Campo gravitazionale e coulombiano. Equazione di Poisson.
- Oscillazioni: armonica semplice, smorzata, forzata. Risonanza. Oscillatore anarmonico.
- Dinamica dei sistemi: Centro di massa. I equazione cardinale, conservazione della quantità di moto. II equazione cardinale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido. Assi principali d'inerzia. Giroscopio.
- Statica dei sistemi.
- Meccanica dei fluidi: Legge di Stevino. Legge di Archimede. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli. Tensione superficiale.
- Onde elastiche.
- Ottica geometrica.
- Elettrostatica nel vuoto: Potenziale di una carica e di un dipolo. Conduttori in equilibrio. Cariche in moto in un campo elettrostatico.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esercitazioni in aula: Esercizi applicativi sul programma del corso.

Esercitazioni in laboratorio (computer on line):

- Misurazione di spostamenti e velocità in caduta libera, e dell'accelerazione di gravità.
- Misurazione del periodo del pendolo semplice in funzione della lunghezza e dell'elongazione.
- Misure di indici di rifrazione col metodo dell'angolo di deviazione minima.

TESTI CONSIGLIATI *

C. Menuccini, V. Silvestrini, *Fisica*, volumi 1 e 2, Liguori, Napoli, 1987.

R. Resnick, D. Halliday, *Fisica*, volumi 1 e 2, Ambrosiana, Milano, 1982.

- R.A. Serway, *Fisica per scienze e ingegneria*, SES, Napoli, 1987.
- A.C. Melissos, F. Lobkowitz, *Fisica per scienze e ingegneria*, volumi 1 e 2, Piccin, Padova, 1978.
- D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, volumi 1 e 2, Zanichelli, Bologna, 1984.
- P.A. Tipler, *Fisica*, Zanichelli, Bologna, 1980.
- J.P. Hurley, C. Garrod, *Principi di fisica*, Zanichelli, Bologna, 1982.
- S. Rosati, *Fisica generale*, volumi 1 e 2, Ambrosiana, Milano, 1978.
- M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica per l'università*, volumi 1 e 2, Masson, Milano, 1982.
- C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, *La fisica di Berkeley*, volumi 1, Zanichelli, Bologna, 1970.
- E.M. Purcell, *La fisica di Berkeley*, volume 2, 1 parte, Zanichelli, Bologna, 1971.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynman*, Addison Wesley, Londra 1969.
- G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, *Appunti di fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1977.
- B. Minetti, A. Pasquarelli, *Esercizi di fisica I*, Levrotto & Bella, Torino, 1971.
- G. A. Saladin, *Problemi di fisica I*, Ambrosiana, Milano, 1986.
- S. Rosati, R. Casali, *Problemi di fisica generale*, Ambrosiana, Milano, 1983.
- J.R. Taylor, *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna, 1986.
- R. Resnick, *Introduzione alla relatività ristretta*, CEA, Milano, 1969.
- A. Tartaglia, *Elettromagnetismo e ottica*, Levrotto & Bella, Torino, 1986

L1902 FISICA II

Prof. Bruno MINETTI (1° corso)
 Prof. Marco OMINI (2° corso)

Dip. di Fisica

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

75

—

Es.

25

—

Lab.

a turni

di 1/4

di corso

La prima parte del corso si propone di fornire agli studenti gli elementi di base necessari per la comprensione dell'elettromagnetismo nel vuoto e nella materia, della teoria delle onde elettromagnetiche e dell'ottica ondulatoria. La seconda parte è dedicata alla termodinamica classica e statistica, previa introduzione di alcuni principi fondamentali di fisica quantistica.

