

POLITECNICO DI TORINO
1^a FACOLTÀ DI INGEGNERIA



GUIDA AI CORSI DI LAUREA

ANNO ACCADEMICO 1992-93

ad uso degli studenti del 1°, 2°, 3° e 4° anno

VOL. III - SETTORE DELL'INFORMAZIONE

A CURA DEL C I D E M
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE DI DOCUMENTAZIONE E MUSEO

LA GUIDA É PREDISPOSTA SULLA BASE DEI TESTI FORNITI DAI CONSIGLI
DI CORSO DI LAUREA

<i>Corso di laurea</i>	<i>Presidente/Coordinatore</i>	<i>Referente nel gruppo di lavoro CIDEM</i>
INGEGNERIA CIVILE	Prof. C. CASTIGLIA	Prof. G. BARLA
INGEGNERIA EDILE	Prof. G.P. SCARZELLA	Prof. G. BARLA
INGEGNERIA AERONAUTICA	Prof. G. BUSSI	D.ssa V. BOAGLIO
INGEGNERIA CHIMICA	Prof. V. SPECCHIA	Prof. F. FERRERO
INGEGNERIA DEI MATERIALI	Prof. A. BURDESE	Prof. A. BURDESE
INGEGNERIA ELETTRICA	Prof. M. LAZZARI	Prof. F. PROFUMO
INGEGNERIA MECCANICA	Prof. G. BELFORTE	Prof. G. ROCCATI
INGEGNERIA NUCLEARE	Prof. B. PANELLA	Prof. P. RAVETTO
INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI	Prof. M. PENT	Prof. P.L. CIVERA
INGEGNERIA ELETTRONICA	Prof. C. NALDI	Prof. P.L. CIVERA
INGEGNERIA INFORMATICA	Prof. P. PRINETTO	Prof. P.L. CIVERA
INGEGNERIA GESTIONALE	Prof. S. ROSSETTO	Prof. S. ROSSETTO
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO	Prof. S. PELIZZA	Prof. E. OCCELLA

PROGETTO EDITORIALE GRAFICO DEL CIDEM
RIPRODUZIONE VIETATA

Fotocomposizione e stampa: Celid Editrice - Via Lodi 27 - Tel. 011/248.93.26

Libreria: C.so Duca degli Abruzzi 24 - Tel. 011/54.08.75

Luglio 1992

Segreteria di redazione:

Elena Dall'Armellina

Elda Porta

INDICE

Premessa	VII
Presentazione	IX
Corso di laurea in INGEGNERIA ELETTRONICA	1
Corso di laurea in INGEGNERIA INFORMATICA	81
Corso di laurea in INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI	153
Indice alfabetico dei docenti	207
Indice alfabetico degli insegnamenti	209

PREMESSA

A seguito del riordino, a livello nazionale, degli studi della Facoltà di Ingegneria, nell'a.a. 1992-93, i corsi del 1°, 2°, 3° e 4° anno risulteranno attivati in conformità al nuovo ordinamento didattico, mentre quelli del 5° anno continueranno a svolgersi secondo il vecchio Statuto.

Per questo motivo, anche per l'a.a. 1992/93 il CIDEM ha ritenuto opportuno, in analogia a quanto fatto lo scorso anno, predisporre per la 1^a Facoltà di Ingegneria del Politecnico, separatamente la Guida ad uso degli studenti del 1°, 2°, 3° e 4° anno, e l'aggiornamento della Guida precedente ad uso degli studenti del 5° anno.

Per quanto riguarda i corsi del nuovo ordinamento, sono da segnalare due novità nell'impostazione della Guida: la prima, dovuta al forte aumento dei testi da pubblicare, è la suddivisione della stessa in quattro volumi, corrispondenti ai raggruppamenti settoriali dei Corsi di laurea (v. "Presentazione", nelle pagine seguenti); la seconda è l'inserimento, tra i programmi illustrati, anche degli insegnamenti che si intende attivare nell'a.a. 93/94, la cui conoscenza è necessaria per la predisposizione dei piani di studio.

Tutto ciò ha comportato difficoltà non indifferenti e ha richiesto uno sforzo notevole da parte del CIDEM, oltre che, naturalmente, dei singoli CCL, e per questi in particolare da parte dei Presidenti e dei Referenti nel Gruppo di lavoro che ha curato la raccolta dei testi e il controllo delle bozze di stampa.

Pertanto, nel ringraziare tutti coloro che hanno collaborato alla realizzazione della Guida, desidero pregare tutti i lettori interessati, studenti e docenti, a voler scusare le inevitabili imperfezioni, segnalando alla redazione gli eventuali errori riscontrati, assieme ai sempre graditi suggerimenti intesi a migliorare le edizioni future .

V. Badino
Direttore CIDEM

PRESENTAZIONE

I Corsi di laurea in Ingegneria

Questa breve guida intende illustrare l'articolazione dei Corsi di laurea in Ingegneria, quale risulta (per l'anno accademico 1992/93) a seguito dell'approvazione del Nuovo Statuto della Facoltà¹

Nel 1992/93 sarà in vigore il nuovo ordinamento per i primi quattro anni di corso (ad eccezione del corso di laurea in Ingegneria dei Materiali, che attuerà i soli primi tre anni); sono attivati tredici Corsi di laurea (v. Tab. 1): undici di questi sono raggruppati per *settori*; gli altri due corsi di laurea, detti *intersettoriali*, non sono collocabili in nessun settore particolare, in quanto in vario modo li interessano tutti.

Tabella 1 - I Corsi di laurea attivati nell'a.a. 1992/93

<i>Settore Civile</i>	INGEGNERIA CIVILE INGEGNERIA EDILE
<i>Settore Industriale</i>	INGEGNERIA AERONAUTICA INGEGNERIA CHIMICA INGEGNERIA DEI MATERIALI INGEGNERIA ELETTRICA INGEGNERIA MECCANICA INGEGNERIA NUCLEARE
<i>Settore dell'Informazione</i>	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI INGEGNERIA ELETTRONICA INGEGNERIA INFORMATICA
<i>Corsi Intersettoriali</i>	INGEGNERIA GESTIONALE INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

I primi undici Corsi di laurea sono in parte continuazioni di Corsi di laurea precedentemente esistenti presso il Politecnico di Torino, in parte Corsi di laurea nuovi (Ingegneria delle Telecomunicazioni, Ingegneria dei Materiali, Ingegneria Edile, Ingegneria Informatica) che peraltro continuano indirizzi di insegnamento precedentemente esistenti.

¹ Decreto Rettoriale 1096 del 31 ottobre 1989, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 45 del 23 febbraio 1990.

Il Corso di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, invece, sostituisce ed amplia in modo considerevole il preesistente Corso di Ingegneria Mineraria, mentre Ingegneria Gestionale è un Corso del tutto nuovo.

Per permettere l'approfondimento di competenze metodologiche e di tecniche progettuali realizzative e di gestione in particolari campi, i corsi di laurea possono essere articolati in *Indirizzi ed Orientamenti*.

Dell'Indirizzo eventualmente seguito viene fatta menzione nel certificato di laurea, mentre gli Orientamenti corrispondono a differenziazioni culturali, di cui invece non si fa menzione nel certificato di laurea; questi Orientamenti vengono definiti annualmente dai competenti Consigli dei Corsi di laurea, e ne viene data informazione ufficiale mediante il Manifesto degli Studi.

Nelle pagine di questa Guida, per ogni Corso di laurea viene data una breve descrizione e viene illustrato il programma di attuazione degli Orientamenti previsti per ogni Indirizzo.

Gli insegnamenti

Una novità importante del nuovo ordinamento didattico è costituita dall'esistenza di diversi tipi di insegnamenti; questi infatti si distinguono in *monodisciplinari*, *monodisciplinari a durata ridotta* (nel seguito indicati come *corsi ridotti*), e *integrati*.

Un insegnamento monodisciplinare è costituito da 80-120 ore di attività didattiche (lezioni, esercitazioni, laboratori, seminari, eccetera) e corrisponde ad una *unità didattica o annualità*.

Un corso ridotto è costituito da 40-50 ore di attività didattiche e corrisponde a mezza annualità.

Un corso integrato è costituito da 80-120 ore di attività didattiche e corrisponde ad una annualità; esso è svolto - in moduli coordinati di almeno 20 ore ciascuno - da due o, al massimo, tre professori che fanno tutti parte della commissione d'esame.

Ogni corso di laurea corrisponde a 29 annualità complessive, ripartite, in ognuno dei cinque anni di corso, su due *periodi didattici* (detti anche impropriamente *semestri*); ogni periodo didattico è di durata pari ad almeno 13 settimane effettive di attività.

Un'altra novità introdotta dal D.P.R. 20 maggio 1989¹ è costituita dal fatto che non sono prescritti specifici insegnamenti (almeno a livello nazionale) per il conseguimento della laurea in un determinato Corso di laurea in Ingegneria, ma sono prescritti i numeri minimi di unità didattiche da scegliere in determinati raggruppamenti disciplinari consistenti in *gruppi*³ di discipline affini. Lo stesso Nuovo Statuto stabilisce l'articolazione dei vari Corsi di laurea in termini di *gruppi* e di unità didattiche, cosicchè ogni Consiglio di Corso di laurea può più facilmente adeguare annualmente il piano degli studi alle nuove esigenze richieste dal rapido evolversi delle conoscenze e degli sviluppi tecnologici.

Perciò ogni anno i vari Consigli dei Corsi di laurea stabiliscono gli insegnamenti ufficiali, obbligatori e non obbligatori che costituiscono le singole annualità, e le norme per l'inserimento degli insegnamenti non obbligatori, eventualmente organizzati in Orientamenti.

² Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 186 del 10 agosto 1989.

³ Questi gruppi coincidono con quelli dei raggruppamenti concorsuali per i professori universitari.

Tutte queste informazioni e norme vengono pubblicate ogni anno nel Manifesto degli Studi. (v. "Guida dello Studente").

Finalità e organizzazione didattica dei vari Corsi di laurea

Le pagine di questa Guida illustrano per ognuno dei Corsi di laurea attivati ed eventualmente per ognuno dei rispettivi Indirizzi attivati - le professionalità acquisibili dai laureati, nonché il concetto ispiratore dell'organizzazione didattica, fornendo tracce schematiche di articolazione delle discipline obbligatorie ed esemplificazioni relative ai corsi facoltativi, organicamente inquadrabili nei vari curricula accademici.

Ogni Corso di laurea ha previsto in prima attuazione l'organizzazione di tutti i corsi in periodi didattici (tranne rarissime eccezioni). Le tabelle riportate nelle pagine dedicate a ciascun Corso di laurea hanno valore vincolante per i primi quattro anni, mentre saranno possibili per il quinto anno dei ritocchi alle denominazioni degli insegnamenti nell'ambito dei rispettivi gruppi e alle loro collocazioni nei periodi didattici, così come saranno possibili ritocchi nell'attivazione degli insegnamenti opzionali. Tutte queste varianti verranno tempestivamente indicate nei Manifesti degli Studi pubblicati nei successivi anni accademici.

Per quanto concerne l'organizzazione didattica e l'attribuzione dei Docenti agli insegnamenti, si segnala ancora che:

- 1) alcuni Corsi di laurea introducono già al 3° anno una scelta di corsi di Indirizzo o di Orientamento, che richiedono la formulazione di un'opzione fra le scelte segnalate: tali opzioni, vanno esercitate all'atto dell'iscrizione;
- 2) in relazione a talune difficoltà, che possono verificarsi all'atto dell'accorpamento di taluni c.d.l. per le discipline di carattere propedeutico (del 1° e 2° anno), non è assicurata la corrispondenza totale dei docenti titolari a dette discipline. In alcuni casi, il nome del docente non essendo noto al momento della stampa di questo volume, è stato lasciato indeterminato ("Docente da nominare").

CORSO DI LAUREA IN

INGEGNERIA
ELETTRONICA

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 sottosettori 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, ...). Lo spettro di conoscenze deve comprendere l'architettura dei sistemi sia analogici che 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, che 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 COII competenza i diversi campi in cui potrà essere chiamato a intervenire, integrata da un approfondimento su sottosettori specifici per un inserimento immediato nell'ambiente 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 potranno esserci, anche in presenza dei corsi di Laurea in Informatica e in Ingegneria delle Telecomunicazioni, indirizzi 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 su *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 di Fisica, il coordinamento fra i corsi di *Fisica* e di *Elettrotecnica* comporta che nella *Fisica I* vengano esposte le nozioni generali sulle unità dimensionali, sulla trattazione unificata dei campi e lo studio congiunto del campo gravitazionale e di quello coulombiano, e nella *Fisica II*, oltre al resto, verrà esposta una trattazione della termodinamica (spostata da *Fisica I* a *Fisica II* 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 che 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 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 ciascuno dei principali orientamenti che al momento si possono individuare nello sbocco scientifico-professionale di un ingegnere elettronico. Per ogni specifico orientamento sono previsti almeno tre insegnamenti obbligatori (*vedi più avanti gli Orientamenti*).

La formazione di base viene in seguito integrata da approfondimenti, nei sottosettori specifici, che consentano un più proficuo inserimento nell'ambiente ricerca-sviluppo o della produzione (*vedi oltre "Orientamenti"*). Il processo formativo potrà in tal modo adattarsi COII 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.

Una nota particolare meritano le discipline di *Teoria dei segnali* e di *Teoria dei sistemi* che, seppur indirizzati a diversi sottosettori 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 é 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 quale il Pascal e il Fortran 77. La conoscenza del Fortran potrà essere usata in 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 no scelto il corso di *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 nel raggruppamento disciplinare 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 fornito da uno o due insegnamenti a seconda che venga o no scelto il corso di *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 disciplinare I220, ad es. *Microonde, Antenne, Compatibilità Elettromagnetica, Campi Elettromagnetici II, Componenti e Circuiti Ottici, Propagazione, Telerilevamento e Diagnostica 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 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 si definiscono le caratteristiche delle porte logiche, si studiano 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-digitale 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.

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

3. Quadro didattico degli insegnamenti obbligatori.

Anno	1° periodi didattico	2° periodo didattico
1	L0231 Analisi Matematica I L0620 Chimica	L2300 Geometria L2170 Fondamenti di Informatica L1901 Fisica I
2	L0232 Analisi Matematica II L1902 Fisica II L1790 Elettrotecnica	L1440 Dispositivi Elettronici L0234 Analisi Matematica III (1/2) L0494 Calcolo delle Probabilità (1/2) L5954 Termodinamica Applicata (1/2) L3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2)
3	L5770 Teoria dei Circuiti Elettronici L0510 Calcolo Numerico L5800 Teoria dei Segnali oppure L5811 Teoria dei Sistemi	L5011 Sistemi Informativi I L0531 Campi Elettromagnetici L1710 Elettronica Applicata
4	L4540 Reti Logiche L3670 Misure Elettroniche <i>Campi Elettromagnetici</i> ²	L0801/2 Comunicazioni Elettriche <i>Elettronica Applicata</i> ¹ L0841/2 Controlli Automatici
5	V L1530 Economia e Organizzazione Aziendale W	X Y Z

¹ Un corso a scelta tra: *Elettronica dei Sistemi Digitali, Dispositivi Elettronici II, Microelettronica e Elettronica delle Telecomunicazioni.*

² Un corso a scelta fra: *Antenne, Campi Elettromagnetici II, Compatibilità Elettromagnetica, Componenti e Circuiti Ottici, Microonde, Propagazione, Telerilevamento e Diagnostica Elettromagnetica,* purché sia offerto al primo semestre.

4. Orientamenti

Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica prevede diversi orientamenti. Questi sono conseguiti mediante 5 insegnamenti specialistici, indicati con le lettere VWXYZ nella tabella precedenti, non più di tre di essi sono vincolanti per la caratterizzazione di ciascun orientamento.

In particolare ogni studente dovrà obbligatoriamente scegliere 3 corsi in una delle liste relative a ciascun orientamento riportate nel seguito. *Non possono essere calcolati tra questi corsi eventualmente scelti per esaudire gli obblighi prescritti ai punti 1 e 2 della tabella precedente.*

I restanti ultimi due corsi possono essere scelti o nell'ambito dell'orientamento prescelto o entro la lista generale allegata in appendice, con l'unico obbligo di rispettare le precedenze previste dai singoli corsi.

- Gli orientamenti previsti sono i seguenti:
 1. Sistemi Elettronici
 2. Microelettronica
 3. Tecnologie Elettroniche
 4. Microonde e Circuiti Ottici
 5. Elettromagnetismo
 6. Telerilevamento e Diagnostica dell'Ambiente
 7. Strumentazione e Misure
 8. Automatica
 9. Elettronica Industriale
 10. Elettronica-Meccanica
 11. Informatica: Microelettronica
 12. Informatica: Sistemi
 13. Telecomunicazioni: Apparati
 14. Telecomunicazioni: Reti
 15. Avionica
 16. Gestionale
- Ogni orientamento è stato individuato separando per aree di applicazione la formazione dell'ingegnere elettronico, e si basa inoltre sulle precise competenze scientifiche e didattiche consolidate presso il Politecnico di Torino.
- Gli insegnamenti per ogni orientamento dovranno essere scelti preferibilmente nell'ambito delle discipline elencate nel seguito con l'avvertenza che almeno tre devono ritenersi vincolanti.
- In corsivo vengono indicati i corsi attualmente non ancora attivati, ma che molto probabilmente saranno presto attivati.
- Nella scelta dei corsi dell'orientamento o della lista libera occorre rispettare tutte le precedenze previste; in particolare quelle che prevedono *Teoria dei Segnali o Teoria dei Sistemi*.
- L'obbligatorietà della scelta del corso di Teoria dei Segnali o di Teoria dei Sistemi è segnata esplicitamente negli orientamenti ove risulti indispensabile.
E' comunque possibile scegliere entrambi i corsi e quindi rafforzare la preparazione di base utilizzando uno dei posti non prefissati del V anno. *In questo caso però diventa obbligatoria la scelta del corrispondente corso specialistico di Comunicazioni Elettriche o di Controlli Automatici, che viene pertanto spostato al II semestre del V anno.*

10 ELETTRONICA

- Negli elenchi degli orientamenti sono indicate in **grassetto** le scelte suggerite per i corsi di *Elettronica Applicata* e di *Campi Elettromagnetici* da effettuarsi al IV anno.
- Soloro che al terzo anno scelgono l'insegnamento di Teoria dei Sistemi devono inserire al quinto anno un secondo insegnamento del raggruppamento disciplinare I230 di comunicazioni elettriche.

4.1 Sistemi Elettronici

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L0300 Architettura dei Sistemi Integrati ¹	N2630 <i>Impianti di Elaborazione</i> ²
L5050 Sistemi per la Progett. Automatica	L1730 Elettronica dei Sistemi Digitali ¹
L5810 Teoria dei Sistemi ³	F4520 Reti di Calcolatori ²
L1760 Elettronica di Potenza	

¹ Sequenza fortemente suggerita: Elettronica dei Sistemi Digitali - Architettura dei Sistemi Integrati.

² Il corso di Impianti di Elaborazione deve essere preceduto da Reti di Calcolatori

³ Si può scegliere L5811 Teoria dei Sistemi (continui) oppure L5812 Teoria dei Sistemi (discreti); nel primo caso però si deve però seguire il corso specialistico L0842 Controlli Automatici.