PROGRAMMA

- Polarizzazione elettrica: Dielettrici
- Classificazione dei conduttori elettrici: Proprietà di trasporto nei conduttori. Legge di Ohm. Effetti termoelettrici. Leggi di Kirchhoff e cenni ai circuiti RC.
- Magnetismo: Principio di Ampere. Circuitazione del campo magnetico. Formule di Laplace.
- Interazione magnetica: Forze tra correnti. Moto di particelle in campo magnetico. Forza di Lorentz e moto ciclotronico.
- Descrizione empirica del magnetismo: Isteresi magnetica. Elettromagneti. Circuiti magnetici.
- Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo: Legge dell'induzione elettromagnetica. Induttanze e cenni ai circuiti RLC. Equazioni di Maxwell.
- Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia: Riflessione e rifrazione. Concetto di fotone.
- Ottica ondulatoria: Interferenza. Diffrazione. Potere risolvente di uno strumento ottico. Polarizzazione della luce nei cristalli. Prisma di Nicol e lamina a quarto d'onda.
- Termodinamica: Termodinamica classica. Temperatura e calore. I Principio, II Principio e Entropia. Elementi di statistica. Distribuzioni di Boltzmann, Maxwell, Bose-Einstein. Corpo nero, Legge di Stefan-Boltzmann.
- Discussione microscopica di dia-, para-, ferro-, antiferro-, e ferri-magnetismo.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni in aula: Esercizi applicativi sul programma in corso.

Esercitazioni di laboratorio: Implicano l'uso di strumenti elettrici, misure di indici di rifrazione col metodo dell'angolo di deviazione minima, determinazione di lunghezze d'onda col reticolo di diffrazione, misure di diffusività termiche nei solidi.

PRECEDENZE

Fisica I

TESTI CONSIGLIATI*

M. Alonso, E.J. Finn, *Elementi di fisica per l'università*, volumi 1 e 2, Masson, Milano, 1982.

D.E. Roller, R. Blum, *Fisica*, Parti I e II, Zanichelli, Bologna, 1984.

G. Boato, *Termodinamica*, Ambrosiana, Milano, 1987.

M.W. Zemansky, M.M. Abbot, H.C. Van Ness, *Calore e termodinamica per ingegneri*, Zanichelli, Bologna, 1979.

E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella, *Fisica generale: elettromagnetismo, relatività, ottica*, Zanichelli, Bologna, 1991.

(*) Per quanto riguarda il testo da adottare, gli studenti seguono le indicazioni del docente

L2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. Elio PICCOLO (1° corso)
 Prof. Giorgio BRUNO (2° corso)
 Prof. Piero DEMICHELIS (3° corso)

Dip. di Automatica e Informatica

I ANNO
 2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	—
Settimanale (ore)	6	2	2

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti dell'informatica, sotto l'aspetto sia hardware sia software. Particolare importanza viene data ai principi della programmazione mediante l'uso di linguaggi evoluti quali il Pascal ed il Fortran 77. Vengono inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura di una elaboratore e sulla rappresentazione dell'informazione al suo interno.

PROGRAMMA

- Sistemi di numerazione: rappresentazione in modulo e segno, complemento a 1, complemento a 2; le operazioni algebriche fondamentali nelle varie rappresentazioni.
- La codifica dell'informazione.
- Algebra booleana: teoremi fondamentali e principi di minimizzazione delle espressioni.
- L'architettura di un sistema di elaborazione: distinzione tra *hardware* e *software*; architettura hardware: unità centrale di elaborazione (*CPU*), memoria centrale, memoria di massa, unità di Ingresso/Uscita; struttura a bus; principi base di funzionamento; le varie fasi dell'esecuzione di una istruzione.
- Il Software: classificazioni; varie fasi dello sviluppo di un programma; principali componenti software di un sistema di elaborazione.
- Linguaggi di programmazione: classificazioni; caratteristiche del linguaggio macchina, dell'Assembler e dei linguaggi evoluti.
- Il Sistema Operativo: concetti introduttivi; classificazioni; caratteristiche principali del Sistema Operativo MS-DOS.
- Programmazione: i principi della programmazione strutturata; le tecniche di programmazione; il linguaggio *Pascal*; il linguaggio *Fortran*.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni di programmazione in PASCAL e FORTRAN 77 in aula e su Personal Computer.

TESTI CONSIGLIATI

- P. Demichelis, E. Piccolo, *Infomatica di base - Fortran 77 e Pascal*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.
- M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, *Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione*, UTET, Torino, 1988.
- K. Jensen, N. Wirth, *Pascal user manual and report - ISO Pascal Standard*, terza edizione, Springer, New York, 1985.
- E. Piccolo, E. Macii, *Fondamenti di Informatica: Temi ed esercizi svolti*, Levrotto e Bella, Torino, 1990.
- P. Prinetto, *Fondamenti di Informatica*, CUSL, Torino, 1990.

L2300 GEOMETRIA

Prof. Nadia CHIARLI (1° corso)
 Prof. Silvio GRECO (2° corso)
 Prof. Caterina CUMINO (3° corso)

Dip. di Matematica

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	—
Settimanale (ore)	6	4	—

Sono raccomandate esercitazioni al laboratorio informatico di base

Il corso si propone di fornire alcuni strumenti algebrici e geometrici di base, in stretto collegamento con le loro applicazioni alla Fisica e all'Ingegneria. Il corso comprende lezioni ed esercitazioni settimanali.

PROGRAMMA

- Calcolo vettoriale.
- Geometria analitica del piano. Coniche e altri luoghi.
- Coordinate polari e numeri complessi.
- Geometria dello spazio.
- Rappresentazione e studio delle curve.
- Superfici e loro rappresentazioni.
- Cambiamenti di coordinate. Coordinate cilindriche e sferiche.
- Spazi vettoriali.
- Calcolo matriciale.
- Sistemi lineari.
- Autovalori e autovettori.
- Spazi euclidei.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni sono intese ad illustrare gli argomenti del corso, mediante esempi ed esercizi.

PRECEDENZE

Analisi Matematica I

TESTI CONSIGLIATI

S. Greco, P. Valabrega, *Lezioni di matematica per allievi ingegneri*, 2 volumi, Levrotto & Bella, Torino, 1983.

G. Beccari ed al., *Esercizi di Geometria*, CELID, Torino, 1985.

A. Sanini, *Esercizi di geometria per allievi ingegneri*, Levrotto & Bella, Torino, 1984.

S. Greco, P. Valabrega, *Esercizi risolti di algebra lineare, geometria analitica differenziale*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.

L3214 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Vittorio MARCHIS (1° corso)
Prof. Vittorio MARCHIS (2° corso)

Dip. di Meccanica

II ANNO
1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	30	10	10
Settimanale (ore)	—	—	—

Scopo del corso è quello di fornire gli elementi necessari alla comprensione dei fenomeni meccanici fondamentali ed alla modellazione funzionale dei sistemi meccanici, nella loro essenzialità.

Anche le considerazioni teoriche di base debbono trovare un riscontro applicativo nella loro applicazione e sempre fare riferimento a sistemi reali e di immediata identificazione.

PROGRAMMA

- I sistemi meccanici: Introduzione. Definizioni.
- Le leggi del moto (cinematica): Velocità e accelerazioni. Moti elementari. Moti complessi. Correlazioni cinematiche nei sistemi rigidi.
- Le forze nei sistemi meccanici (statica): Equilibrio ed equivalenza di forze. Momento di una forza.
- La causalità nei sistemi meccanici (dinamica): Forze ed accelerazioni. Gli stati di un sistema meccanico. Il comportamento dinamico dei sistemi meccanici. L'impulso di una forza. La quantità di moto.
- Considerazioni energetiche sui sistemi meccanici: Lavoro ed energia. I fenomeni dissipativi. Equilibrio ed energia nei sistemi meccanici. I fenomeni di urto.
- Sistemi meccanici a massa distribuita: Baricentri e momenti statici e inerzia. La dinamica dei sistemi rigidi a massa distribuita.
- I sistemi meccanici elementari: Meccanismi e catene cinematiche. L'integrazione dei sistemi meccanici. Cenni sulla congruenza degli spostamenti nei sistemi meccanici. La simulazione dei sistemi meccanici. I fenomeni non lineari (cenni).