4.2 Microelettronica

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L0300 Architettura dei Sistemi Integrati ¹	L1740 Elettronica delle Telecomunicazioni ¹
L5012 Sistemi Informativi III	L3560 Microelettronica
L5690 Tecnologie e Materiali per l'Elettronica	F1442 Dispositivi Elettronici II
L3800 Modellistica e Identificazione	L2000 Fisica dello Stato Solido

¹ Sequenza fortemente suggerita: Architettura dei Sistemi Integrati - Elettronica delle Telecomunicazioni.

4.3 Tecnologie Elettroniche

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L5012 Tecnologie e Materiali per l'Elettronica	L1442 Dispositivi Elettronici II
L5404 Superconduttività (1/2)	L3560 Microelettronica
L3050 Istituzioni di Meccanica Quantistica ¹	L2000 Fisica dello Stato Solido ¹
	L1780 Elettronica Quantistica ¹
	E4680 Scienza e Tecnol dei Mater. Polimerici

¹ E' fortemente consigliato che Fisica dello Stato Solido e/o Elettronica Quantistica siano precedute da Istituzioni di Meccanica Quantistica.

4.4 Microonde e Circuiti Ottici

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L3570 Microonde	L1442 Dispositivi Elettronici II
L0770 Componenti e Circuiti Ottici	L3870 Optoelettronica
L5690 Tecnologie e Materiali per l'Elettronica	L1780 Elettronica Quantistica
L0270 Antenne	L3620 <i>Misure a Iperfrequenze</i>

4.5 Elettromagnetismo

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L3570 Microonde	L1442 Dispositivi Elettronici II
L0270 Antenne	L4360 Propagazione
L2030 Fisica Matematica	L0532 Campi Elettromagnetici II ¹
L3050 Istituzioni di Meccanica Quantistica	L3620 <i>Misure a Iperfrequenze</i>

¹

Non confondere questo insegnamento di tipo specialistico con l'omonima disciplina F0532 del corso di laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni che invece è di tipo generale.

12 ELETTRONICA

4.6 Telerilevamento e Diagnostica dell'Ambiente

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L5750 Telerilevamento e Diagnostica Elettromagn.	N3000 Intelligenza Artificiale
L4700 <i>Sensori e Trasduttori</i>	L4290 Sistemi di Telecomunicazione
L3790 Modellistica e Controllo dei Sist. Ambientali	L1730 Elettronica dei Sistemi Digitali
L3800 Modellistica e Identificazione	
L5260 Strument.e Misure Elettroniche	

4.7 Strumentazione e Misure

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L2150 Fondamenti della Misuraz. e Metrologia Gen. Elettrica	L3700 Misure e Sistemi di Trasmissione e Telemisure
L3690 <i>Misure per l'Automaz. e la Produzione Industr.</i>	L3620 <i>Misure a Iperfrequenze</i>
L4700 <i>Sensori e Trasduttori</i>	L1740 Elettronica delle Telecomunicazioni
L5750 Telerilevamento e Diagnostica Elettromagn.	L5870 Teoria dell'Informazione e Codici
L5260 Strument. e Misure Elettroniche	L0760 Compatibilità Elettromagnetica
	L0110 <i>Affidabilità e Controllo della Qualità</i>

4.8 Automatica

Obbligo di Teoria dei Sistemi

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
N4550 Ricerca Operativa	L0220 Analisi Funzionale
L0370 Automazione Industriale	L0870 Controllo Digitale
L4580 <i>Robotica Industriale</i>	N3460 Metodi di Ottimiz. dei Sist. di Controllo
L3690 <i>Misure per l'Automaz. e la Produzione Industr.</i>	L5812 Teoria dei Sistemi (discreti)
L3800 Modellistica e Identificazione	
L0850 Controllo dei processi	

4.9 Elettronica Industriale

Obbligo di Teoria dei Sistemi

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L1760 Elettronica di Potenza L4580 Robotica Industriale L3690 Misure per l'Automaz. e la Produzione Industr. L0850 Controllo dei Processi P0350 Automazione a Fluido L1770 Elettronica Industriale di Potenza	L0760 Compatibilità Elettromagnetica H0380 Azionamenti Elettrici L1730 Elettronica dei Sistemi Digitali

4.10 Elettronica-Meccanica

Obbligo di Teoria dei Sistemi

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L4580 Robotica Industriale L1770 Elettronica Industriale di Potenza P3280 Meccanica dei Robot L0850 Controllo dei Processi P0350 Automazione a Fluido H3130 Macchine Elettriche	P3200 Meccanica Analitica L1730 Elettronica dei Sistemi Digitali P5640 Tecnologia Meccanica H0380 Azionamenti Elettrici P3110 Macchine

4.11 Informatica: Microelettronica

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L0300 Architettura dei Sistemi Integrati L5012 Sistemi Informativi II N5050 Sistemi per la Progettaz. Automatica L2850 Informatica Grafica	L3560 Microelettronica N2630 Impianti di Elaborazione ¹ N2941 Ingegneria del Software I F4520 Reti di Calcolatori ¹

¹ Il corso di Impianti di Elaborazione deve essere preceduto da Reti di Calcolatori.

4.12 Informatica: Sistemi

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L4550 Ricerca Operativa	L1730 Elettronica dei Sistemi Digitali
L5012 Sistemi Informativi II	N2630 Impianti di Elaborazione ¹
N5050 Sistemi per la Progettaz. Automatica	N2941 Ingegneria del Software I
L2850 Informatica Grafica	F4520 Reti di Calcolatori ¹
	N3000 Intelligenza Artificiale

¹ Il corso di Impianti di Elaborazione deve essere preceduto da Reti di Calcolatori.

4.13 Telecomunicazioni: Apparat

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L3570 Microonde	L4920 Sistemi di Telecomunicazione
L1590 Elaborazione Numerica dei Segnali	L1740 Elettronica delle Telecomunicazioni
F6040 Trasmissione Numerica	
L5012 Sistemi Informativi II	
L0270 Antenne	

4.14 Telecomunicazioni: Reti

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L5012 Sistemi Informativi II	L1740 Elettronica delle Telecomunicazioni
F4530 Reti di Telecomunicazioni	L5870 Teoria dell'Informazione e Codici
L4900 Sistemi di Radiocomunicazione	L3700 Misure su Sistemi di Trasm. e Telemisure
	F4850 Sistemi di Commutazione

4.15 Avionica

Obbligo di Teoria dei Segnali

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
B3300 Meccanica del Volo	L4920 Sistemi di Telecomunicazioni
L3570 Microonde	L3700 Misure su Sistemi di Trasm. e Telemisure
B1250 Dinamica del Volo	L1740 Elettronica delle Telecomunicazioni
L0270 Antenne	L5870 Teoria dell'Informazione e Codici

4.16 Gestionale

Obbligo di Teoria dei Sistemi

<i>Primo semestre</i>	<i>Secondo semestre</i>
L4550 Ricerca Operativa	L1730 Elettronica dei Sistemi Digitali
L0370 Automazione Industriale	N2860 Informatica Industriale
L1500 <i>Economia e Gestione dei Servizi</i> ¹	<i>M1510 Economia e Gestione dell'Innovazione</i> ¹
	L5812 Teoria dei Sistemi (discreti)
	M1532 Economia e Organizzazione Aziendale II

¹ Eventuali corsi non attivati in tempo utile verranno mutuati da corsi esistenti.

5. Appendice

Elenco generale per raggruppamenti per la scelta di discipline opzionali.

N.B.: I codici non sono quelli definitivi; la lettera Z che precede il numero identificativo di ogni disciplina deve essere sostituita con la lettera identificativa del Corso di Laurea cui la disciplina appartiene; tale codice è desumibile dal Manifesto degli Studi. E' inoltre cura dello studente inserire nel Piano degli Studi solo corsi effettivamente attivati tra quelli sotto elencati e di curare che siano soddisfatte le procedure citate per ogni disciplina; il codice di raggruppamento disciplinare non deve essere riportato.

- A011. Algebra e logica matematica
Z0140 Algebra
- A012. Geometria
Z2310 Geometria differenziale
Z5790 Teoria dei grafi
- A021. Analisi matematica
Z0220 Analisi funzionale
Z0500 Calcolo delle variazioni
- A022. Calcolo delle probabilità
Z3500 Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
Z5190 Statistica matematica
- A030. Fisica matematica
Z0520 Calcolo tensoriale e meccanica del continuo
Z2030 Fisica matematica
Z3200 Meccanica analitica
Z4940 Sistemi dinamici
- A042. Ricerca operativa
Z3740 Modelli per il supporto alle decisioni
Z3770 Modelli per l'organizzazione e la gestione di sistemi
Z3750 Modelli per la pianificazione territoriale
Z4550 Ricerca operativa
Z4790 Simulazione
- B020. Fisica teorica e metodi matematici della fisica
Z3050 Istituzioni di meccanica quantistica
Z3390 Meccanica statistica
- B030. Struttura della materia
Z1780 Elettronica quantistica
Z1940 Fisica dei laser
Z1990 Fisica delle superfici

- Z2000 Fisica dello stato solido
- Z3880 Ottica
- Z5410 Superconduttività
- C050. Chimica organica
 - Z0690 Chimica organica
- D042. Geofisica applicata
 - Z2240 Geofisica applicata
- D043. Oceanografia, fisica dell'atmosfera e navigazione
 - Z2010 Fisica dell'atmosfera
 - Z3450 Meteorologia
- E031. Biologia generale ed ecologia
 - Z1640 Elementi di ecologia
- E060. Fisiologia umana
 - Z2070 Fisiologia umana
- E011. Idraulica
 - Z2500 Idraulica ambientale
 - Z3230 Meccanica dei fluidi
- H020. Ingegneria sanitaria-ambientale
 - Z1220 Dinamica degli inquinanti
- H040. Trasporti
 - Z1870 Esercizio dei sistemi di trasporto
 - Z3910 Pianificazione dei trasporti
 - Z4180 Progettazione di sistemi di trasporto
 - Z5490 Tecnica ed economia dei trasporti
 - Z5880 Teoria e tecnica della circolazione
- H050. Topografia e cartografia
 - Z2190 Fotogrammetria
 - Z5740 Telerilevamento
 - Z6020 Topografia
- H071. Scienza delle costruzioni
 - Z4600 Scienza delle costruzioni
- H120. Storia dell'architettura
 - Z5200 Storia dell'architettura
 - Z5210 Storia dell'architettura e dell'urbanistica
- H130. Restauro
 - Z4510 Restauro

- H143. Tecnica urbanistica
 - Z2950 Ingegneria del territorio
 - Z2980 Innovazioni tecnologiche e trasformazioni territoriali
 - Z3920 Pianificazione e gestione delle aree metropolitane
 - Z5540 Tecniche di gestione del territorio

- I021. Meccanica del volo
 - Z1250 Dinamica del volo
 - Z1260 Dinamica del volo spaziale
 - Z3300 Meccanica del volo
 - Z3320 Meccanica del volo spaziale

- I023. Impianti e sistemi aerospaziali
 - Z2570 Impianti aeronautici
 - Z2580 Impianti aerospaziali
 - Z2690 Impianti e servomeccanismi aeronautici
 - Z4870 Sistemi di controllo termico aerospaziale
 - Z4890 Sistemi di guida e navigazione aeronautici e aeromissilistici
 - Z5230 Strumentazione aeronautica

- I030. Fluidodinamica
 - Z2090 Fluidodinamica ambientale
 - Z2220 Gasdinamica
 - Z5980 Termofluidodinamica

- I042. Macchine e sistemi energetici
 - Z1320 Dinamica e controllo delle macchine
 - Z3110 Macchine
 - Z3720 Modelli delle macchine
 - Z3850 Oleodinamica e pneumatica
 - Z2420 Gestione delle macchine e dei sistemi energetici
 - Z5000 Sistemi energetici

- I050. Fisica tecnica
 - Z1160 Criogenia
 - Z6030 Trasmissione del calore
 - Z2430 Gestione delle risorse energetiche nel territorio
 - Z5410 Tecnica del controllo ambientale

- I060. Misure meccaniche e termiche
 - Z3710 Misure termiche e regolazione

- I070. Meccanica applicata alle macchine
 - Z0350 Automazione a fluido
 - Z0860 Controllo delle vibrazioni e del rumore
 - Z3220 Meccanica degli azionamenti
 - Z3280 Meccanica dei robot

- Z3290 Meccanica del veicolo
- Z3810 Modellistica e simulazione dei sistemi meccanici
- Z4490 Regolazione e controllo dei sistemi meccanici
- IO90. Disegno industriale
 - Z1380 Disegno assistito dal calcolatore
 - Z1430 Disegno tecnico industriale
- I100. Tecnologie e sistemi di lavorazione
 - Z4090 Produzione assistita da calcolatore
 - Z4350 Programmazione e controllo della produzione meccanica
 - Z5640 Tecnologia meccanica
- I110. Impianti industriali meccanici
 - Z2720 Impianti industriali
 - Z3100 Logistica industriale
- I123. Misure e strumentazione nucleare
 - Z5270 Strumentazione e misure per gli impianti nucleari
 - Z5290 Strumentazione e tecniche nucleari di rilevazione ambientale
- I140. Chimica applicata, scienza e tecnologia dei materiali
 - Z0630 Chimica applicata
 - Z4590 Scienza dei materiali
 - Z4610 Scienza e tecnologia dei materiali
 - Z4630 Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
 - Z1640 Scienza e tecnologia dei materiali compositi
 - Z3190 Materiali polimerici
 - Z4680 Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
- I151. Chimica fisica applicata
 - Z0650 Chimica fisica applicata
- I152. Principi di ingegneria chimica
 - Z4000 Principi di ingegneria chimica ambientale
- I156. Ingegneria chimica biotecnologica
 - Z4040 Processi biotecnologici ambientali
- I170. Elettrotecnica e tecnologie elettriche
 - Z1690 Elettromeccanica dei sistemi continui
 - Z4250 Progetto automatico dei circuiti
 - Z5830 Teoria delle reti elettriche
- I180. Macchine ed azionamenti elettrici
 - Z0380 Azionamenti elettrici
 - Z0390 Azionamenti elettrici per l'automazione
 - Z0890 Conversione statica dell'energia elettrica

20 ELETTRONICA

- Z1770 Elettronica industriale di potenza
- Z3130 Macchine elettriche
- Z4710 Sensori ed attuatori elettrici
- Z4990 Sistemi elettronici di potenza

- I190. Sistemi elettrici per l'energia
 - Z0100 Affidabilità dei sistemi elettrici
 - Z0360 Automazione dei sistemi elettrici per l'energia
 - Z2700 Impianti elettrici
 - Z4950 Sistemi elettrici di bordo
 - Z5440 Tecnica della sicurezza elettrica
 - Z5490 Tecnica ed economia dell'energia elettrica

- I200. Misure elettriche ed elettroniche
 - Z0110 Affidabilità e controllo di qualità
 - Z1610 Elaborazione di segnali e di informazioni di misura
 - Z2150 Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
 - Z3620 Misure a iperfrequenze
 - Z3640 Misure e collaudo di macchine e impianti elettrici
 - Z3660 Misure elettriche
 - Z3690 Misure per l'automazione e la produzione industriale
 - Z3680 Misure per la diagnostica e la qualificazione di componenti e sistemi
 - Z3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
 - Z4420 Qualificazione degli algoritmi per sistemi di misura
 - Z4700 Sensori e trasduttori
 - Z5300 Strumentazione elettronica di misura

- I210. Elettronica
 - Z0300 Architettura dei sistemi integrati
 - Z0710 Circuiti integrati a microonde
 - Z1442 Dispositivi elettronici II
 - Z1710 Elettronica applicata
 - Z1730 Elettronica dei sistemi digitali
 - Z1740 Elettronica delle telecomunicazioni
 - Z1750 Elettronica dello stato solido
 - Z1760 Elettronica di potenza
 - Z3560 Microelettronica
 - Z3870 Optoelettronica
 - Z5260 Strumentazione e misure elettroniche
 - Z5690 Tecnologie e materiali per l'elettronica

- I220. Campi elettromagnetici
 - Z0270 Antenne
 - Z0532 Campi elettromagnetici II (spec)
 - Z0760 Compatibilità elettromagnetica
 - Z0770 Componenti e circuiti ottici

Z3570	Microonde
Z4360	Propagazione
Z5560	Tecniche elettromagnetiche di riconoscimento radar
Z5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

• I230.

Telecomunicazioni

Z0810	Comunicazioni ottiche
Z1580	Elaborazione e trasmissione delle immagini
Z1590	Elaborazione numerica dei segnali
Z4530	Reti di telecomunicazioni
Z4820	Sistemi a microonde per telecomunicazioni
Z4850	Sistemi di commutazione
Z4900	Sistemi di radiocomunicazione
Z4920	Sistemi di telecomunicazione
Z5730	Telematica
Z5800	Teoria dei segnali
Z5870	Teoria dell'informazione e codici
Z5900	Teoria e tecnica radar
Z5910	Teoria e tecniche del riconoscimento
Z6040	Trasmissione numerica

• I240.

Automatica

Z0190	Analisi dei sistemi
Z0370	Automazione industriale
Z0850	Controllo dei processi
Z0870	Controllo digitale
Z3460	Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
Z3790	Modellistica e controllo dei sistemi ambientali
Z3800	Modellistica e identificazione
Z4580	Robotica industriale
Z4830	Sistemi adattativi
Z4910	Sistemi di supervisione e controllo esperto
Z5600	Tecnologie dei sistemi di controllo
Z5810	Teoria dei sistemi
Z5820	Teoria del controllo

• I250.

Sistemi di elaborazione delle informazioni

Z0410	Basi di dati
Z0460	Calcolatori elettronici
Z2630	Impianti di elaborazione
Z2860	Informatica industriale
Z2870	Informatica teorica
Z2940	Ingegneria del software
Z2960	Ingegneria della conoscenza e sistemi esperti
Z3070	Linguaggi e traduttori
Z4520	Reti di calcolatori
Z1540	Reti logiche
Z4570	Robotica

22 ELETTRONICA

- Z4880 Sistemi di elaborazione
- Z5030 Sistemi operativi
- Z5050 Sistemi per la progettazione automatica
- Z5920 Teoria e tecniche di elaborazione della immagine

- I261. Bioingegneria elettronica
 - Z5240 Strumentazione biomedica

- I262. Bioingegneria meccanica
 - Z0430 Biomacchine
 - Z0450 Biomeccanica
 - Z1040 Costruzioni biomeccaniche
 - Z2100 Fluidodinamica biomedica
 - Z5240 Strumentazione biomedica
 - Z5960 Termodinamica biomedica

- I263. Bioingegneria chimica
 - Z0440 Biomateriali

- I270. Ingegneria economico gestionale
 - Z1460 Economia applicata all'ingegneria
 - Z1500 Economia e gestione dei servizi
 - Z1510 Economia e gestione dell'innovazione
 - Z3160 Marketing industriale
 - Z4840 Sistemi di analisi finanziaria
 - Z4860 Sistemi di controllo di gestione
 - Z5040 Sistemi organizzativi

- L281. Storia dell'arte
 - Z5220 Storia dell'arte

- N030. Diritto del lavoro
 - Z1330 Diritto del lavoro

- N050. Diritto amministrativo
 - Z1340 Diritto dell'assetto territoriale
 - Z1350 Diritto e legislazione urbanistica

- N140. Materie giuridiche
 - Z1360 Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
 - Z3030 Istituzioni di diritto pubblico e privato
 - Z3060 Legislazione sul lavoro e sull'infortunistica

- P011. Analisi economica
 - Z1550 Economia matematica applicata all'ingegneria

- P012. Economia politica
 - Z1560 Economia politica
 - Z3040 Istituzioni di economia

- P013. Politica economica
 - Z1470 Economia degli investimenti
 - Z1490 Economia dell'impresa
 - Z1480 Economia delle fonti di energia
 - Z1540 Economia industriale

- P021. Economia aziendale
 - Z0180 Analisi dei costi

- P022. Economia e tecnica delle aziende industriali
 - Z1890 Finanza aziendale

- P042. Statistica economica
 - Z0200 Analisi di mercato
 - Z5170 Statistica aziendale

PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria Elettronica

L0231 ANALISI MATEMATICA I

Docente da nominare (1° corso)
 Prof. Paolo BOIERI (2° corso)
 Prof. Renato ASCOLI (3° corso)

Dip. di Matematica

I ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base del calcolo infinitesimale con una metodologia di lavoro che lo avvii, da un lato 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 svolgerà con lezioni ed esercitazioni.