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di esercizi "classici" di meccanica e nella formulazione di modelli. Le esercitazioni in laboratorio (LAIB) consistono nella sperimentazione e simulazione di modelli numerici di sistemi meccanici.

PRECEDENZE

Fisica I

TESTI CONSIGLIATI

G. Jacazio, B. Piombo, *Esercizi di meccanica applicata*, Levrotto & Bella, Torino, 1983.
Sistemi meccanici: appunti dalle lezioni del corso, a cura di M. Cavalotto e F. Vinardi, CLUT, Torino 1990.

L5011 SISTEMI INFORMATIVI I

Prof. Giorgio BRUNO (1° corso)
 Prof. Aldo LAURENTINI (2° corso)

Dip. di Automatica e Informatica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	—
Settimanale (ore)	6	2	2

Il corso si prefigge di illustrare le metodologie avanzate di programmazione (con particolare riferimento alle strutture dati, agli algoritmi, alle grammatiche ed ai linguaggi C, ADA e Simula) e di ingegneria del software.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni ed attività in laboratorio su Personal Computer ed elaboratori della classe VAX.

PROGRAMMA*Programmazione.*

- Ricorsività e subricorsività.
- Strutture dati complesse (code, pile, alberi, grafi, ecc.).
- Analisi e valutazione della complessità degli algoritmi.
- Algoritmi di ricerca ed ordinamento su strutture dai allocate sia in memoria centrale sia su file.
- Linguaggio di programmazione: C, ADA, Simula.

*Teoria dei linguaggi formali e grammatiche ad attributi.**Introduzione. Ciclo di vita del software.*

- Programmazione ad oggetti.
- Analisi e progetto ad oggetti.
- Sviluppo operativo del software.
- Panoramica sul CASE.

ESERCITAZIONI

Realizzazione degli algoritmi esaminati nei linguaggi C e ADA.

Esercitazioni su elaboratori del tipo Personal Computer o minielaboratori della classe VAX.

PRECEDENZE

Fondamenti di Informatica.

L5770 TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI

Prof. Claudio BECCARI (1° corso)

Dip. di Elettronica

Prof. Pierluigi CIVERA (2° corso)

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

—

—

—

Settimanale (ore)

4

4

—

Questo corso si propone come interfaccia fra i corsi di Elettrotecnica e di Dispositivi Elettronici da una parte e il corso di Elettronica Applicata dall'altra.

Esso inizia con il passaggio logico dal modello fisico dei componenti a quello elettrico per piccoli o per grandi segnali; forniti alcuni cenni sui problemi connessi con il comportamento non lineare dei circuiti in presenza di grandi segnali, il resto del corso si dedica all'analisi ed al progetto di circuiti elettronici attivi destinati all'elaborazione del piccolo segnale. Viene data adeguata importanza ai mezzi di analisi e progetto assistiti da calcolatore, curando che gli studenti ne acquisiscano anche un'esperienza pratica, esercitandosi con programmi quali, ad esempio, SPICE.

PROGRAMMA

Richiami sui componenti elettronici (diodi, transistori a giunzione, ad effetto di campo, ...) per quel che concerne le caratteristiche tensione-corrente alle porte.

Polarizzazione e modelli per piccoli segnali; circuiti equivalenti, limiti di validità dei modelli; idealizzazione dei modelli fino all'amplificatore operazionale.

Circuiti elementari contenenti dispositivi attivi; le tre configurazioni principali: emettitore/source comune, base/gate comune, collettore/drain comune; loro caratteristiche. Parametri degli amplificatori: R_i , R_o , guadagno, larghezza di banda.