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

PROGRAMMA

Teoria degli insiemi

Insiemi di numeri e loro proprietà: interi, razionali, reali

Elementi di geometria analitica piana

Limiti di funzioni di variabile reale

Successioni

Continuità e derivabilità

Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo

Funzioni elementari

Sviluppi di Taylor

Integrali indefiniti

Integrazione definita (secondo Riemann o secondo Cauchy)

Integrali impropri

Equazioni differenziali del primo ordine (risoluzione di equazioni a variabili separabili, omogenee e lineari)

ESERCITAZIONI

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

TESTI CONSIGLIATI

Verranno comunicati all'inizio del corso

L0232 ANALISI MATEMATICA II

Prof. Giuseppe CHITI (1° corso) A-E
 Prof. Paolo BOIERI (2° corso) F-P
 Docente da nominare (3° corso) Q-Z

Dip. di Matematica

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

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento al calcolo differenziale e integrali in più variabili, alla risoluzione di equazioni e sistemi differenziali e agli sviluppi in serie.

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

Nozioni propedeutiche: si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di Analisi Matematica e di Geometria.

PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.

Calcolo differenziali in più variabili.

Calcolo differenziale su curve e superfici.

Integrali multipli.

Integrali su curve e superfici.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.

Serie numeriche e serie di funzioni.

Serie di potenze.

Serie di Fourier.

Equazioni e sistemi differenziali.

PRECEDENZE

Analisi Matematica I, Geometria

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi matematica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, Nuova edizione 1991.

M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982

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

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

40

-

Es.

10

-

Lab

-

-

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 grande 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.
 - 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 di Fourier di funzioni periodiche.
 - Distribuzioni a crescita lenta e trasformate di Fourier.
 - Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace di funzioni e di distribuzioni.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esercizi su funzioni di variabile complessa ed esempi di calcolo di trasformate.

PRECEDENZE

Analisi Matematica II

TESTI CONSIGLIATI .

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

L0270 ANTENNE

Prof. Mario OREFICE

Dip. di Elettronica

IV-V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	80	8	-
Settimanale (ore)	6		-

Il corso intende approfondire la teoria e i criteri di progetto delle antenne, con particolare risalto per gli aspetti applicativi e pratici. Esempi specifici ed esercizi verranno man mano svolti durante il corso senza distinzione tra lezioni ed esercitazione. Il corso si svolgerà con 6 ore di lezione settimanali durante le quali saranno anche svolti esercizi; sono inoltre previste 6-8 ore in laboratorio e 1-2 visite ad aziende. esame propedeutico è «Campi Elettromagnetici e Circuiti»; è inoltre utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (FORTRAN) per lo svolgimento di lavori individuali o di gruppo.

PROGRAMMA

Concetti fondamentali sull'irradiazione e nozioni generali sulle antenne.

Irradiazione da antenne ad apertura. Trattazione di problemi elettromagnetico con metodi quasi ottici. Metodi di calcolo del campo diffratto: metodo delle aperture, metodo dell'ottica fisica. Analisi e progetto di vari tipi di antenne: trombe, paraboloidi, cassegrain. Antenna a fasci sagomato, lenti. Antenne per telecomunicazioni e per applicazioni aerospaziali. Teoria della diffrazione e sue applicazioni. Antenne ad onda progressiva: antenne «surface wave» e «leaky wave». Irradiazione da antenne filiformi: tecniche di calcolo. Accoppiamento tra antenne: mutua impedenza. Metodo dei momenti.

Antenne per VLF, LF, MF: criteri generali ed esempi. Antenne ad elementi parassiti: Yagi-Uda, ecc. Antenne a larga banda: spirali coniche e piane, log-periodiche, ecc. Antenne ad elica in modo assiale e normale. Schiere di antenne: metodi di calcolo e di progetto. Schiere a scansione elettronica: criteri generali di progetto, vari tipi di realizzazione, loro applicazioni. Elementi irradianti delle schiere: trombe, dipoli, fessure, antenne stampate.

Misure su antenne: guadagno, diagramma di irradiazione. Misure di fase, di polarizzazione e di impedenza. Varie tecniche di misura in campo lontano e in campo vicino.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono integrate con le lezioni.

LABORATORI

Tre-quattro esercitazioni di laboratorio, presso il laboratorio di iperfrequenze e/o antenne.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti raccolti sotto forma di dispense.

Sono inoltre di utile consultazione i seguenti testi:

Jasik - Johnson, Antenna engineering handbook, 2nd ed., McGraw Hill, 1984.

A. Rudge et al., The handbook of antenna design, 2 voll., Peter Peregrinus, 1983.

S. Silver, Microwave antenna theory and design, McGraw Hill, 1949.

J.D. Kraus, Antennas, 2nd ed., McGraw Hill, 1988.

W. Rusch, Lectures on reflector antennas, Celid, Torino, 1979.

L0300 ARCHITETTURE DEI SISTEMI INTEGRATI

Prof. Pierluigi CIVERA

Dip. di Elettronica

V ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

1° PERIODO DIDATTICO

Settimanale (ore)

4

4

-

Il corso si inquadra nell'ambito di un curriculum di studi di natura circuitale e verterà principalmente sullo studio, analisi e definizione di architetture di sistemi integrati su silicio. Verrà data particolare enfasi alla parte metodologica e allo studio di sistemi da realizzare in forma digitale. Saranno analizzate, come casi di studio, varie soluzioni architetture, a partire da semplici architetture interne di microcontrollori fino alle soluzioni architetture per sistemi di elaborazione complessi (ad esempio: array processors). Per stabilire delle forme oggettive di analisi e di sintesi si introdurrà l'uso di metriche e di strumenti di valutazione e di simulazione, che verranno impiegati durante le esercitazioni. Il corso illustrerà tecniche di partizionamento dei sistemi su più circuiti integrati (chip set).

PROGRAMMA

Aspetti generali e metodologici, definizione di metriche, metodi di valutazione e di sintesi.

Analisi dei requisiti funzionali, valutazione del grado di parallelismo, descrizione in forma di strutture e di gerarchie funzionali, metodi data-flow e control-flow. Analisi e caratterizzazione degli elementi base, quali blocchi funzionali, elementi di interconnessione, sezioni di interfaccia, estrazione e catalogazione di parametri architetture di rilievo.

Tecniche di ripartizione e di scheduling, generazione di sotto-specifiche funzionali e di interfaccia, Tecniche sequenziali, concorrenti, e scalate temporalmente (pipeline) e spazialmente, regimi e protocolli sincroni ed asincroni, aree a comune regime temporale.

Strutture regolari, riprogrammabili e configurabili.

Problematica delle interconnessioni, distribuzione delle alimentazioni e delle cadenze.

Casi di studio: analisi di architetture a singolo processore (Microcontrollori, Processori CISC, RISC e VLIW), di architetture specifiche per un certo dominio di applicazioni (Digital Signal Processors, circuiti per filtri numerici).

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni saranno svolte in parte in aula ed in parte in laboratorio. Le esercitazioni in aula verteranno sulla valutazione ed analisi di prestazioni di soluzioni architetture a partire dai requisiti funzionali, mediante vari criteri e fattori di merito. Le esercitazioni di laboratorio saranno suddivise in due filoni; il primo consisterà nell'impiego di strumenti CAD di progetto per la realizzazione di circuiti integrati, mentre il secondo filone consisterà nell'uso di strumenti di test di circuiti integrati già realizzati.

TESTI CONSIGLIATI

J.L. Hennessy, D.A. Patterson, «Computer Architecture: A Quantitative Approach», Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Mateo CA, 1990.

Altri testi di riferimento e di consultazione saranno indicati durante il corso.

L0350 AUTOMAZIONE A FLUIDO

Prof. Guido BELFORTE

Dip. di Meccanica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	56	-	52
Settimanale (ore)	4	-	4

Il corso ha lo scopo di far conoscere i diversi sistemi di automazione e fluido attualmente adoperati e di fornire le nozioni di base indispensabili per una corretta progettazione e per un uso razionale degli impianti a fluido. Vengono quindi analizzati componenti ed elementi di vari tipi di sistemi pneumatici, micropneumatici e fluidici, digitali e proporzionali. Vengono inoltre fornite nozioni di analisi dei sistemi, di tecniche di automazione digitale, di modellazione dei sistemi pneumatici.

Il corso comprende lezioni ed esercitazioni pratiche di laboratorio per imparare a conoscere praticamente i sistemi a fluido. È corso propedeutico: Meccanica applicata alle macchine.

PROGRAMMA

Proprietà dei sistemi pneumatici, fluidici, oleodinamici. Proprietà dei fluidi. Unità di misura, strumenti di misura e trasduttori. Attuatori pneumatici: cilindri e relative regolazioni. Valvole pneumatiche. Principi di algebra logica. Elementi pneumatici logici ed elementi micropneumatici. Getti e principi di fluidica. Elementi fluidici digitali e proporzionali. Caratteristiche di funzionamento di valvole pneumatiche e di elementi fluidici. Coefficienti di valvole. Sistemi oleopneumatici. Tecniche di controllo digitali: sequenziatori, contatori, programmatori a fase, microprocessori. Diagrammi funzionali: movimenti-fasi, grafcet, gemma. Elementi di interfaccia, elettrovalvole e sistemi elettropneumatici. Sensori, ed elementi di fine corsa. Elementi periferici e complementari. Modellazione e comportamento dinamico dei sistemi pneumatici, propagazione dei segnali pneumatici. Sistemi pneumatici proporzionali; posizionatori pneumatici. Esercizio dei circuiti. Alimentazione degli impianti, trattamento dell'aria. Affidabilità, aspetti energetici, ecologici e di sicurezza. Applicazioni: sistemi digitali con sequenziatori, controllori programmabili PLC, microprocessori.

ESERCITAZIONI

Le lezioni sono affiancate da esercitazioni sperimentali da svolgersi in laboratorio.

LABORATORI

Nelle esercitazioni vengono approfonditi argomenti trattati nelle lezioni, vengono impartite nozioni di base sull'uso della strumentazione adoperata nei sistemi a fluido, e vengono eseguite prove su componenti, circuiti e sistemi in modo da acquisire una conoscenza, per quanto possibile, pratica della materia.

TESTI CONSIGLIATI

Belforte-D'Alfio, «Applicazioni e prove dell'automazione a fluido», Ed. Ing. Giorgio, Torino, 1992.

Belforte, «Pneumatica», Tecniche nuove, Milano, 1992.

Bouteille-Belforte, «Automazione flessibile elettropneumatica e pneumatica», Tecniche Nuove, Milano, 1987.

L0494 CALCOLO DELLE PROBABILITA'
(corso ridotto: annualità 0,5)

Prof. Franco PIAZZESE (1° corso)
Docente da nominare (1° 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 numerabili; 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 disuguaglianza 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 E LABORATORI

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 (1° Corso) Dip. di Matematica
 Prof. Paola BARATELLA (2° Corso) Dip. di Matematica

III ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	74	26	-
	Settimanale (ore)	6	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 I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

PROGRAMMA

1. Preliminari: Condizionamento di un problema e stabilità di un algoritmo.
2. Risoluzione di sistemi lineari: Metodo di Gauss, Fattorizzazione di una matrice e sue applicazioni, Metodi iterativi.
3. Calcolo degli autovalori di una matrice.
4. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali: Interpolazione con polinomi algebrici e con funzioni spline Minimi quadrati, Derivazione numerica.
5. Equazioni e sistemi di equazioni non lineari: Metodo di Newton e sue varianti, Processi iterativi in generale.
6. Calcolo di integrali: Formule di Newton-Cotes, Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali, Formule gaussiane, Routines automatiche, cenni sul caso multidimensionale.
7. Equazioni differenziali ordinarie per problemi ai valori iniziali: Metodi one-step e multi-step, Stabilità dei metodi, Sistemi Stiff.
8. Equazioni differenziali alle derivate parziali: Metodi alle differenze finite e dei residui pesati, Metodi agli elementi finiti.

TESTI CONSIGLIATI

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

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.

L0532 CAMPI ELETTROMAGNETICI II

Prof. Vito DANIELE

Dip. di Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

70

6

Es.

24

2

Lab

-

-

Il corso presenta i metodi avanzati che si utilizzano per lo studio e la progettazione dei componenti elettromagnetici con particolare riferimento a quelli che si introducono nelle microonde.

Nozioni propedeutiche: Elettrotecnica. Campi Elettromagnetici.

PROGRAMMA

STRUTTURE STRATIFICATE PIANE: Linee di trasmissione vettoriali e modelli circuitali. Metodo del punto di sella ed applicazioni.

Problema della terra piana. Onde laterali, modi superficiali e onde «leaky». Teoria degli schermi. Il metodo Wiener-Hopf in presenza di discontinuità. Problema del semipiano. Teoria dell'apertura in strutture planari: Aperture singole e/o multiple con disposizione periodica. Discontinuità nelle guide d'onda rettangolari.

STRUTTURE STRATIFICATE CILINDRICHE: Teoria generale delle strutture cilindriche stratificate. Modelli circuitali. Il problema della cilindro. L'eccitazione e l'irradiazione di guide circolari. Discontinuità nelle guide circolari.

METODI NUMERICI: Metodo dei momenti. Metodi variazionali. Metodi perturbativi.

MODALITA' D'ESAME

L'esame ha una parte scritta ed una orale. La parte scritta consiste in una relazione su un tema indicato allo studente almeno 15 giorni prima dell'esame orale. La parte orale riguarda la discussione della relazione.

TESTI CONSIGLIATI

L.B. Felsen-N. Marcuvitz: Radiation and Scattering of waves, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973.

D.S. Jones: The Theory of Electromagnetism, Pergamon Press, New York, 1964.

R.E. Collin: Field Theory of guided waves McGraw-Hill, New York, 1961.

R. Mittra-S.W. Lee: Analytical Techniques in the Theory of guided waves, The MacMillan Company, New York, 1971.

R.F. Harrington: Time Harmonic Electromagnetic Field, McGraw-Hill, New York, 1961.

J. Van Bladel: Electromagnetic Fields, McGraw-Hill, New York, 1964.

R.F. Harrington: Field Computation by Moment Method, The MacMillan Company, New York, 1968.

L0620 CHIMICA

Prof. Gianfranca GRASSI (1° corso)

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

Prof. Daniele MAZZA (2° corso)

Prof. Emma ANGELINI (3° corso)

1° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	85	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 comuni e dei loro principali composti.

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. Il sistema periodico degli elementi. L'atomo secondo i modelli classici e quantomeccanicil. 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 triscopici ed ebulliscopici. 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. Soluzioni tampone. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione.

Chimica inorganica: Proprietà e metodi di preparazione industriale di alcuni elementi e loro principali composti.

Chimica organica: Cenni su idrocarburi saturi e insaturi e derivati alogenati; alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, esteri, ammine, ammidi, nitrili; benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.M.J. Sienko, R.A. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova.C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino.P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di chimica generale*, Collano Schaum, Etas Kompass.M. Montorsi, *Appunti di chimica organica*, Celid, Torino.

L0760 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Prof. Ermanno NANO

Dip. di Elettronica

V° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

56

4

Es.

28

2

Lab.

4

-

Il corso ha lo scopo di fornire nozioni di carattere alquanto particolare, che non sono comprese nei corsi di Radiotecnica e di Misure elettroniche, riguardanti la compatibilità elettromagnetica in generale e lo studio delle sorgenti di radiodisturbi e loro misura.

Durante il corso le lezioni sono seguite da esercitazioni di calcolo.

Nozioni propedeutiche: si consiglia di aver seguito i corsi di Elettronica Applicata I e II e i radiotecnica.

PROGRAMMA

Introduzione alla compatibilità elettromagnetica. Normativa internazionale ed europea. Norme CEI. Norme militari MIL-STD. Cenni sulla pericolosità dei campi molto intensi. Classificazione dei radiodisturbi e degli apparecchi che li generano. Loro effetti sulla radiodiffusione e sugli apparecchi elettronici. Propagazione dei radiodisturbi per convogliamento e per irradiazione. Misuratori di radiodisturbi: schema a blocchi e caratteristiche. Studio della risposta di un misuratore ai vari tipi di disturbi. La misura dei radiodisturbi: misura di campo e vari tipi di antenne. Misure di potenza di disturbo. Analizzatori di spettro: studio della loro risposta ai disturbi ed applicazione nel campo della compatibilità. Immunità ai campi ed alle tensioni di disturbo metodi di misura, cabine schermate, anecoiche e semianecoiche, generazione di campi per misura di immunità: cella TEM aperta e chiusa. Filtri per la soppressione dei radiodisturbi: Scariche elettrostatiche, bande di tensione armoniche della rete di alimentazione.

ESERCITAZIONI

Esercizi di calcolo sulle misure dei radiodisturbi.

LABORATORI

Dimostrazioni di laboratorio di misure di radiodisturbi (eventuali).

TESTI CONSIGLIATI

E. Nano, *Compatibilità elettromagnetica (radiodisturbi)*, Ed. Boringhieri, Torino, 1979.

Dispense aggiuntive.

L0801 COMUNICAZIONI ELETTRICHE (Generale)

Prof. Guido ALBERTENGO

Dip. di Elettronica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

66

6

Es.

44

4

Lab

-

-

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di comunicazione basati sulla trasmissione di segnali elettrici, in presenza di rumore termico. Particolare enfasi viene data ai sistemi di trasmissione numerica ed alla codifica del segnale vocale tramite PCM. I sistemi analogici sono discussi al fine di consentirne il confronto coi sistemi numerici.

PROGRAMMA

La propagazione delle onde elettromagnetiche.

Metodi analitici per la rappresentazione del segnale elettrico e per la sua caratterizzazione. Trasformata di Fourier. Spettro di potenza e di ampiezza.

Il teorema del campionamento e sue applicazioni. Quantizzazione e rappresentazione dei campioni in forma numerica. Il PCM.

Segnali numerici. Spettro di potenza del segnale numerico. La trasmissione in banda base di segnali numerici. Interferenza intersimbolica e criterio di Nyquist.

Il rumore termico. Richiami sui processi casuali. Calcolo della $P(e)$ in sistemi numerici in banda base. Prestazioni dei sistemi PCM.

La trasmissione del segnale analogico in banda traslata. Modulazione d'ampiezza e modulazioni angolari. Prestazioni dei sistemi analogici in presenza di rumore.

La trasmissione del segnale numerico in banda traslata. Modulazioni numeriche. Prestazioni dei sistemi numerici in presenza di rumore.

LIBRI DI TESTO

L.W. Couch II, «Digital and Analog Communication Systems», Terza edizione, Maxwell McMillan International Editions (in inglese).

L0802 COMUNICAZIONI ELETTRICHE (spec.)

Prof. Valentino CASTELLANI

Dip. di Elettronica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

72

6

Es.

48

4

Lab

-

-

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 i vari 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, tecniche 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).

L0841 CONTROLLI AUTOMATICI (Generali)

Prof. Enrico CANUTO

Dip. di Automatica e Informatica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di offrire agli allievi i rudimenti per l'analisi e la sintesi di sistemi di comando automatico, con particolare attenzione ai problemi di asservimento e regolazione di congegni industriali e alla sintesi digitale dei comandi.

PROGRAMMA

- Nozioni introduttive.

I problemi del comando automatico. Struttura di un sistema a comando automatico. Esempi di automatismi industriali.

- Modelli automatici di sistemi dinamici - Analisi.

Grandezze fisiche variabili e loro formulazione mediante segnali temporali. Relazioni matematiche tra grandezze: equazioni di stato. Proprietà globali delle equazioni di stato: stabilità, comportamento in regime permanente, caratteri del transitorio.

- Modelli matematici di sistemi dinamici - Sintesi.

Introduzione alla scrittura di equazioni di stato per dispositivi industriali. Valutazione delle approssimazioni di modello.

- Sistemi di comando automatico - I principi.

Specifiche: precisione, prontezza. Struttura: Comando nominale e sua correzione mediante retroazione (servocomando). Errori di asservimento: comportamento in regime permanente, caratteri del transitorio. Stabilità di sistemi dinamici-lineari di retroazione: criterio di Nyquist. Stabilità mediante retroazione degli stati.

Osservatori e predittori degli stati.

- Sistemi di comando automatico - I componenti.

Attuatori: servomotori specifiche amplificatori elettrici di potenza (cenni).

Trasduttori: caratteristiche generali.

- Sistemi di comando automatico - Introduzione alla sintesi.

Comando analogico e digitale. Obiettivi e passi della sintesi delle regole di comando. Sintesi di regolatori lineari analogici: regolatori PID. Sintesi di comandi digitali: risoluzioni delle misure e dei comandi, predittore degli stati e sua sintesi, coordinamento tra regolatore e predittore. Cenni alla realizzazione di dispositivi di comando.

TESTI CONSIGLIATI

E. Canuto, *Principi di asservimento e regolazioni automatiche* (appunti).

G.F. Franklin et al., *Digital Control of Dynamic Systems*, Addison Wesley.

L0842 CONTROLLI AUTOMATICI (Spec.)

Prof. Giuseppe MENGA

Dip. di Automatica e Informatica

IV ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

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

Le finalità del corso sono il progetto del controllo mediante controreazione di sistemi dinamici lineari continui ed a dati campionati. Per questo il corso presuppone una conoscenza della modellistica dei sistemi dinamici con esempi nei principali campi applicativi (sistemi elettrici ed elettronici, meccanici, idraulici, termici, ecc.) acquisita nel corso di teoria dei sistemi od in corsi equivalenti. Il corso esamina il problema del controllo di sistemi dinamici nei suoi diversi aspetti: modello e sue approssimazioni, segnali di comando, variabili di uscita (da controllare), disturbi, precisione della risposta e sensitività alle incertezze. Vengono definite le specifiche e sviluppate le tecniche di progetto di controlli in catena chiusa con particolare riferimento ai sistemi lineari con una variabile di ingresso e di uscita. Vengono introdotti elementi di strumentazione per l'automazione. Il corso si articola in lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni su calcolatore incentrate sull'uso di simulazioni numeriche e programmi di progettazione assistita. È inoltre raccomandata la realizzazione di lavori di gruppo nel laboratorio sperimentale.

PROGRAMMA

- Presentazione del problema del controllo.
- Studio di sistemi dinamici di controllo tratti da problemi di automazione industriale e controllo di processi. Introduzione alla strumentazione per il controllo (trasduttori ed attuatori).
- Sviluppo delle tecniche matematiche di analisi della stabilità di sistemi dinamici in presenza di controreazione (catena chiusa).
- Definizione delle specifiche di sistemi controllati.
- Progetto del controllo con metodi di sintesi per tentativi e metodi di sintesi diretta (assistita da calcolatore) per sistemi continui ed a dati campionati.
- Realizzazione dei regolatori nella forma di filtri analogici o filtri digitali.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Familiarizzazione con le tecniche di progetto di sistemi di controllo ed impostazione di problemi da svilupparsi su calcolatore.

Utilizzo di programmi di simulazione e di programmi di progetto assistito da calcolatore.

Disponibilità di un laboratorio sperimentale con esempi di controlli semplici sistemi meccanici, idraulici, termici, ecc.

PRECEDENZE

Teoria dei Sistemi (cont.).

TESTI CONSIGLIATI

A. Isidori, *Sistemi di Controllo*, Siderea, Roma.

G. Fiorio Belletti, *Controlli Automatici*, Clut, Torino

L1441 DISPOSITIVI ELETTRONICI

Prof. Carlo NALDI (1° Corso)
 Prof. Ivo MONTROSSET (II° Corso)

Dip. di Elettronica

II ANNO
 2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico Settimanale (ore)	Lez.	Es.	Lab
	8		-

Il corso è l'insegnamento fondamentale per gli orientamenti 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. Quindi vengono descritti i fondamentali dispositivi a semiconduttore dei sistemi elettronici, con nozioni sulla tecnologia dei circuiti integrati.

PROGRAMMA

- Cenni di fisica dei solidi. Uso dell'equazione di Schrödinger: effetto tunnel. Semiconduttori IV e III - V gruppo.
- Fenomeni di trasporto. Bande di energia, fenomeni di generazione e ricombinazione. Meccanismo della conduzioni. Funzione distribuzione degli elettroni. Resistori reali.
- Teoria elementare dei semiconduttori. Drogaggio, fenomeno di diffusione. Equazione di continuità.
- Tecnologia dei circuiti integrati. Circuiti integrati ibridi: tecnologia del film sottile e del film spesso. Tecnologia planare: crescita del monocristallo, ossidazione, litografia, impiantazione ionica, diffusione dei droganti, processi CVD. Tecnologia dell'arseniuro di gallio.
- Giunzione metallo semiconduttore. Barriera Schottky. Tecnica di misura C(V) dei profili di drogaggio.
- Giunzione p-n. Capacità e correnti nel diodo. 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 tunnel. Modello SPICE.
- Transistore a effetto di campo a giunzione.
- Transistore bipolare. Effetto transistore. Correnti e parametri amplificazione. Modello di Ebers - Moll. Effetto Early. Tempi di commutazione, modello a controllo di carica. Breakdown a valanga e perforazione diretta. Modello SPICE. Tecnologia dei transistori integrati. Isolamento a ossido. Effetti parassiti.
- MOSFET. Diodo MIS: fenomeno dell'inversione di popolazione, tensione di soglia. Modelli analitici dei MOS. Tecnologia *metal gate* e *silicon-gate* (NMOS). FET di potenza: VMOS, EXFET.
- Tecnologia VLSI. Ciclo di progetto dei circuiti integrati: livelli di astrazione. Metodologie *full custom*, *standard cell*. *gate array*. Tecniche di scalamento e limiti di integrazione. Invertitori.

PRECEDENZA

Fisica II. Elettrotecnica

L1442 DISPOSITIVI ELETTRONICI II

Prof. Carlo NALDI

Dip. di Elettronica

IV e V ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Settimanale (ore)	8		-

Il corso tratta le caratteristiche di funzionamento dei dispositivi a semiconduttore con cenni alle principali applicazioni. Nell'ambito del corso non è possibile descrivere l'intera gamma dei dispositivi, si cerca tuttavia, oltre a includere i più importanti tra essi specie nel campo delle alte frequenze per telecomunicazioni, di presentarne lo studio in modo sistematico e unitario al fine di suggerire una metodologia per la comprensione di altri dispositivi non esaminati.

PROGRAMMA

- Cenni di meccanica quantistica. Equivalenza pacchetto d'onde - particella. Distribuzioni di Maxwell, di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac. Equivalenza stati vettori. Hamiltoniana del sistema. Leggi generali dell'emissione e dell'assorbimento.
- Elettrone in un reticolo. Relazione di dispersione, massa efficace. Equazione di Schroedinger. Teorema di Bloch. Modello di Kronig-Penney. Reticoli cristallini. Semiconduttori III-V, II-VI.
- Fenomeni di trasporto. Condizioni di non equilibrio. Pseudolivelli di Fermi. Collisioni con impurità ionizzate e con vibrazioni reticolari. Fononi acustici e ottici. Interazione elettrone-fonone.
- Dispositivi a effetto di volume: diodi Gunn. Mobilità differenziale negativa. Operazioni con circuito risonante. Tecniche di progetto di oscillatori a resistenza negativa.
- Tecnologia dell'arseniuro di gallio. Crescita monocristallina. Semiisolante (compensazione dislocazioni-carbonio). Tecniche epitassiali: LPE, MOCVD, MBE. Impiantazione ionica.
- Fenomeni di breakdown e dispositivi a valanga e tempo di transito. Diodi IMPATT.
- Fenomeni di generazione-ricombinazione. Centri di ricombinazione; teoria SRH.
- Dispositivi optoelettronici: Diodi a emissioni di luce (LED); Celle solari: al silicio, a eterogiunzione. Schottky, con concentrazione e con «spectral splitting»; Fotorivelatori: fotoconduttore, fotodiodi. Laser a omostruttura e a eterostruttura; SH e DH, a striscio, a reazione distribuita.
- Modelli matematici dei dispositivi. Modello stazionario continuità - Poisson. Equazione di Boltzmann. Modelli non stazionari: equazioni dell'energia e del momento. Tecniche Montecarlo. Principi generali sul rumore dei dispositivi.
- MESFET all'arseniuro di gallio. Amplificatori di basso rumore e di potenza, oscillatori, mescolatori. Circuiti integrati Monolitici (MMIC). Tecnologie epitassiali e per impiantazione.
- Dispositivi a superreticolo: «_multi-quantum well_» e modulazione del drogaggio; HEMT, pseudomorfici: transistori bipolari a eterogiunzione HBT. Dispositivi a tunneling risonante.

L1710 ELETTRONICA APPLICATA

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

Dip. di Elettronica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	70	44	12
Settimanale (ore)	6	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 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.

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. Amplificatori di potenza, SOA, resistenza termiche e dissipatori. Alimentatori lineari e a commutazione.

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

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.

L1730 ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI

Prof. Eros PASERO

Dip. di Elettronica

IV o V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	70	10	10
Settimanale (ore)	4	2	2

Il corso si propone di fornire le nozioni necessarie per progettare un sistema digitale da un punto di vista Elettronico. I problemi relativi al buon funzionamento di un progetto digitale non sono infatti relativi solo alla parte puramente logica ma coinvolgono gli aspetti più propriamente elettronici quali l'interfacciamento dei componenti, il corretto dimensionamento delle piste di alimentazione, il giusto dimensionamento delle terminazioni delle linee, il rumore presente sulle schede e così via. L'obiettivo del corso è quello di mettere in grado lo studente di progettare sistemi digitali avanzati (CPU di tipo DSP, RISC, memorie veloci ecc.) su piastra, basati sulle tecnologie più aggiornate.

PROGRAMMA

La prima parte di questo corso è dedicata allo studio dei componenti digitali sotto l'aspetto dei parametri elettronici per studiarne il comportamento nei sistemi più complessi. Lo studio della teoria delle linee applicata ai circuiti stampati, problematiche dei circuiti di alimentazione, il rumore saranno gli elementi sviluppati.

La seconda parte del corso è dedicata alla progettazione di sistemi digitali ad alte prestazioni, in cui componenti sofisticati (memorie ad alta velocità, convertitori A/D D/A ad alta velocità, controllori di bus dedicati ecc.) vengono gestiti da CPU veloci (DSP, RISC, Microcontrollori). Le nozioni acquisite nella prima parte del corso verranno qui utilizzate per progettare sistemi digitali ad elevata complessità.

L'ultima parte del corso introduce gli aspetti più avanzati dei sistemi digitali: le architetture parallele. Una breve prospettiva di quelle che sono attualmente i sistemi paralleli in uso verrà affrontata dal punto di vista del progettista elettronico: problemi elettrici dei bus e dei link seriali porteranno a considerare di volta in volta quali sono le difficoltà della progettazione di questi sistemi.

LABORATORI

Gli allievi potranno verificare le nozioni apprese su piastre sperimentali Motorola e Texas Instruments.

TESTI CONSIGLIATI:

J.D. Nicoud, «Circuits numériques pour interfaces microprocesseur», Masson 1991 (prossima pubblicazione in italiano).

D. Del Corso, H. Kirmann, J.D. Nicoud «Microcomputer buses and links», Academic Press 1986 (prossima pubblicazione in italiano).

Horowitz, Hill «The art of Electronics» Cambridge Univ. Press 1989.

H. Haznedar, «Digital Microelectronics», Benjamin Cummings P. 1991.

L1740 ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI

Prof. Dante DEL CORSO

Dip. di Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

Annuale (ore)

56

14

42

Settimanale (ore)

4

1

3

Il corso è dedicato allo studio ed al progetto dei circuiti elettronici usati specificamente nei sistemi di telecomunicazione. Sono esaminate in dettaglio alcune unità funzionali (vedi programma), delle quali si analizzano il comportamento esterno (specifiche), e le diverse realizzazioni circuitali utilizzando varie tecniche (componenti discreti, circuiti integrati standard, integrazione di sottosistemi completi).

Nozioni propedeutiche: Elettronica applicata (I e II), Comunicazioni elettriche.

PROGRAMMA

Transistori fuori linearità, limitatori, moltiplicatori di frequenza.

Amplificatori per ampio segnale, a larga banda ed accordati.

Oscillatori sinusoidali.

Filtri attivi con amplificatori operazionali.

Circuiti con funzione di trasferimento non-lineare basati su amplificatori operazionali.

Integrazioni di circuiti analogici.

Anelli ad aggancio di fase (PLL).

Conversione analogico/digitale (A/D) e digitale/analogico (D/A).

Circuiti campionatori (sample/hold).

Convertitori A/D e D/A per uso telefonico. Convertitori logaritmici (log-PCH) e delta.

Cenni su modulatori e demodulatori per informazioni numeriche (MODEM).

Cenni sulle tecniche per il progetto di circuiti integrati per applicazioni specifiche (ASIC)

Strutture per trasferimenti di informazione di tipo parallelo e seriale, sincrone ed asincrone.

Tecniche e circuiti di sincronizzazione per trasmissione seriale. Standard di collegamento seriale.

ESERCITAZIONE

Progetto di circuiti, con uso delle specifiche dei componenti. Calcolo degli errori (dispersione delle caratteristiche). Uso di tabelle. Uso di strumenti CAD.

LABORATORI

Montaggi e misure su alcuni dei circuiti progettati. Relazioni scritte obbligatorie.

TESTI CONSIGLIATI

D. Del Corso: *Elettronica per telecomunicazioni*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1988.

Clark - Hesse, *Communication circuits analysis and design*, Addison Wesley, 1971.

Tobey - Greame, *Operational amplifiers: design and applications*, McGraw Hill, 1971.

M. Gardner, *Phase lock techniques*, J. Willey & Sons, 1979.

D. Del Corso, H. Kirmann, J.D. Nicoud; *Microcomputer buses and links*, Academic Press, 1986.

L1760 ELETTRONICA DI POTENZA

Prof. Franco MADDALENO

Dip. di Elettronica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	48	32	16
Settimanale (ore)	4	4	-

Il corso di Elettronica di Potenza ha lo scopo principale di presentare i più importanti circuiti amplificatori e alimentatori utilizzati nei sistemi elettronici di piccola potenza (< 1kW). La prima parte del corso riguarda l'attuazione e l'amplificazione di potenza, con particolare enfasi sulla amplificazione a bassa frequenza, usata per il comando di piccoli attuatori e trasduttori. Nella seconda parte (più ampia della prima) vengono esaminati gli alimentatori, visti dapprima come sistemi e poi in maggior dettaglio dal punto di vista circuitale. Vengono trattati i regolatori lineari, quelli a commutazione ad onda quadra (switching), i quasi risonanti e i risonanti. L'esposizione vuole presentare sia gli aspetti teorici (modelli dei circuiti), sia soprattutto gli aspetti progettuali e realizzativi per sistemi di potenza limitata. Il corso termina dando alcuni cenni agli amplificatori a radiofrequenza. Le esercitazioni (non necessariamente separate dalle lezioni) riguardano il calcolo in aula di alimentatori e amplificatori e la verifica su calcolatore. Sono previste esercitazioni sperimentali e dimostrative in laboratorio.

Il corso richiede la precedenza di Elettronica Applicata (nuovo statuto) o Elettronica Applicata II (vecchio statuto).

PROGRAMMA

Amplificatori di potenza in continua e BF

Caratteristiche generali degli alimentatori

Alimentatori dissipativi

Analisi di alimentatori ad onda quadra: analisi, progetto e componenti

Alimentatori quasi risonanti

Alimentatori risonanti

Cenni di amplificatori di potenza RF

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni vertono sul progetto di semplici convertitori DC/DC e amplificatori, fino al dimensionamento completo, usando caratteristiche di componenti reali. I progetti così sviluppati saranno poi simulati su calcolatore. In laboratorio saranno misurate le caratteristiche di componenti, amplificatori e alimentatori.

TESTI

Il corso si basa su articoli indicati dal docente e sui seguenti testi di consultazione:

Bloom, Severns _ Modern DC-DC Switchmode Power Conversion Circuits, Van Nostrand Reinhold.

Mitchell _ DC-DC Switching Regulator Analysis, Mc Graw-Hill.

Kassakian, Schlecht, Verghese - Principles of Power Electronics, Addison-Wesley.

L1790 ELETTROTECNICA

Prof. Vito DANIELE (1° corso)
Docente da nominare (2° corso)

Dip. di Elettronica

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	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 le 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 indotti introdotti per le reti senza memoria. Potenza in regime sinusoidale. Circuiti risonanti.
- 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.
- Analisi delle reti nel dominio della pulsazione complessa: Trasformata di Laplace (richiami). Circuiti equivalenti nel dominio della pulsazione complessa. Risposte all'impulso e al gradino. Funzioni di trasferimento.
- Doppi bipoli: Caratterizzazione con matrici delle impedenze, ammettenze, ibrida e di trasmissione. Connessione di doppi bipoli.
- 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.
- Complementi sulle reti elettriche: Metodi topologici. Equazioni di stato per reti degeneri. Complementi sull'uso della trasformata di Laplace.
- 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. Dinamo e motore in corrente continua.