Primi semplici applicazioni dell'OA: amplificatore invertente, non invertente e voltage follower, sommatore, integratore, derivatore; i quattro tipi di amplificatore.

Metodi di analisi dei circuiti contenenti generatori comandati e amplificatori operazionali; metodi specifici e metodi generali. Analisi assistita da elaboratore; metodo dello *sparse tableau*. Descrizione delle caratteristiche di programmi di analisi quali lo SPICE e/o equivalenti.

Funzioni di rete: immettenze e funzioni di trasferimento. Caratteristiche generali delle funzioni di rete; vincoli imposti dalla stabilità e/o passività; zeri e poli, vari criteri di stabilità. Sintesi elementare di bipoli LC e RC.

Reazione: stabilità dei circuiti con controeazione; influenza della controeazione delle caratteristiche degli amplificatori (guadagno, larghezza di banda, impedenze d'entrata e d'uscita). Analisi della stabilità dei circuiti con reazione: diagrammi di Nyquist, di Bode, luogo delle radici. Cenni agli oscillatori (sinusoidali) ed alla loro stabilità in ampiezza e in frequenza. Elaborazione del segnale analogico; filtri ideali nel dominio della frequenza o nel dominio del tempo. Approssimazione delle caratteristiche filtranti: Butterworth, Chebyshev, Bessel; trasformazioni di frequenza; cataloghi dei filtri precalcolati.

Filtri RC attivi realizzati mediante celle di secondo (e di terzo) ordine in cascata. Sensibilità dei circuiti.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni in aula e possibilmente a calcolatore. Le esercitazioni in aula hanno lo scopo principale di portare gli studenti ad un grado di abilità nell'analisi dei circuiti.

Le esercitazioni a calcolatore, qualora sia possibile effettuarla, servono a fornire un grado di abilità all'uso ed alla interpretazione delle simulazioni circuitali.

PRECEDENZE

Elettrotecnica.

TESTI CONSIGLIATI

M. Biey, *Circuiti RC attivi - teoria e progetto*, Clut, Torino, 1991.

C. Beccari, *Sintesi dei circuiti passivi*, Clut, Torino, 1988.

S. Franco, *Design with operational amplifiers and analog integrated circuits*, Mc Graw Hill, New York, 1988.

L.J. Savant, M.S. Roden, G.L. Carpenter, *Electronic design - circuits and systems*, Benjamin/Cumming, Redwood City, 1991.

V. Pozzolo, *Caratteristiche dei componenti elettronici*, Celid, Torino, 1982.

L5800 TEORIA DEI SEGNALI

Prof. Letizia LO PRESTI

Dip. di Elettronica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

Annuale (ore)

70

50

—

Settimanale (ore)

—

—

—

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali, sia di tipo determinato sia di tipo aleatorio, nonché i principi delle tecniche di trattamento ed elaborazione dei segnali utilizzate negli insegnamenti successivi.

È illustrata la teoria della trasformata Z per lo studio dei segnali numerici.

PROGRAMMA

Teoria dei segnali determinati a tempo continuo: la rappresentazione geometrica dei segnali. Analisi tempo-frequenza: a) segnali ad energia finita (spettro di ampiezza e di energia e funzione di autocorrelazione); b) segnali periodici (spettro a righe); c) segnali a potenza media finita (spettro di potenza e funzione di autocorrelazione).

Sistemi lineari a tempo continuo: risposta all'impulso, funzione di trasferimento, relazioni ingresso-uscita nel dominio del tempo e della frequenza, condizioni di fisica realizzabilità e stabilità. Modulazione e demodulazione di ampiezza, come proprietà della trasformata di Fourier.

Valutazione numerica della trasformata di Fourier (teoria della DFT e FFT).

Teoria dei segnali determinati a tempo discreto: la trasformata Z, la trasformata di Fourier e la trasformata discreta di Fourier.

Sistemi lineari a tempo discreto: risposta all'impulso, funzione di trasferimento, convoluzione lineare e convoluzione circolare, cenni sui filtri numerici (FIR e IIR).