L1901 FISICA I

Prof. Ottavia FILISETTI BORELLO (1° corso) Dip. di Fisica

Prof. Docente da nominare (2° corso)

Prof. Alfredo STRIGAZZI (3° corso)

I ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	75	25	*
Settimanale (ore)	-	-	-

* 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'elettronica 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 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. Oscillatori accoppiati. *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. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica-Meccanica, Termodinamica*, Liguori (Napoli, 1987).R. Resnick, D. Halliday, *Fisica*, Parte I-Ambrosiana (Milano, 1982).R.P. Feynmann, R. B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynmann*, Addison Wesley, Londra, 1969.P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Fisica*, SES, Napoli, 1991.

L1902 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)	75	25	*
Settimanale (ore)	-	-	-

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 da 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 risolutore 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*,

L2150 FONDAMENTI DELLA MISURAZIONE E METROLOGIA GENERALE ELETTRICA

Prof. Ernesto ARRI

Dip. Automatica e Informatica

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	60	30	-
Settimanale (ore)	4	2	-

Il corso è propedeutico ai corsi specialistici di misure elettriche ed elettroniche e presenta i fondamenti teorici e pratici della moderna scienza delle misure secondo una metodologia unitaria valida per qualsiasi grandezza suscettibile di misurazione e regolazione. Gli oggetti e i fenomeni misurabili, le operazioni da compiere, i metodi e i mezzi tecnici impiegati, la conversione delle informazioni (letture) nei risultati, la qualificazione e il confronto di questi mediante l'incertezza sono introdotti in modo operativo, evidenziando le connessioni con le discipline informatiche e automatiche.

PROGRAMMA

Garanzia di qualità dei prodotti e dei servizi. Organismi normativi di certificazione e metrologici internazionali europei comunitari e nazionali. Fondamenti di teoria della misurazione. Grandezze misurabili. Unità di misura. sistemi di unità. sistema internazionale (SI). Definizione, realizzazione, riproduzione mantenimento e disseminazione delle unità. Informazione e fascia di valore di una misura. Incertezza. Compatibilità di più misure. Reperibilità. Servizi di taratura. Procedimento logico operativo e modello di una misurazione e/o regolazione (m.r.). Segnale, rumore, interfaccia, interazione, in una m.r. Grandezze d'influenza. Metodi per m.r.; diretti, indiretti, a letture ripetute. Metodi diretti: per indicazione e per confronto (per opposizione e per sostituzione, differenziali e per azzeramento). Dispositivi per m.r., campioni materiali, strumenti, trasduttori, sensori, attuatori, potenziometri, ponti, strumenti intelligenti, dispositivi per acquisizione e distribuzione di dati. Informazione ottenibile da un dispositivo per m.r.: lettura. Taratura come conversione da lettura in misura. caratteristiche metrologiche dei dispositivi per m.r.. Loro classificazione secondo classi di precisione. Normativa sulle m.r. e sulle incertezze. Incertezze di misura: componenti di tipo A (aleatorie, valutabili con metodi statistici) e B (sistematiche, valutabili secondo altri criteri). Teoria delle probabilità.

Variabili aleatorie. Distribuzioni e densità di probabilità. Momenti: valore medio, varianza, scarto-tipo. Distribuzioni multivariate: covarianza. Teorema limite centrale. Gradi di libertà. Analisi statistica. Popolazioni e campioni statistici: istogrammi, momenti empirici. Variabili statistiche: distribuzioni campionarie. Interferenza statistica. stime dei parametri di una popolazione: livello fiduciario, indice di significatività. Test statistici: parametrici (t, F) e non (). Regressioni: metodo dei minimi quadrati. trattamento statistico delle misure per le incertezze A. Propagazione delle incertezze nelle misurazioni indirette. caratterizzazione anche delle incertezze a in termini di varianze. Incertezze composte da A e B. Incertezza globale.

L2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. Antonio LIOY	1° Corso: A-E	Dip. di Automatica e Informatica
Prof. Elio PICCOLO	2° Corso: F-P	Dip. di Automatica e Informatica
Prof. Piero DEMICHELIS	3° Corso: Q-Z	Dip. di Automatica e Informatica

I ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	84	28	56
	Settimanale (ore)	6	2	4

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti dell'informatica sia sotto l'aspetto dell'hardware che del software. Particolare importanza viene data ai principi della programmazione mediante l'uso di linguaggi evoluti quali il PASCAL. Vengono inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura degli elaboratori e sulla rappresentazione dell'informazione al loro interno.

PROGRAMMA

La prima parte del corso è rivolta ad illustrare la rappresentazione, all'interno degli elaboratori, dell'informazione numerica (numeri in virgola fissa e mobile) e non numerica (codici), le operazioni algebriche fondamentali in binario, i principi dell'algebra di Boole e l'applicazione dei teoremi alla minimizzazione delle espressioni logiche. Successivamente si passa a descrivere la struttura del calcolatore (unità centrale, memoria centrale e memorie di massa) e le tecniche di interconnessione con i dispositivi periferici. Si affronta poi, anche se in modo non approfondito, il funzionamento del calcolatore, il linguaggio macchina, l'assembler e i principali componenti software: il Sistema Operativo (in generale, e l'MS-DOS in particolare), i Compilatori, i programmi di servizio e i programmi applicativi. Si forniscono infine i principi della programmazione strutturata utilizzando il linguaggio PASCAL e, nella parte conclusiva del corso, si illustrano alcuni algoritmi di uso comune, quali quelli di sort e merge dei dati, quelli ricorsivi, quelli per la visita di alberi binari, ecc.

Sono previste esercitazioni di programmazione in Pascal in aula e sugli elaboratori del Laboratorio di Informatica di Base.

TESTI CONSIGLIATI

- P. Demichelis, E. Piccolo: «Informatica di base, Fortran 77 e Pascal», *Levrotto & Bella*, TORINO, 1987.
- E. Piccolo, E. Macii: «Fondamenti di Informatica: testi d'esame ed esercizi svolti», II Edizione, *Levrotto & Bella*, TORINO, 1992.
- E. Piccolo: «Tecniche di base e tecniche avanzate per l'uso del Personal Computer», *Clut*, TORINO, 1992.
- P. Prinetto: «Fondamenti di Informatica: Lucidi», *Levrotto & Bella*, TORINO, 1991.
- P. Demichelis, E. Piccolo: «PASCAL: trasparenze», *Clut*, TORINO, 1992.
- K. Jensen, N. Wirth, «PASCAL user manual and report - ISO PASCAL Standard», III Edizione, *Springer*, NEW YORK, 1985.
- M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, «Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione», *UTET*, TORINO, 1988.

L2300 GEOMETRIA

Prof. N. CHIARLI	1° Corso: A-E	Dip; di Matematica
Prof. S. GRECO	2° Corso: F-P	Dip. di Matematica
Docente da nominare	3° Corso: Q-Z	Dip.di Matematica

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

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 - Coordinate polari e numeri complessi (incluso fattorizzazione di polinomi ed esponenziale complesso) - Geometria analitica dello spazio. Quadriche, coni, cilindri e superfici di rotazione - Geometria differenziale delle curve - Spazi vettoriali - Calcolo matriciale - Sistemi lineari - Applicazioni lineare - Autovalori e autovettori - Forma canonica di Jordan - Sistemi di equazioni differenziali lineari del 1° ordine a coefficienti costanti - Equazioni differenziali lineari di ordine n a coefficienti costanti - Spazi euclidei reali e forme quadratiche.

EVENTUALI LIBRI DI TESTO

S. Greco - P. Valabrega - Lezioni di matematica per allievi ingegneri - Levrotto & Bella, Torino, 1992.

G. Beccari e altri - Esercizi di geometria - CELID, Torino, 1985.

A. Sanini - Esercizi di geometria - Levrotto & Bella, Torino, 1984.

L3050 ISTITUZIONI DI MECCANICA QUANTISTICA

Prof. Carlo BUZANO

V ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
1° PERIODO DIDATTICO	Settimanale (ore)	6	2	-

Il corso si propone, partendo dalle conoscenze acquisite nei corsi di Fisica I e II, di introdurre gli studenti allo studio della Meccanica Quantistica e Statistica, fornendo le basi concettuali e le tecniche necessarie per seguire con profitto corsi successivi di rilevante contenuto fisico.

Ampia parte del corso è dedicata ad applicazioni nel campo della Struttura della Materia con particolare attenzione al Magnetismo.

PROGRAMMA

Cenni di meccanica analitica:

Lagrangiana ed equazioni di Lagrange, Hamiltoniana ed equazioni di Hamilton, parentesi di Poisson, trasformazioni canoniche. Piccole oscillazioni, coordinate normali.

Meccanica Quantistica:

Breve analisi degli esperimenti che hanno condotto alla formulazione della Meccanica Quantistica.

Formulazione di Dirac della Meccanica Quantistica:

- Principio di sovrapposizione e caratterizzazione degli stati dinamici mediante vettori.
- Variabili dinamiche e osservabili. Teoria della rappresentazione.
- I postulati della Meccanica Quantistica (probabilità dei risultati di misura e valore medio di un osservabile).
- Principio di indeterminazione di Heisenberg.
- Comportamento dinamico di un sistema quantistico (descrizione di Schroedinger, di Heisenberg, di interazione).

Meccanica Ondulatoria.

Applicazioni elementari della Meccanica Quantistica: oscillatore armonico, buca (barriera) di potenziale rettangolare.

Proprietà generali dei momenti angolari in meccanica quantistica.

Particella in un campo centrale. Atomo di idrogeno.

Lo spin. Bosoni e Fermioni.

Sistemi di particelle identiche. Principio di esclusione di Pauli.

Metodi di approssimazione. Teoria delle perturbazioni.

Elementi di Meccanica Statistica Quantistica:

- I postulati della Fisica Statistica (concetto di ensemble, ipotesi ergodica).
- Ensemble microcanonico, canonico, gran canonico.
- Gas di Bosoni: statistica di Bose-Einstein. Gas di Fermioni: statistica di Fermi-Dirac. Gas classico: statistica di Maxwell-Boltzmann.

Applicazioni nel campo della Struttura della Materia, variabili di anno in anno, con particolare attenzione al Magnetismo (Hamiltoniana di spin).

L3210 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE (annualità 0.5)

Prof. Terenziano RAPARELLI 1° Corso: A-K Dip. di Meccanica
 Prof. Carlo FERRARESI 2° Corso: L-Z Dip. di Meccanica

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	30	20	

Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identi
 Le considerazioni teoriche di base della Meccanica trovano un riscontro appli**

PROGRAMMA

- * Richiami di cinematica piana - cinematica del punto - cinematica del corpo rigido cinematica dei moti relativi
- * Accoppiamenti tra corpi rigidi - coppie cinematiche - accoppiamenti di forza
- * Dinamica - forze e momenti - equazioni cardinali della dinamica - lavoro ed energia impulso, quantità di moto e momento della quantità di moto
- * Attrito - attrito secco - attrito volvente
- * Componenti meccanici ad attrito - contatti estesi, ipotesi dell'usura - freni - frizioni
- * Sistemi di trasformazione e trasmissione del moto - meccanismi - ruote di frizione - ruote dentate - rotismi - flessibili - vite-madrevite
- * Transitori nei sistemi meccanici - accoppiamento motore carico diretto, con riduttore di velocità e con* innesto a frizione - sistemi a regime periodico
- * Vibrazioni lineari a un grado di libertà - vibrazioni libere - vibrazioni forzate

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di esercizi riguardanti *

TESTI CONSIGLIATI

C. Ferraresi, T. Raparelli, «Appunti di Meccanica Applicata», CLUT, Torino

J.L. Meriam, L.G. Kraige, «Engineering Mechanics», Vol. I & II, S.I.

G. Jacazio, B. Piombo, «Esercizi di Meccanica Applicata», Levrotto & Bella*

L3280 MECCANICA DEI ROBOT

Prof. Ario ROMITI

Dip. di Meccanica

V ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	56	56	-
Orientamento: Elettronica-Meccanica	Settimanale (ore)	4	4	-

Scopo del corso è di fornire le conoscenze necessarie per la progettazione funzionale e strutturale dei robot e per il loro adattamento ai vari possibili impieghi, e la formulazione dei modelli matematici che dovranno essere utilizzati dai programmatori dei controlli. Verranno dapprima studiate le caratteristiche dei componenti, quindi sarà effettuata l'analisi del sistema robot; verranno infine considerate le applicazioni, dall'integrazione del robot in sistemi complessi alla personalizzazione dei robot per usi particolari.

Il corso è articolato in lezioni ed esercitazioni teoriche e di laboratorio.

Nozioni propedeutiche: si ritiene consigliabile l'aver seguito il corso di Regolazioni automatiche.

PROGRAMMA

Elementi caratteristici di robot e manipolatori. Classificazione dei robot. Gradi di libertà. Struttura meccanica dei robot. Configurazioni con elementi articolati e di scorrimento. Costituzione dei giunti e delle guide. Costituzione dei polsi. Sistemi di attuazione: elettrico, idraulico, pneumatico.

Caratteristiche meccaniche e di controllo degli attuatori. Sistemi di riduzione della velocità. Sensori di posizione e di velocità, assoluti ed incrementali, ottici ed elettromagnetici. Sensori tattili, di prossimità visuali. Sensori di forza. Trasduzione ed interpretazione dei segnali dei sensori. Mani di presa meccaniche; elettromagnetiche, a vuoto. Movimentazione delle mani e delle dita. Forze di contatto. Metodi di controllo automatico dei robot. Modellazione cinetica e dinamica del sistema meccanico del robot, identificazione dei componenti. Metodi di analisi dinamica: teoremi generali, equazioni di Lagrange, metodi variazionali. Rigidezze dei componenti e delle articolazioni. Effetti dell'elasticità della struttura. Modi di vibrazione. Precisione di posizionamento. Modelli delle mani di presa e dei sistemi di attuazione. Trasmissioni nelle linee pneumatiche ed idrauliche. Studio dei trasduttori. Sollecitazioni dei componenti. Affidabilità e impiego nei sistemi flessibili di lavorazione. Sistemi passivi ed attivi di assemblaggio. La sensorizzazione dei sistemi di assemblaggio. Robot di montaggio. Robot di manipolazione. Robot per saldatura a punti e continua. Robot di verniciatura. Robot speciali: autolocomotori, per protezione civile ed applicazioni mediche, per applicazioni spaziali, minerarie, oceaniche, nucleari. Elementi di valutazione economica sull'impiego dei robot.

TESTI CONSIGLIATI

Vukobratovic - Portkonjak, *Dynamics of Manipulation Robots*, Springer-Verlag, 1982.

Vokobratovic - Stokic, *Control of Manipulation Robots*, Springer-Verlag, 1982.

R. Paul, *Robot Manipulators: Mathematics, Programming and Control*, MIT, 1981.

B3300 MECCANICA DEL VOLO

Prof. Piero GILI

Dip. di Ingegneria Aeronautica e Spaziale

IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	40	-
Settimanale (ore)	6/8	2/4	-

Il corso si propone di fornire le cognizioni fondamentali necessarie al calcolo delle caratteristiche di volo a regime, della autonomia, della capacità di carico, degli spazi e tempi di decollo e atterramento, delle stabilità e della manovrabilità longitudinale e latero-direzionale, del volo manovrato e in raffica, nonché del comportamento in vite del velivolo ad elica e a getto. Si danno anche alcuni cenni di meccanica del volo dell'elicottero. Si premettono alcune lezioni di statica dell'atmosfera, di aerostatica e di aerodinamica sperimentale indispensabile per una facile comprensione degli argomenti fondamentali del corso. Nozioni propedeutiche: Aerodinamica, Meccanica applicata.

PROGRAMMA

Atmosfera: Troposfera e stratosfera; aria di tipo internazionale; livellazione barometrica.

Aerostatica: aerostato ideale a volume o a peso di gas costante; conseguenza delle variazioni di temperatura e di pressione sulla salita e discesa dell'aerostato; palloni sonda.

Aerotecnica: teoria di Fruode; le varie forme di resistenza; la polare aerodinamica del profilo con e senza ipersostentazione.

Prestazione dei velivoli: forze e momenti aerodinamici; polare del velivolo; il volo librato; spinte necessarie al volo; caratteristiche di volo del turbogetto; il velivolo ad elica, caratteristiche geometriche e aerodinamiche dell'elica; il turboelica; studio del decollo nelle tre fasi di rullaggio; manovra e salita; atterramento su ostacolo; mancato decollo; spazio e tempo di decollo dell'idrovolante; consumi di combustibile durante le operazioni di decollo e salita fino alla quota di crociera, discesa e avvicinamento; autonomie orarie e chilometriche del velivolo a getto e ad elica in aria calma, diagrammi di utilizzazione, momento di trasporto, indice di economia di trasporto, influenza del vento sull'autonomia, diverse condotte possibili di volo, lossodromie e ortodromie.

Stabilità: equilibrio e stabilità statica longitudinale e comandi liberi bloccati del velivolo normale, tutt'ala e senza coda; momento di cerniera; effetto diedro; manovra degli alettoni, velocità angolare di rollio a regime, velocità di inversione degli alettoni; stabilità direzionale a comandi liberi e bloccati; trazione asimmetrica. Moti non uniformi: volo non uniforme nel piano di simmetria; traiettorie di Lanchester; diagrammi di manovra ICAO; moti curvi del velivolo, virata piatta, virata corretta, raggio minimo di curvatura, momenti precessionali d'inerzia nella virata; il volo in aria agitata; l'autorotazione e il suo studio sperimentale, la vite; condizione di similitudine per prove su modello.

Meccanica del volo dell'elicottero: schema base e forze agenti, i comandi di volo, principali sistemi rotore; potenze necessarie al sostentamento, potenze disponibili, regimi di salita.

LIBRI DI TESTO

A. Lausetti, *L'Atmosfera in quiete*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

A. Lausetti - F. Filippi, *Elementi di Meccanica del volo*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

A. Lausetti, *Decollo e atterramento*, Ed. Levrotto & Bella, Torino.

A. Lausetti, *Lossodromie e Ortodromie* Ed. Levrotto & Bella, Torino.

IN292 MICROELETTRONICA

Prof. Francesco GREGORETTI

Dip. di Elettronica

V ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	56	28	14
INDIRIZZO: Apparati di telecomunicazioni	Settimanale (ore)	4	2	1
Apparati di telefonia				
Circuiti a microonde				
Elettronica circuitale				
Microonde e tecnologie elettroniche				

Il corso è essenziale per la formazione di ingegneri elettronici con indirizzo progettistico-circuitale o informatico-hardware. Il programma è organizzato in modo da fornire agli allievi le nozioni fondamentali sulla progettazione di circuiti logici a grande scala di integrazione (VLSI).

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni, anche di tipo sperimentale. Durante le esercitazioni verrà svolto dagli allievi un ciclo completo di progettazione di un circuito integrato.

Il corso presuppone la conoscenza delle caratteristiche fondamentali dei dispositivi elettronici, in particolare dei dispositivi MOS, e delle nozioni di base di elettronica applicata e di progetto di circuiti logici; vanno pertanto considerati propedeutici i corsi di Componenti elettronici ed Elettronica applicata I.

PROGRAMMA

- _ Cenni di tecnologia, ciclo di fabbricazione.
- _ Componenti integrabili, caratteristiche e modelli di dispositivi e delle interconnessioni.
- _ Circuiti elementari, caratteristiche statiche e dinamiche.
- _ Circuiti digitali combinatori, di pilotaggio, di ingresso/uscita, circuiti di protezione.
- _ Logiche regolari, programmabili, array e librerie di celle.
- _ Celle di memoria a sola lettura, a lettura/scrittura statiche e dinamiche, programmabili.
- _ Logiche dinamiche, fenomeni di bootstrapping e latch-up.
- _ Architettura interna, floor planning, distribuzione delle alimentazioni e dei segnali di cadenza.
- _ Ciclo di progetto, strumenti per la progettazione assistita da elaboratore (CAD), editor grafici, simulatori elettrici e logici; generatori automatici di celle, router e piazzatori di celle.
- _ Circuiti analogici.
- _ Dissipazione di potenza statica e dinamica.
- _ Cenni di misure, collaudo, testing.
- _ Problemi relativi allo scanalamento e cenni sulla tecnologia e sui componenti GaAs, e sull'integrazione a livello di wafer.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni seguono gli argomenti svolti a lezione e si basano sullo sviluppo da parte degli allievi di esercizi di calcolo e valutazione di circuiti semplici, e simulazioni al calcolatore sia elettriche che logiche. Successivamente gli allievi svolgeranno tesine monografiche che porteranno al progetto di parti significative di un circuito integrato VLSI.

TESTI CONSIGLIATI

C. Mead _ L. Conway, *Introduction to VLSI systems*, Addison Wesley.

M. Annaratone, *Digital CMOS circuit design*, Kluwer Academic Publisher.

L.A. Glaser _ D.W. Dobberpuhl, *The design and analysis of VLSI circuits*, Addison Wesley.

N. Weste _ K. Eshraghian, *Principles of CMOS VLSI design; a system perspective*, Addison Wesley.

L3570 MICROONDE

Prof. Gian Paolo BAVA

Dip. di Elettronica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	80	18	14
Settimanale (ore)	6-8	1-2	-

Scopo del Corso è di fornire metodi di studio di componenti, dispositivi e circuiti di interesse nel campo di frequenza delle microonde, in particolare per quanto riguarda il settore delle Telecomunicazioni (collegamenti e circuiti di elaborazione dei segnali in guide metalliche e dielettriche ed in strutture adatte a circuiti integrati, ecc.).

Verranno anche sviluppati esempi di tecniche di progetto di componenti e circuiti; la scelta degli argomenti specifici potrà cambiare secondo gli interessi che via via si manifesteranno.

PROGRAMMA

Si articola sostanzialmente nei seguenti capitoli:

- Analisi generale dei fenomeni di propagazione elettromagnetica guidata. Eccitazione ed accoppiamento dei modi; guide con due modi e relative applicazioni. Strutture guidanti periodiche. Onde di carica spaziale, tubi speciali per microonde e loro evoluzione. Esempi vari di componenti e loro utilizzazioni.
- Analisi di componenti e circuiti di particolare interesse: accoppiatori direzionali, filtri, circolatori, ecc.. Effetto dei disadattamenti nei collegamenti. Considerazioni e schemi sistemistici; esempi. Analisi generale degli effetti dei tempi di transito nei dispositivi per l'elaborazione dei segnali; limitazioni fisiche di base. Strutture attive.
- Risonatori elettromagnetici: cavità metalliche e loro proprietà; limitazioni. Risonatori aperti e dielettrici; risonatori Fabry-Perot generalizzati. Rappresentazioni circuitali; cenni sui filtri distribuiti.
- Dispositivi a stato solido avanzati di uso nel campo delle microonde e delle onde millimetriche; dispositivi basati su fenomeni quantici (tunneling risonante, giunzioni Josephson, ecc.). Maser paramagnetici e dispositivi basati su fenomeni parametrici; caratteristiche ed interessi applicativi, stabilità e rumore negli oscillatori.

Laboratori

Esercitazioni sperimentali con squadre relativamente piccole, su argomenti trattati nel Corso. Eventuali visite a Laboratori di ricerca ed industriali.

Testi consigliati

Sono disponibili appunti (quasi completi) delle lezioni.

L3620 MISURE A IPERFREQUENZE

Prof. Umberto PISANI

Dip. di Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	60	-	52
Settimanale (ore)	4	-	4

Il corso è rivolto agli studenti che intendono approfondire la conoscenza e le tecniche di misura più moderne nei campi di frequenza, tipici delle telecomunicazioni, che vanno fino alle onde millimetriche, dando ampio spazio anche alla caratterizzazione sperimentale di componenti, strutture passive e dei più recenti dispositivi attivi. Fondamentali sono le esercitazioni sperimentali organizzate come tesine. Per una proficua frequenza occorre avere acquisito le conoscenze fornite nei corsi di Campi Elettromagnetici, di Microonde e di Misure Elettroniche.

PROGRAMMA

Generatori di segnali, generatori "sweep" e sintetizzatori. La misura della potenza mediante tecniche di tipo bolometrico e a termocoppia. Analisi spettrale e applicazioni degli analizzatori di spettro a microonde. Tecniche di misura vettoriale: il riflettometro a sei porte. Analizzatore vettoriale di reti: analisi del sistema di misura, sorgenti di errore, tecniche di calibrazione, estensione alle onde millimetriche. Analizzatore scalare di reti: generalità ed applicazioni alla misura di caratteristiche di amplificatori di potenza. Tecniche di riflettometria nel dominio del tempo: generalità e applicazioni. La caratterizzazione di dispositivi attivi: caratterizzazione per piccolo segnale e ampio segnale, compressione di guadagno e caratteristiche di intermodulazione. Le misure di rumore e strumentazione relativa: parametri di rumore di dispositivi attivi e loro misura. Strumenti di misura di recentissima introduzione quali il "microwave transition analyzer" e sistemi per misure elettroottiche. Sistemi automatici di misura, strumenti modulari e loro gestione mediante interfaccia IEEE-488.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni di laboratorio verteranno su argomenti specifici trattati nel corso e saranno svolte a gruppi di 4 allievi. Una parte delle esercitazioni sarà svolta sotto forma di tesine sperimentali.

TESTI CONSIGLIATI

- A. E. Bailey editor: *Microwave measurement*, Peter Peregrinus Ltd. (IEEE), 1985.
 G. H. Bryant, *Principles of Microwave Measurement*, Peter Peregrinus Ltd. (IEEE).
 T. S. Laverghetta, *Modern Microwave Measurements and Techniques*, Artech House, 1988.
 M. Sucher and J. Fox editors, *Handbook of Microwave Measurements*, 3rd Edition vol. I, II, III, Polytechnic Press of the Polytechnic Institute of Brooklin.

L3670 MISURE ELETTRONICHE

Prof. S. LESCHIUTTA
Prof. A. DE MARCHI

Dip. di Elettronica
Dip. di Elettronica

IV ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	60	20	40
	Settimanale (ore)	4	2	4

Il corso si propone di fornire le basi della teoria delle misure e di illustrare i principali metodi di misura delle grandezze elettriche e di quelle, come il tempo e la frequenza, che sono di interesse nei vari settori dell'ingegneria elettronica. Si descrivono inoltre i principi di funzionamento, le caratteristiche essenziali e l'uso degli strumenti elettronici più diffusi, e la misura di grandezze non elettriche mediante sensori e trasduttori. Si descriverà brevemente l'interfaccia standard (IEC 625 o IEEE 400) per la gestione di sistemi di misura mediante calcolatore.

PROGRAMMA

Definizione di una misura e suo schema logico. Sistema Internazionale di unità di misura. Campioni di riferimento. Incertezza in una misura e cause che la determinano. Trattamento dei dati sperimentali e valutazione dell'indice di qualità di una misura.

Strumenti e metodi per la misura di tensioni, correnti continue e resistenze, l'amperometro ed il voltmetro analogici, il tester, la conversione analogico-digitale ed il voltmetro numerico. Strumenti e metodi per la misura di tensioni, e correnti alternate. L'oscilloscopio a raggi catodici: analogico, a memoria e persistenza variabile, campionatore e a memoria digitale. Strumenti e metodi per la misura di frequenza, differenza di fase e di intervalli di tempo. Misure di impedenza con metodi a ponte in BF e RF; metodi volt-amperometrici (impedenzometro vettoriale). Misure di Potenza. Generatori di segnali sinusoidali, di forme d'onda, sintetizzati. Sistemi di acquisizione dati. Cenni sull'interfaccia standard IEC 625/IEEE 400: caratteristiche essenziali, il BUS del sistema, indirizzamenti.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni di laboratorio verteranno su argomenti specifici trattati nel corso e saranno svolte a gruppi di 4 allievi.

Testi consigliati

- P. Kantrowitz, G. Kousourou, L. Zucker: Electronic Measurements, Prentice-Hill
- G. Gregoretti: Appunti di Misure Elettroniche, Celid Torino
- E. Arri S. Sartori: Le misure di grandezze fisiche, Paravia
- G. Gregoretti, U. Pisani: Esercitazioni di Misure Elettroniche, 1 Ciclo, Celid
- U. Pisani: Esercitazioni di Misure Elettroniche, 2 Ciclo, Celid
- S. Leschiutta, U. Pisani: Complementi di Misure Elettroniche, Clut

L3870 OPTOELETTRONICA

Prof. Ivo MONTROSSET

Dip. di Elettronica

IV o V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

Annuale (ore)

80

-

-

Settimanale (ore)

6

-

-

In questi ultimi anni le tecniche ottiche di elaborazione e di analisi veloce di segnali sia elettrici che ottici (immagini) hanno avuto un crescente sviluppo. Particolare importanza hanno inoltre assunto le tecniche di restaurazione e riconoscimento di immagini basate anche sulle capacità di apprendimento di particolari circuiti ottici. Scopo di questo corso è quello di introdurre i principi fisici di base e di presentarne e discuterne le applicazioni.

PROGRAMMA

Introduzione ai materiali per l'optoelettronica: Materiali dielettrici e cristalli; guide ottiche (richiami, descrizione fenomenologica); assorbimento, dispersione e perdite; propagazione in mezzi anisotropi (cenni); effetti fisici: elettro-ottico lineare, acusto-ottico, magneto-ottico, fotorifrazione, nonlineare. Applicazioni alla modulazione e deflessione della luce, in componenti di volume ed integrati.

Materiali semiconduttori: Richiami sugli effetti fisici nei semiconduttori: fenomeni di ricombinazione, assorbimento ed emissione, inversione di popolazione, elettrorifrazione, elettroassorbimento, effetti ottici nonlineari. Sorgenti ottiche: LED, laser a semiconduttore; descrizione caratteristiche: soglia, spettro e larghezza spettrale, modulazione. Fotorivelatori: fotodiodi PIN, fotodiodi a valanga (strutture, caratteristiche).

Elaborazione ottica di immagini (prima parte): Elementi sulla coerenza in ottica. Richiami di teoria della diffrazione. Lenti come processori ottici. Tecniche di filtraggio spettrale. Principi di olografia. Applicazione al calcolo ottico analogico. Riconoscimento di caratteri.

Elaborazione ottica di segnali: Elaborazione di segnali elettrici. Onde acustiche superficiali, Materiali, trasduttori, componenti. Analizzatori di spettro, correlatori, modulatori spaziali, altre applicazioni.

Sensori in fibra ottica Classificazione, componenti e schemi di rivelazione. Sensori intrinseci (pressione, accelerazione, giroscopi, idrofoni, ecc.). Sensori estrinseci (velocità, spostamento, vibrazione, ecc.). Elaborazione ottica di immagini (seconda parte). Effetti nonlineari del secondo e terzo ordine. Mescolazione a 2 e 4 onde, coniugazione di fase.

Un argomento tra: olografia dinamica e memoria olografiche associative; bistabilità ottica: principi, dispositivi; commutazione tutto ottica, reti neurali ottiche ed optical computing.

ESERCITAZIONI

Non sono formalmente distinte dalle lezioni.

PRECEDENZE

Dispositivi elettronici.

L4360 PROPAGAZIONE

Prof. Giovanni Emilio PERONA

Dip. di Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	90	50	-
Settimanale (ore)	6	2	-

Il corso intende descrivere i fenomeni fisici che determinano le caratteristiche della propagazione delle onde elettromagnetiche; l'utilizzazione della propagazione stessa per la trasmissione e il reperimento di informazioni (ponti radio, radiodiffusioni, radar) e i vincoli imposti dalla propagazione delle radio onde sulle specifiche tecniche degli apparati e dei sistemi usati.

Il corso è articolato in lezioni ed esercitazioni anche di carattere numerico, e visite ad alcuni laboratori.

Nozioni propedeutiche: è richiesta la conoscenza delle nozioni di elettromagnetismo insegnate nel corso di Campi elettromagnetici.

PROGRAMMA*Parte descrittiva.*

Bande di frequenza e loro utilizzazione: gli usi delle varie bande di frequenza e i fenomeni fisici che ne influenzano la propagazione sono esaminati a partire da frequenze di qualche Hz fino a frequenze ottiche.

Elementi sulle antenne: in breve ed in forma semplice sono descritti vari tipi di antenne, loro caratterizzazione ed uso, circuiti equivalenti, guadagno, aerea equivalente.

Parte applicativa.

Propagazione troposferica (indice di rifrazione nella atmosfera terrestre, equazioni dell'ottica geometrica, ducting troposferico, propagazione in presenza di pioggia e nebbia, ecc.); propagazione ionosferica (indice di rifrazione nei plasmi, la ionosfera terrestre, ecc.); remote sensing (irraggiamento termico e non termico, trasporto della radiazione, scattering, ecc.); luce coerente (fasci gaussiani, loro generazione e propagazione, ecc.).

Ponti radio nelle applicazioni telefoniche (ponti analogici e numerici, bande usate, antenne, specchi metallici, interferenze, ecc...); radiodiffusioni (canali impiegati, sistemi d'antenne, interferenze, rete di diffusione dei programmi), radar (diversi tipi di radar, specifiche tecniche per alcuni sistemi particolari, esempi di applicazione, ecc.).

ESERCITAZIONI

Durante il corso potranno essere effettuate esercitazioni abbastanza complesse di analisi di sistemi specifici (ponti radio, radar) con applicazioni di tipo numerico.

TESTI CONSIGLIATI

Verranno posti a disposizione degli allievi gli appunti di lezione del docente.

Libri di utile consultazione sono:

Livingstone, *The physics of microwave propagation*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1970.

Skolnik, *Radar handbook slater*, Remote Sensing, 1980.

L4540 RETI LOGICHE

Prof. Luigi GILLI

Dip. di Automatica e Informatica

IV ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	90	60	30
Settimanale (ore)	6	4	2

Il corso si propone di illustrare le problematiche relative al progetto di circuiti logici e di semplici sistemi di elaborazione. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente può verificare la correttezza dei propri progetti tramite sistemi di elaborazione.

Oltre alle lezioni teoriche e alle esercitazioni in aula sono previste esercitazioni sull'uso del linguaggio di simulazione MOZART.

PROGRAMMA

Richiami di algebra booleana e analisi di reti combinatorie. Sintesi di reti combinatorie. Analisi di reti sequenziali: reti sincrone ed asincrone. Sintesi di reti sequenziali asincrone. Sintesi di reti sequenziali sincrone. Diagnostica e collaudo di circuiti logici: simulazione di circuiti, modelli di guasti, generazione di pattern di test, fault simulation. Progetto formale di sistemi di elaborazione: organizzazione generale, unità operativa, unità di controllo, unità periferiche, memorie e registri. Possibili architetture di sistemi: hardzware, microprogrammati, con uno di PLA. Sviluppo del progetto di un piccolo sistema di elaborazione. Descrizione del sistema di elaborazione INTEL 8085. Descrizione del CPI 8085: schema a blocchi, modalità di funzionamento, set di istruzioni, temporizzatore dell'esecuzione delle istruzioni. Descrizione dei periferici: configurazione memory mapped ed isolated I/O con analisi dei seguenti dispositivi: 8205, 8251, 7253, 8255, 8259. Organizzazione di banchi di memorie (8101, 8102, 2708, 2716).

ESERCITAZIONI

Linguaggio di simulazione MOZART. Progetto di macchine asincrone, sincrone, special purpose.

LABORATORI

Esercitazioni pratiche sul linguaggio di simulazione MORART.

TESTI CONSIGLIATI

A. Frisiani - L. Gilli, *Introduzione alle reti logiche*, Franco Angeli Editore, Milano 1981;
P. Prineto, *Progetto di sistemi numerici di elaborazione ed impiego dei relativi strumenti CAD*, Cusl P.G. Frassati, Torino, 1980.

L4900 SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE

Prof. Eemanno NANO

Dip. di Elettronica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	56	52	4
Settimanale (ore)	4	4	-

Il corso, di carattere applicativo, ha la finalità di trattare i problemi delle radiocomunicazioni ed in particolare di ricezione della radiodiffusione sonora e televisiva. Dopo la presentazione dei vari sistemi di trasmissione usati, vengono esaminati i ricevitori sonori e televisivi dal punto di vista del funzionamento e della progettazione. Vengono infine date alcune nozioni sui trasmettitori, sui problemi di pianificazione delle reti di radiodiffusione, sugli impianti d'antenna centralizzati, sulla ricezione televisiva diretta da satellite e sulla protezione della radiodiffusione dai radiodisturbi. Alle lezioni fanno seguito esercitazioni di calcolo di progetto e di verifica.

Nozioni propedeutiche: si consiglia di aver seguito i corsi di Comunicazioni elettriche ed Elettronica applicata I.

PROGRAMMA

Richiami sulle principali modulazioni usate per la radiodiffusione. Sistemi di trasmissioni sonore monofoniche e stereofoniche. La filodiffusione. I ricevitori sonori: schema a blocchi; principi di funzionamento e di progetto. Principi di trasmissione e ricezione di immagini in bianco e nero. Norma televisive; schema a blocchi e principi di progetto di un televisore in bianco e nero. Richiami di colorimetria e principi di trasmissione e ricezione di immagini a colori; il televisore a colori. Tubi da presa e cinscoipi. Gli impianti centralizzati d'antenna. Cenni sulla ricezione televisiva diretta da satellite. Cenni sui trasmettitori e sui problemi di pianificazione. Il problema della compatibilità elettromagnetica e della protezione dei servizi radio contro i radiodisturbi. Misure sui ricevitori.

ESERCITAZIONI

Illustrazioni delle parti principali di ricevitori sonori e televisivi. Calcolo di progetto e verifica di alcuni circuiti tipici dei ricevitori. Esempi di progetto di impianti d'antenna.

LABORATORI

Alcune dimostrazioni sulle forme d'onda e sugli spettri dei principali segnali di radiodiffusione.

TESTI CONSIGLIATI

Dispense.