Segnali analogici campionati: il teorema del campionamento, il filtro anti-aliasing, approssimazioni realizzabili del processo di campionamento e ricostruzione.

Introduzione alla teoria della simulazione: il teorema della simulazione, la trasformata bilineare.

Introduzione ai processi casuali: definizioni, statistica del primo e del secondo ordine (media, autocorrelazione e densità di probabilità).

Processi stazionari e ciclostazionari e stazionarizzazione dei processi ciclostazionari.

Classi di processi casuali: processi di Poisson, di Wiener e Gaussiani.

Introduzione ai processi di Markov.

Trasformazione di processi casuali: integrazione, derivazione, trasformazioni lineari e invarianti. Teoria dell'ergodicità.

Analisi spettrale e stima spettrale mediante tecniche numeriche (periodogramma e metodo di Welch). Il rumore bianco e il rumore filtrato. Lo spettro di un processo modulato in ampiezza.

Il problema della trasmissione di dati: a) il segnale e le sue caratteristiche spettrali; b) la distorsione del segnale (interferenza intersimbolica, criteri di Nyquist, diagramma ad occhio, equalizzazione col criterio dello «zero forcing»); c) gli effetti del rumore additivo (ricevitore ottimo e calcolo della probabilità di errore).

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni si propongono di mettere gli allievi in grado di risolvere i tipi di problemi fondamentali per i corsi successivi degli indirizzi riguardanti le telecomunicazioni. Viene usato il LAIB per la messa a punto di programmi Fortran, riguardanti le tecniche numeriche descritte a lezione.

PRECEDENZE

Gli allievi devono avere una preparazione matematica adeguata, comprendente in particolare le funzioni di variabile complessa, la teoria dell'integrazione multipla, nozioni elementari di teoria delle distribuzioni, trasformate di Laplace e di Fourier e cenni su alcune funzioni speciali. Si suppone inoltre che gli allievi abbiano acquisito una approfondita conoscenza della teoria delle probabilità e della teoria delle variabili casuali. Per le esercitazioni di laboratorio è necessario saper programmare in Fortran.

TESTI CONSIGLIATI

L. Lo Presti, F. Neri, *L'analisi dei segnali*, Clut, 1991.

A. Papoulis, *Probabilities, random variables and stochastic processes*, Mc Graw Hill, 1984.

W. Gardner, *Introduction to random processes with applications to signals and systems*, Mc Graw Hill, 1989.

L5811 TEORIA DEI SISTEMI (CONTINUU)

Prof. Mario MILANESE

Dip. di Automatica e Informatica

III ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	—	—	—
Settimanale (ore)	6	2	2

Le finalità del corso sono: impostare l'analisi dei sistemi dinamici continui e discreti con particolare attenzione verso gli aspetti di struttura, quali: l'analisi della stabilità in piccolo ed in grande, la controllabilità e l'osservabilità, il problema del regolatore con stima asintotica dello stato, il problema della realizzazione di sistemi ad un ingresso ed una uscita. L'identificabilità a priori dei parametri. Vengono inoltre fornite alcune nozioni di base sulle catene di Markov finite.

Il corso si articola in lezioni, esercitazioni teoriche e laboratori al calcolatore dove vengono sviluppati dallo studente esempi applicativi.

Nozioni propedeutiche: Analisi, Meccanica razionale, Complementi di matematica, Geometria.