L4920 SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

Prof. Mario PENT

Dip. di Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	56	28	28
Settimanale (ore)	4	2	2

Il corso si propone di presentare, attraverso lo studio di alcuni casi significativi, le metodologie di approccio sistemistico generalmente adottate nel campo delle Telecomunicazioni.

In particolare verranno esaminati i sistemi radar, i ponti radio numerici e i satelliti per telecomunicazioni.

Elemento comune ai vari sistemi presi in esame è l'ambiente operativo (radiopropagazione) caratterizzato da interferenze di varia natura, per cui emergono dominanti i problemi relativi alla coesistenza fra sistemi e allo sfruttamento razionale di risorse condivise.

PROGRAMMA

Sistemi Radar primari. L'equazione del radar; portata; risoluzione in distanza e risoluzione angolare. Funzione di ambiguità. Segnali radar «sofisticati».

Sistemi Radar secondari. Il trasponditore. Equazioni fondamentali. Fenomeni di «garble» e «fruit».

Ponti radio numerici. Struttura generale. Caratteristiche dei segnali trasmessi; gerarchie PCM. Fenomeni di propagazione. Interferenze. Distorsioni di non linearità. Valutazioni globali di tasso di errore, qualità della trasmissione e disponibilità.

Sistemi numerici via satellite. Caratteristiche generali. Accesso multiplo a divisione di tempo (TDMA) e di frequenza (FDMA). Tecniche miste. Rigenerazione a bordo. Criteri di dimensionamento.

TESTI CONSIGLIATI

M. Skolnik, *Introduction to Radar Systems*, McGraw-Hill, 1975.

P. Panter, *Communication System Design*, McGraw-Hill, 1972.

Spilker, *Digital Communication Satellites*, Prentice Hall, 1977.

L5011 SISTEMI INFORMATIVI I (ELN)

Prof. Silvano RIVOIRA1° Corso: A-L
 Prof. Aldo LAURENTINI2° Corso: M-Z

Dip. di Automatica e Informatica
 Dip. di Automatica e Informatica

III ANNO
 2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso ha lo scopo di illustrare alcuni aspetti architetturali dei sistemi di elaborazione (quali le strutture interne di un calcolatore e le modalità di connessione di più calcolatori) nonché di approfondire lo studio delle metodologie di programmazione, delle strutture dati e degli algoritmi fondamentali.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni ed attività di laboratorio su personal computer e minielaboratori.

PROGRAMMA

- Architettura e linguaggio macchina di un sistema di elaborazione basato su microprocessori.
- Caratteristiche dei linguaggi assembler.
- Architetture delle reti di calcolatori e protocolli di comunicazione.
- Il linguaggio C.
- Algoritmi di ordinamento interno.
- Algoritmi di ricerca.
- Algoritmi operanti su liste, alberi e grafi.

PROGRAMMI

Realizzazione degli algoritmi esaminati nei linguaggi C ed assembler.

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

PRECEDENZE

Fondamenti di Informatica.

TESTI CONSIGLIATI

B. W. Kernighan, D. M. Ritchie, *The C Programming Language*, 2nd Edition, Englewood Cliffs; Prentice-Hall, 1988.

A.M. Tenenbaum, Y.Langaam, M.J. Augenstein, *Data structures using C*, Prentice -Hall Int. 1990.

C. Morgan, M. Waite, *Il manuale 8088/8088*, Mc Graw -Hill, 1987.

F. Halsall, *Introduction to Data Communications and Computer Network*, Addison Wesley, 1985.

L5260 STRUMENTAZIONE E MISURE ELETTRONICHE

Prof. Umberto PISANI

Dip. di Elettronica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	60	-	60
Settimanale (ore)	4	-	4

Il corso è rivolto agli allievi ingegneri che intendono familiarizzare con i moderni Sistemi di Misura controllati da elaboratori elettronici. Saranno esaminate inoltre le problematiche connesse all'acquisizione dati mediante sistemi su scheda, e su moduli integrati in sistemi automatici di collaudo (ATE). Sono date per scontate le conoscenze dei fondamenti della misurazione, della teoria degli errori, e dei metodi e strumenti di base delle Misure Elettroniche.

PROGRAMMA

L'interfaccia standard IEEE 488: generalità, architettura, caratteristiche meccaniche elettriche e funzionali, aspetti operativi e standardizzazione dei codici e formati (Std. IEEE 488-2). Strumentazione per sistemi di misura automatici: oscilloscopi digitali e analizzatori di onda: generatori di funzioni, sinusoidali e sintetizzatori; analizzatori logici: analizzatori di reti; analizzatori di spettro; alimentatori programmabili. Standard CAMAC per strumentazione e controllo di processi. L'interfaccia seriale HP-IL. Cenni sul BUS VME e strumentazione VXI. L'acquisizione di segnali analogici: caratteristiche e principi di funzionamento dei sensori più diffusi, condizionamento e linearizzazione. Acquisizione multicanale: aspetti progettuali, circuiti di campionamento e conversione A/D, sorgenti di incertezze, di disturbi e tecniche per la riduzione degli effetti, disposizione delle masse. Schede multifunzionali di I/O per segnali analogici e digitali su personal computer. Sistemi automatici di collaudo di schede elettroniche: generalità, strategie di collaudo e tecniche adottate, architetture.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni di laboratorio saranno svolte a gruppi di 4 allievi e avranno le caratteristiche di una tesina, compatibilmente col numero di iscritti al corso. Riguardano la realizzazione di programmi per la gestione di strumenti e banchi di misura.

TESTI CONSIGLIATI

S. Pirani: Sistemi automatici di misura e acquisizione dati IEEE 488.1. Esculapio, Bologna 1990.

Edelektron ed.: Metodi di interfacciamento

M.G. Mylroi, G. Calvert: Measurement and Instrumentation for control, Peter Peregrinus Ltd. (IEE).

L5690 TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA

Prof. Gian Paolo BAVA

Dip. Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	80	-	-
Settimanale (ore)	6	-	-

Il corso ha lo scopo di fornire informazioni sulle tecnologie impiegate nella fabbricazione dei componenti elettronici. Questo studio tecnologico-costruttivo dei componenti elettronici è importante per la migliore comprensione dei dispositivi elettronici nei confronti delle loro prestazioni, per la valutazione della loro affidabilità (il cui calcolo diviene sempre più necessario con l'aumentare della complessità delle apparecchiature elettroniche) e in fine per il valore economico preminente che la componentistica elettronica ha assunto nella produzione dei sistemi elettronici.

Il corso comprende lezioni, seminari specialistici su alcuni temi, visite presso lo CSELT.

Nozioni propedeutiche: Dispositivi Elettronici, è tuttavia consigliato il corso di Dispositivi Elettronici II.

PROGRAMMA

Proprietà dei materiali semiconduttori: rapporto composizione, struttura cristallina, struttura a bande e proprietà fisiche.

Tecnologia di crescita di monocristalli: bulk ed epitassiali.

Caratterizzazione materiali: cristallografica, ottica ed elettronica.

Tecnologia dei processi realizzativi: fotolitografia, deposizioni, incisioni, diffusione ed impiantazione.

Tecnologie di interconnessione.

Progettazione di circuiti integrati: schema e simulazione logica ed elettrica, CAD e testing.

Tecnologia dei circuiti integrati: MOS, CMOS, SOS e correlati, circuiti LSI ed VLSI.

Tecnologia dei GaAs: planare e circuiti integrati.

Dispositivi opto-elettronici: comunicazione ottiche, emettitori, rivelatori.

Affidabilità: affidabilità sistemi e meccanismi di guasto.

TESTI CONSIGLIATI

Sze, *Fisica dei dispositivi a semiconduttore*, Tamburini, Milano, 1973.

Grove, *Fisica e tecnologia dei dispositivi a semiconduttore*, F. Angeli, Milano, 1974.

Guarini - Innazzo, *Circuiti integrati*, Tamburini, Milano, 1971.

Sze, *Semiconductor devices Physics and Technology*, J. Wiley & Sons, New York, 1974.

Agraval - Dutta, *Long wavelength semiconductor laser*, Van Nostrand Reinhold, 1986.

Williams, *Gallium arsenide processing techniques*, The Artech House, 1985.

Einspruch - Wiseman, *GaAs microelectronics*, Academic Press, New York, 1985.

Pollino, *L'affidabilità dei componenti elettronici a semiconduttore*, Scuola superiore G. Reiss

Romoli, L'Aquila, 1987.

L5750 TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA

Prof. Giovanni E. PERONA

Dip. di Elettronica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	56	28	28
Settimanale (ore)	4	2	2

Lo scopo del corso è quello di fornire una panoramica esauriente sull'intero processo di acquisizione, elaborazione e utilizzo di dati telerilevati.

Il corso, di carattere interdisciplinare, anche se svolto nell'ambito del Corso di Laurea in Elettronica, potrà essere seguito da studenti di altri Corsi di Laurea in quanto i prerequisiti sono di carattere generale (fisica, analisi e elementi di informatica).

PROGRAMMA

La radiazione elettromagnetica, elementi di radiometria. Interazione della radiazione con la superficie terrestre e con l'atmosfera fenomeni di riflessione, scattering, assorbimento ed emissione), firme spettrali.

Satelliti impiegati per telerilevamento e loro caratteristiche.

Sensori e strumenti passivi (radiometri, scanner multispettrali, etc.)

Sensori e strumenti attivi a microonde (radar, altimetri, etc.)

Radar meteorologico e sue applicazioni. Sensori e strumenti attivi a frequenze ottiche (lidar,opsis), Sonar e rass.

Correzioni geometriche ed elaborazione di immagini

Problemi di classificazione, correzioni atmosferiche

Sistema informativo territoriale (GIS)

Elementi di geodesia e cartografia, georeferenziazione (GPS)

Applicazioni dei dati quali: monitoraggio dei vari tipi di copertura della superficie terrestre, sfruttamento delle risorse naturali, meteorologia, analisi dell'atmosfera, controllo dell'inquinamento.

ESERCITAZIONI E LABORATORIO

Le esercitazioni in aula saranno propedeutiche a quelle effettuate sul calcolatore durante le ore di laboratorio.

Rilievo particolare sarà dato alla risoluzione di alcuni problemi pratici; a questo fine saranno messi a disposizione degli studenti, per successive elaborazioni, immagini radiometriche di satelliti, dati del Meteosat, di radar ad apertura sintetica e di radar meteorologico.

TESTI CONSIGLIATI

C. Elachi Introduction to the physics and techniques of remote sensing John Wiley & Sons, 1979

Verranno inoltre forniti dal docente appunti e articoli relativi a diversi argomenti trattati.

L5770 TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI

Prof. Claudio BECCARI (1° corso)
 Prof. Pierluigi CIVERA (2° corso)

Dip. di Elettronica

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 piccolo segnale; il 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 piccolo segnale; 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. Descrizione delle caratteristiche di programmi di analisi quali lo SPICE. 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 retroazione; influenza della retroazione delle caratteristiche degli amplificatori (guadagno, larghezza di banda, impedenza 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 ideai 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 ordine in cascata. Sensibilità dei circuiti. Le esercitazioni in aula hanno lo scopo principale di portare gli studenti ad un grado di abilità nell'analisi dei circuiti.

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.

L5800 TEORIA DEI SEGNALI

Prof. Letizia LO PRESTI

Dip. di Elettronica

III° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

70

30

12

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 stazionarietà dei processi ciclostazionari.

Processi gaussiani. Introduzione ai processi di Markov.

Trasformazione di processi casuali: integrazione, derivazione, trasformazioni lineari e invarianti.

Teoria dell'ergodicità.

Analisi spettrale. 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.

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.

L5811 TEORIA DEI SISTEMI (CONTINUO)

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 computer dove vengono sviluppati dallo studente esempi applicativi.

Nozioni propedeutiche: Analisi Matematica III, Complementi di matematica, Geometriae Fondamenti di informatica per le attività di laboratorio..

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 computer.

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	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	25	25	-
	Settimanale (ore)	4	4	-

Durante il corso viene ripresa la teoria della termodinamica classica sviluppata in Fisica II per vederne l'applicazione allo studio ed all'ottimizzazione delle conversioni di energia. Vengono inoltre riesaminati i fenomeni di trasporto del calore allo scopo di fornire gli strumenti idonei per affrontare problemi di scambio termico. Particolare riferimento viene fatto a problemi connessi con lo smaltimento del calore da componenti elettronici.

PROGRAMMA

- Fenomeni di trasporto: leggi della conduzione, della convezione e della radiazione termica.
- Problemi di conduzione stazionaria: soluzioni analitiche, modelli analogici, modelli numerici.
- Problemi di conduzione non stazionaria: alcune soluzioni analitiche.
- Cenni di moto dei fluidi reali.
- Scambio termico per convezione naturale o forzata: valutazione del coefficiente di scambio.
- Proprietà radiative delle superfici. Scambio termico tra corpi neri e grigi: fattori di forma, reti resistive equivalenti.
- Esempi applicativi: corpi con generazione interna di calore, superfici alettate.
- Richiami di termodinamica classica: grandezze termodinamiche, stati di equilibrio, trasformazioni, I e II principio.
- Generalizzazione del I principio.
- Analisi termodinamica dei processi: lavoro utile ideale e reale, lavoro perduto. Exergia e rendimento exergetico.
- Conversione diretta dell'energia: fenomeni termoelettrici, celle a combustibile, dispositivi termoionici. Generatori e refrigeratori termoelettrici.

ESERCITAZIONI

Esercizi applicativi su tutti gli argomenti del corso ed in particolare calcolo distribuzione temperatura entro una cartella elettronica, calcolo alette di raffreddamento, progetto di un refrigeratore termoelettrico.

PRECEDENZE

Fisica II

TESTI CONSIGLIATI

- C. Boffa, P. Gregorio, Elementi di Fisica Tecnica, volume II, Levrotto & Bella, Torino, 1976.
A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica Applicata, Ed. Cleup, Padova, 1988.
P. Gregorio, Esercizi di FISICA TECNICA, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

L5870 TEORIA DELL'INFORMAZIONE E CODICI

Prof. Michele ELIA

Dip. di Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	84	-	-
Settimanale (ore)	6	-	-

Il corso si propone di presentare una sintesi delle basi assiomatiche e dei metodi algebrici utilizzati per una descrizione formale dei principi della trasmissione e della elaborazione dell'informazione. Il corso consta di due parti metodologicamente diverse: la prima parte presenta la teoria matematica della misura di informazione.

La seconda parte espone la teoria dei codici per il controllo degli errori.

Nozioni propedeutiche: è indispensabile una buona conoscenza dei corsi di Teoria dei segnali e di Comunicazioni Elettriche.

PROGRAMMA

Misura dell'informazione ed entropia. Teoremi fondamentali su natura e processamento dell'informazione. Sorgenti di informazione, il teorema della codifica di sorgente, particolari codici di sorgente. Modello matematico di canale e calcolo della capacità. Teorema della codifica di canale. Teoria dei codici a blocco, decodifica algebrica e calcolo delle prestazioni sul canale binario simmetrico. Complessità computazionale dei decodificatori e dei decodificatori. Crittografia nella trasmissione dell'informazione.

EVENTUALI LIBRI DI TESTO

R. J. McEliece, *The Theory of Information and Coding*, Addison-Msley, Reading MS, 1977.

F.J. MacWilliams – N.J.A. Sloane, *The Theory of Error-Correcting Codes*, Elsevier, New York, 1976.

H. van Tilborg, *An Introduction to Cryptology*, Kluwer Academic Publ., Boston, 1988.

R.E. Blahut, *Theory and Practice of Error Control Codes*, Addison-Wesley, Reading MS, 1983.

A. Borodin – I. Munro, *The Computational Complexity of Algebraic and Numeric Problems*, American Elsevier Pub., New York, 1975.

CORSO DI LAUREA IN

INGEGNERIA
INFORMATICA

1. Profilo professionale

Il profilo professionale del nuovo corso di Laurea in Ingegneria Informatica presso il Politecnico di Torino è stato disegnato in assoluta coerenza con gli obiettivi ed il piano di studi impostati, a livello nazionale, per la nuova laurea, anche in armonia con gli orientamenti degli altri paesi della CEE.

La figura dell'Ingegnere Informatico, così come appare dal disegno predisposto, è il risultato di una più che decennale elaborazione di programmi di insegnamento e di contenuti culturali, successivamente affinati e focalizzati in base alle esigenze del mercato del lavoro altamente specializzato in questo settore, che richiede contemporaneamente qualità e quantità di laureati in molti campi dei più avanzati settori dell'innovazione tecnologica.

La base culturale della nuova laurea ha due fondamentali componenti, che corrispondono ai due indirizzi previsti dal Decreto sul Riordino degli Studi di Ingegneria: quelle che in campo internazionale vanno sotto il nome rispettivamente di Computer Engineering (corrispondente indirizzo: Sistemi ed applicazioni informatici) e di System and Control Engineering (corrispondente indirizzo: Automatica e sistemi di automazione industriale).

La figura dell'Ingegnere Informatico, così come appare dal disegno predisposto, è finalizzata alla progettazione, al dimensionamento ed alla conduzione di impianti di elaborazione nell'ambiente aziendale ed industriale, con una solida base comune, tipica della figura dell'Ingegnere, ma con una duplice possibilità di approfondimento professionale. L'una più orientata alla progettazione, al dimensionamento ed alla conduzione di impianti di elaborazione, l'altra più orientata all'uso di sistemi informatici per l'automazione industriale, per il controllo e la gestione dei sistemi complessi. Pertanto, la figura di questo ingegnere appare molto diversa da quella del laureato in Scienze dell'Informazione, che è orientato prevalentemente alla progettazione ed allo sviluppo dei programmi per sistemi di elaborazione.

La padronanza della cultura scientifico-tecnologica propria dell'ingegnere, la conoscenza approfondita dell'elettronica analogica e digitale, la bilanciata competenza professionale nei settori dell'hardware e del software, sono ulteriori elementi che caratterizzano la nuova laurea in Ingegneria Informatica, soprattutto per quanto concerne l'Indirizzo Sistemi ed applicazioni informatici. La stessa padronanza della cultura scientifico-tecnologica propria dell'ingegnere, la conoscenza finalizzata, oltre che dell'elettronica analogica e digitale, anche delle altre basi ingegneristiche degli impianti, dei sistemi di macchine e della loro conduzione ottimale, nonché delle metodologie e delle tecniche di sviluppo per l'architettura degli algoritmi e degli apparati adibiti all'automazione ed al controllo, sono altrettanti elementi che caratterizzano la nuova laurea, con particolare riferimento all'Indirizzo: Automatica e Sistemi di automazione industriale.

L'impostazione specifica del nuovo corso di laurea del Politecnico di Torino, pur nella piena coerenza con il disegno nazionale, riflette la realtà tecnologica ed industriale piemontese. Torino può forse essere considerata la capitale dell'informatica e dell'automatica europea, come tendono a dimostrare alcuni indicatori significativi della sua provincia, dal fatturato dei produttori di calcolatori, al numero di robot e di impianti di automazione installati.