PROGRAMMA

Il corso inizia con la presentazione di esempi che introducono le problematiche sviluppate. Si trattano poi in successione: definizione teorica di sistema, sistema continuo e discreto, variante ed invariante nel tempo, nonlineare e lineare; rappresentazione con equazioni differenziali e alle differenze, rappresentazione di Lagrange per sistemi lineari; stabilità secondo Lyapunov, linearizzazione, autovalori ed autovettori, stabilità in grande, regione di stabilità asintotica, criterio di Lasalle; controllabilità, matrice di controllabilità, forma canonica di Kalman, sottospazio di controllabilità, legge del controllo $u(t) = k y(t)$, posizionamento dei poli per i sistemi con ingresso e uscita, stabilizzabilità; osservabilità e matrice di osservabilità, sistemi duali, osservatore asintotico degli stati; regolatore, funzione di trasferimento, zeri, poli, guadagno, algebra dei blocchi; realizzazione minima di una funzione di trasferimento razionale fratta, forme canoniche. Algebra lineare, matrici, vettori, distanze, norme, prodotti scalari, sottospazi, dimensioni, basi, rango di una trasformazione lineare, spazio nullo, trasformazione inversa e pseudoinversa e loro rappresentazioni, proiezioni. Discretizzazione di sistemi continui, campionamento, aliasing, calcolo dell'esponenziale di matrice. Identificabilità dei parametri. Catene di Markov finite.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni consistono essenzialmente nello sviluppo alla lavagna di semplici esercizi applicativi della teoria e nella preparazione del materiale per gli esempi di sistemi le cui simulazioni verranno sviluppate nei laboratori al calcolatore.

TESTI CONSIGLIATI

S. Rinaldi, *Teoria dei sistemi*, Hoepli, Milano.

L5954 TERMODINAMICA APPLICATA

(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Carla LOMBARDI (1° corso)
Docente da nominare (2° corso)

Dip. di Energetica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

30

—

Es.

20

—

Lab.

10

—

Il corso intende riprendere la teoria della termodinamica sviluppata nel corso di Fisica II per vederne l'applicazione allo studio ed all'ottimizzazione delle principali macchine termiche. Vengono inoltre rivisti i fenomeni di trasporto del calore fornendo gli strumenti per la soluzione di problemi per lo scambio termico con particolare riferimento a quelli connessi con la distribuzione del calore entro componenti elettronici.

PROGRAMMA

- Richiami teorici: definizione delle grandezze termodinamiche caratterizzanti un sistema, trasformazioni reversibili ed irreversibili. I e II principio della termodinamica.
- Generalizzazione del I principio della termodinamica.
- Macchine termiche: rappresentazioni grafiche, cicli ideali e reali a gas, proprietà delle miscele liquido vapore, cicli ideali e reali a vapore.
- Conversione diretta dell'energia: fenomeni termoelettrici, celle a combustibile, dispositivi termoionici, generatori magnetoidrodinamici (cenni).
- Miscele di aria e di vapori d'acqua: diagramma di Mollier dell'aria umida e suo uso nel campo della climatizzazione.
- Analisi termodinamica dei processi: energia utilizzabile e lavoro ideale, lavoro perduto, energia, rendimento exergetico.
- Fenomeni di trasporto: legge della condizione termica, della convezione termica, della radiazione termica. Soluzioni di problemi di conduzione: soluzioni analitiche, modelli analogici, modelli numerici. Cenni di moto dei fluidi reali. Scambio termico per convezione naturale, convezione forzata. Proprietà radiative delle superfici. Scambio termico tra corpi neri e grigi. Reti resistive equivalenti.
- Esempi applicativi: corpi con generazione interna di calore, superfici alettate, scambiatori di calore.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Cicli termodinamici ideali e reali a gas ed a vapori. Progetto di un refrigeratore termoelettrico. Raffreddamento di una scheda elettronica. Calcolo di alette di raffreddamento. Le esercitazioni in laboratorio consisteranno in:

- Misure di umidità relativa.
- Misure di conducibilità termica.
- Misure di portata.
- Scambiatori di calore.

PRECEDENZE

Fisica II

TESTI CONSIGLIATI

C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica*, 2 volumi, Levrotto & Bella, Torino, 1974-76.
V. Marchis, M. Masoero, *Modelli di sistemi termodinamici*, Levrotto & Bella, Torino, 1984.