In questo quadro si è dato alla nuova laurea un orientamento specifico verso il dimensionamento e la progettazione di impianti informativi, specie nel settore industriale, verso la progettazione dell'hardware e del software di base per calcolatori, verso la progettazione logica di circuiti mediante l'uso delle tecnologie elettroniche d'avanguardia (quali la microelettronica), verso i metodi e gli strumenti per l'integrazione tecnologica ed industriale dell'elaborazione e della commutazione, verso la gestione automatizzata di sistemi complessi, sia produttivi sia decisionali, o di loro componenti altamente sofisticati quali i robot ed i sistemi esperti.

Come conseguenza di questa specifica impostazione, la laurea fornisce specialisti non soltanto per le aziende produttrici o utenti di strutture informatiche e per l'automazione, quantitativamente e qualitativamente assai rilevanti nell'area piemontese, ma anche per numerosi ed importanti settori confinanti.

Fra le aree di confine con l'informatica e l'automatica, ove potranno trovare impiego i nuovi ingegneri informatici, orientati verso l'uno o l'altro degli indirizzi previsti, le più importanti sono quelle delle telecomunicazioni, dell'elettronica circuitale, delle misure e del collaudo, degli impianti di produzione nelle industrie manifatturiere o energetiche appartenenti ai vari settori tecnologici, dall'elettronica alla meccanica, dei sistemi di trasporto e della gestione delle aziende private o degli enti pubblici.

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 Informatica 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, seppur parzialmente rivisti al fine di dedicare, ad esempio, maggior spazio alla matematica discreta, si pone l'accento su materie che si ritengono indispensabili per la formazione di un Ingegnere Informatico. In tale senso, anche al fine di soddisfare appieno le esigenze dei due indirizzi in cui è articolato il Corso di Laurea, la quarta annualità prevista dal Decreto sul Riordino per la preparazione di base di tipo matematico, è costituita da due insegnamenti di 0.5 annualità ciascuno:

- *Calcolo delle Probabilità*
- *Analisi Matematica III.*

La preparazione di base è completata da un corso di *Chimica*, due di *Fisica* e uno di *Elettrotecnica*. Un'attenta ridefinizione dei programmi ha consentito l'inserimento, nell'ambito dei corsi di Fisica e di Elettrotecnica, di elementi rispettivamente di Fisica moderna e di Campi Elettromagnetici.

Occorre qui 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 *delle 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 fornita da tre corsi a spettro ampio, ed in particolare:

- una unità didattica (o annualità) a carattere *meccanico*, composto da due insegnamenti ridotti:
 - *Meccanica Applicata alle Macchine*
 - un corso ridotto a scelta tra
 - * *Termodinamica Applicata*
 - * *Sistemi Energetici*
- un corso di *N1530 Economia ed Organizzazione Aziendale*, nel quale i principi di Economia e di Gestione Aziendale vengono integrati con concetti di macro- e micro-economia.
- un corso di *Comunicazioni Elettriche*, destinato a fornire una preparazione di base nel settore delle Telecomunicazioni.

La preparazione professionale nel campo elettronico circuitale è data dai due insegnamenti di *Elettronica Applicata I* ed *Elettronica Applicata II*, destinati a coprire i vari aspetti dell'elettronica analogica, digitale e della microelettronica, da un punto di vista sia applicativo sia tecnologico.

La preparazione professionale specifica nel campo informatico è fornita da quattro insegnamenti:

- *Fondamenti di Informatica I:*
fornisce le nozioni di base relative all'architettura dei sistemi di elaborazione ed alla loro programmazione.
- *Fondamenti di Informatica II:*
affronta le problematiche connesse alle metodologie avanzate di programmazione, con particolare riferimento agli algoritmi, alle strutture dati, alla teoria della computabilità.
- *Calcolatori Elettronici:*
esamina nei dettagli gli aspetti architetture dei sistemi di elaborazione e della programmazione a livello Assembler.
- *Reti Logiche:*
fornisce le metodologie di analisi e di progetto di sistemi digitali di diversa complessità, dalle reti combinatorie a semplici sistemi a microprocessore.

La preparazione professionale nel campo dei controlli automatici è differenziata per i due indirizzi

Sistemi ed applicazioni informatici e

Automatica e sistemi di automazione industriale

Per l'indirizzo *Sistemi ed applicazioni informatici* si rendono obbligatori i seguenti corsi:

- *N4550 Ricerca Operativa*
fornisce le basi algoritmico-metodologiche della ricerca operativa.
- *N5812 Teoria dei Sistemi (discr.)*
fornisce le basi per l'analisi dei sistemi ad eventi discreti.
- *N0841 Controlli Automatici (gen.)*
fornisce le basi per l'analisi dei sistemi continui e per il progetto di sistemi di controllo.

Per l'indirizzo *Automatica e Sistemi di automazione industriale* si rendono obbligatori i seguenti corsi:

- *N4550 Ricerca Operativa*
fornisce le basi algoritmico-metodologiche della ricerca operativa.
- *N5811 Teoria dei Sistemi (cont.)*

fornisce le basi per l'analisi dei sistemi continui.

- *N0842 Controlli Automatici (spec.)*

fornisce le basi per il progetto di sistemi di controllo.

Il quadro didattico di insegnamenti obbligatori sopra delineato vincola rigidamente 20 annualità. Occorre comunque sottolineare come l'organizzazione del Corso di Laurea in *Indirizzi* imponga, secondo il Decreto di Riordino, un ulteriore vincolo su almeno tre insegnamenti caratterizzanti per ciascun Indirizzo.

Si noti che gli insegnamenti del primo e del secondo anno sono comuni ai due Indirizzi.

3. Indirizzo "Sistemi ed Applicazioni Informatici"

L'Indirizzo Sistemi ed applicazioni informatici fornisce le nozioni relative alla struttura e ai criteri di progetto dei sistemi di elaborazione, all'hardware ed al software di base, con particolare riferimento a:

- linguaggi di programmazione e relativi compilatori
- organizzazione e gestione di basi di dati
- organizzazione di sistemi basati su microprocessore
- reti di calcolatori
- progetto di sistemi digitali
- architetture avanzate di sistemi di elaborazione.

Per tale Indirizzo sono obbligatori i seguenti tre insegnamenti:

- *N5030 Sistemi Operativi (X1)*
- *N4881 Sistemi di Elaborazione I(X5)*
- uno a scelta tra i seguenti:
 - *N0410* *Basi di Dati*
 - *N2941* *Ingegneria del Software I*
 - *N3070* *Linguaggi e Traduttori*
 - *N4520* *Reti di Calcolatori.*

L'Indirizzo comprende pertanto gli insegnamenti obbligatori indicati nella tabella 1.

Tabella 1. Indirizzo Sistemi ed Applicazioni Informatici

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica I
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (1/2) N0234 Analisi Matematica III (1/2) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2) N5954 Termodinamica Applicata oppure N5004 Sistemi Energetici
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici N0841 Controlli Automatici (gen.)	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N5811 Teoria dei Sistemi (discr.)
4	N1712 Elettronica Applicata II N5030 Sistemi Operativi X2*	N1530 Economia ed Organizzazione Aziendale X3* X4*
5	N4550 Ricerca Operativa N4881 Sistemi di Elaborazione I X6*	X7* X8* X9*

* Uno di questi insegnamenti deve essere necessariamente scelto tra i seguenti:

- N0410 *Basi di Dati*
- N2941 *Ingegneria del Software I*
- N4520 *Reti di Calcolatori.*

3.1 Orientamenti

L'Indirizzo "Sistemi ed Applicazioni Informatici" è articolato nei seguenti Orientamenti:

- *Hardware progetto*
- *Hardware sistemi*
- *Reti di Calcolatori*
- *Elaborazione non numerica*
- *Ingegneria del Software*
- *Informatica industriale.*

Poiché si ritiene che tutti gli Ingegneri Informatici che seguono questo Indirizzo, indipendentemente dalla specializzazione, debbano avere delle conoscenze di base comuni relative ai settori dell'Ingegneria del software, delle Reti di calcolatori e delle Basi di dati, gli orientamenti proposti risultano caratterizzati <la sette corsi, di cui:

- 3 comuni a tutti:
 - N0410 *Basi di Dati*
 - N2941 *Ingegneria del Software I*
 - N4520 *Reti di Calcolatori*

• 3 caratterizzanti l'orientamento

• 1 a scelta dello studente tra quelli elencati nell'Appendice A.

Al fine di facilitare la scelta, per ciascun orientamento viene fornito un "suggerimento" puramente indicativo in merito all'esame ritenuto più adatto.

3.2 Orientamento *Hardware progetto*

Scopi

Mira a fornire le metodologie e le tecniche necessarie per la progettazione hardware di sistemi digitali di diversa complessità. Particolare enfasi viene posta sulla progettazione gerarchica e modulare, sulla verifica della correttezza del progetto, sugli strumenti CAD di ausilio alla progettazione, e sulle problematiche del collaudo nelle varie fasi della vita di un sistema.

Esami caratterizzanti

- N0410 *Basi di Dati*
- N2941 *Ingegneria del Software I*
- N4520 *Reti di Calcolatori*
- N5050 *Sistemi per la Progettazione Automatica*
- N3560 *Microelettronica*
- N5261 *Strumentazione e Misure Elettroniche*

Esame "suggerito"

- N2850 *Informatica grafica*

Tabella 2. Orientamento *Hardware* progetto

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica I
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (1/2) N0234 Analisi Matematica III (1/2) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2) N5954 Termodinamica Applicata
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici N0841 Controlli Automatici (gen.)	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N5811 Teoria dei Sistemi (discr.)
4	N1712 Elettronica Applicata II N5030 Sistemi Operativi N4550 Ricerca Operativa	N3560 Microelettronica N4520 Reti di Calcolatori N2941 Ingegneria del Software I
5	N4881 Sistemi di Elaborazione I N5050 Sistemi per la progettazione automatica X	N5260 Strumentazione e misure elettroniche N0410 Basi di dati N1530 Economia ed organizzazione aziendale

3.3 Orientamento *Hardware sistemi*

Scopi

Mira ad approfondire le problematiche relative ai sistemi di elaborazione, con particolare riferimento agli aspetti architettureali, impiantistici, sistemistici e progettuali a livello sistema.

Esami caratterizzanti

- N0410 *Basi di Dati*
- N2941 *Ingegneria del Software I*
- N4520 *Reti di Calcolatori*
- N4881 *Sistemi di Elaborazione II*
- N2630 *Impianti di Elaborazione*
- N2860 *Informatica Industriale*

Esame "suggerito"

- N5260 *Strumentazione Misure Elettroniche*

Tabella 3. Orientamento *Hardware sistemi*

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica I
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (1/2) N0234 Analisi Matematica III (1/2) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2) N5954 Termodinamica Applicata
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici N0841 Controlli Automatici (gen.)	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N5811 Teoria dei Sistemi (discr.)
4	N1712 Elettronica Applicata II N5030 Sistemi Operativi N4550 Ricerca Operativa	N0410 Basi di dati N4520 Reti di Calcolatori N2941 Ingegneria del Software I
5	N2630 Impianti di Elaborazione N4881 Sistemi di elaborazione I X	N1530 Economia ed organizzazione aziendale N4882 Sistemi di elaborazione II N2860 Informatica industriale

3.4. Orientamento Reti di Calcolatori

Scopi

Mira ad approfondire le problematiche relative alla scelta, al progetto, alla realizzazione fisica di sistemi di interconnessione tra elaboratori.

Esami caratterizzanti

- N0410 *Basi di Dati*
- N2941 *Ingegneria del Software I*
- N4520 *Reti di Calcolatori*
- N2630 *Impianti di Elaborazione*
- N5800 *Teoriadei Segnali*
- N4850 *Sistemi di Commutazione*
- N0800 *Comunicazioni Elettriche (spec) al posto di Comunicazioni Elettriche (gen)*

Esame "suggerito"

- N6040 *Trasmissione numerica o*
- N1590 *Elaborazione numerica dei segnali.*

Tabella 4. Orientamento Reti di calcolatori

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica I
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (1/2) N0234 Analisi Matematica III (1/2) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2) N5954 Termodinamica Applicata
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici N5800 Teoria dei segnali	N0410 Basi di dati N4540 Reti Logiche N5800 Comunicazioni Elettriche (spec)
4	N1712 Elettronica Applicata II N5030 Sistemi Operativi N0841 Controlli Automatici (gen)	N4520 Reti di Calcolatori N5812 Teoria dei Sistemi
5	N4550 Ricerca Operativa N4881 Sistemi di elaborazione I N2630 Impianti di Elaborazione N4850 Sistemi di Commutazione	N2941 Ingegneria del Software I N1530 Economia ed organizzazione Aziendale

3.5 Orientamento Elaborazione dell'informazione non numerica

Scopi

Mira ad approfondire le problematiche relative all'elaborazione dell'informazione non numerica, con particolare riferimento ai metodi per la rappresentazione della conoscenza, all'Intelligenza Artificiale, al riconoscimento di segnali, forme ed immagini, all'elaborazione grafica.

Esami caratterizzanti

- N0410 *Basi di Dati*
- N3070 *Linguaggi e Traduttori*
- N2941 *Ingegneria del Software I*
- N3000 *Intelligenza Artificiale*
- N2850 *Informatica Grafica*
- N4520 *Reti di Calcolatori*

Esame "suggerito"

- N2860 *Informatica Industriale*

Tabella 5. Orientamento *Elaborazione dell'Informazione non numerica*

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica I
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (1/2) N0234 Analisi Matematica III (1/2) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2) N5954 Termodinamica Applicata
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici N0841 Controlli Automatici (gen)	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N5811 Teoria dei Sistemi (discr.)
4	N1712 Elettronica Applicata II N5030 Sistemi Operativi N4550 Ricerca Operativa	N4520 Reti di Calcolatori N3070 Linguaggi e Traduttori N0410 Basi di Dati
5	N2850 Informatica Grafica N4881 Sistemi di Elaborazione I X	N1530 Economia ed Organizzazione Aziendale N2941 Ingegneria del Software I N3000 Intelligenza Artificiale

3.6 Orientamento *Ingegneria del software*

Scopi

Mira a d approfondire le problematiche relative al progetto di sistemi software di notevoli dimensioni, con particolare riferimento all'Ingegneria del Software, allo sviluppo di compilatori e traduttori, all'interfaccia utente, alle architetture client-server el all'ambiente WINDOWS.

Esami caratterizzanti

- N0410 *Basi di Dati*
- N2941 *Ingegneria del Software I*
- N2942 *Ingegneria del Software II*
- N3070 *Linguaggi e Traduttori*
- N2860 *Informatica Industriale*
- N4520 *Reti di Calcolatori*

Esame "suggerito"

- N3000 *Intelligenza Artificiale*

Tabella 6. Orientamento *Ingegneria del Software*

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica I
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (1/2) N0234 Analisi Matematica III (1/2) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2) N5954 Termodinamica Applicata
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici N0841 Controlli Automatici (gen)	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N5811 Teoria dei Sistemi (discr.)
4	N1712 Elettronica Applicata I N5030 Sistemi Operativi N2550 Ricerca Operativa	N4520 Reti di Calcolatori N2941 Ingegneria del Software I N3070 Linguaggi e Traduttori
5	N4881 Sistemi di elaborazione I N2942 Ingegneria del Software II X	N2860 Informatica Industriale N0410 Basi di dati N1530 Economia ed organizzazione aziendale

3.7 Orientamento *Informatica industriale*

Scopi

Mira ad approfondire le problematiche relative a quella che viene usualmente chiamata Informatica Industriale, con particolare riferimento al dimensionamento dell'impianto informativo aziendale, all'impatto dell'informatizzazione nell'organizzazione aziendale ed alla robotica.

Esami caratterizzanti

- N0410 *Basi di Dati*
- N2941 *Ingegneria del Software I*
- N4 520 *Reti di Calcolatori*
- N2630 *Impianti di Elaborazione*
- N2860 *Informatica Industriale*
- N4580 *Robotica Industriale*

Esame "suggerito"

- N5260 *Strumentazione e Misure Elettroniche*

Tabella 7. Orientamento *Informatica Industriale*

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica I
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (1/2) N0234 Analisi Matematica III (1/2) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (1/2) N5954 Termodinamica Applicata
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici N0841 Controlli Automatici (gen)	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N5811 Teoria dei Sistemi (discr.)
4	N1712 Elettronica Applicata II N5030 Sistemi Operativi N2550 Ricerca Operativa	N4520 Reti di Calcolatori N2941 Ingegneria del Software I N1530 Economia ed organizzazione aziendale
5	N4580 Robotica Industriale N4881 Sistemi di elaborazione I N2630 Impianti di elaborazione	N2860 Informatica Industriale N0410 Basi di dati X

4 Indirizzo Automatica e Sistemi di automazione industriale

Questo Indirizzo fornisce le nozioni relative alla costruzione ed alla validazione dei modelli di sistemi da sottoporre ad automazione, agli organi da adibirsi al controllo ed alla gestione automatici dei medesimi, ai criteri di progetto delle strategie di intervento, alla decomposizione ed al coordinamento di problemi complessi di automazione, nonché di mezzi materiali adeguati alla loro soluzione.

Sono obbligatori per tale Indirizzo gli ulteriori tre insegnamenti seguenti:

- N5812 *Teoria dei Sistemi (discr.)* in quanto *Teoria dei Sistemi (cont.)* è già obbligatorio a livello precedente.
- N3800 *Modellistica e identificazione.*
- N3460 *Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo.*

L'Indirizzo sarà articolato nei seguenti Orientamenti:

- *Automazione della produzione*
- *Controllo dei Processi*
- *Informatica per l'Automazione*

4.1 Orientamento Automazione della produzione

Insegnamenti vincolanti per tale Orientamento sono i seguenti:

- N0370 *Automazione industriale*
- N4580 *Robotica industriale*
- N3690 *Misure per l'automazione e la produzione industriale.*

Tabella 8. Orientamento Automazione della produzione

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (r) N0234 Analisi Matematica III (r) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r) N5954 Termodinamica Applicata (r)
3	N1711 Elettronica Applicata I N5811 Teoria dei Sistemi (cont.) N0460 Calcolatori Elettronici	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N0842 Controlli Automatici (spec)
4	N1712 Elettronica Applicata II N3800 Modellistica ed identificazione N2550 Ricerca Operativa	N3690 Misure per l'automazione e la produzione industriale N5812 Teoria dei Sistemi (discr.) N3460 Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
5	N0370 Automazione Industriale N4580 Robotica Industriale X3	N1530 Economia applicata all'ingegneria X5 X6

4.2 Orientamento *Controllo dei Processi*

Insegnamenti vincolanti per tale Orientamento sono i seguenti:

- N0870 *Controllo Digitale*
- N0850 *Controllo dei Processi*
- N3690 *Misure per l'Automazione e la Produzione Industriale.*

Tabella 8. Orientamento *Controllo dei Processi*

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (r) N0234 Analisi Matematica III (r) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r) N5954 Termodinamica Applicata (r)
3	N1711 Elettronica Applicata I N5811 Teoria dei Sistemi (cont.) N0460 Calcolatori Elettronici	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N0842 Controlli Automatici (spec)
4	N1712 Elettronica Applicata II N3800 Modellistica ed identificazione N2550 Ricerca Operativa	N3690 Misure per l'Automazione e la Produzione Industriale N5812 Teoria dei Sistemi (discr.) N3460 Metodi di Ottimizzazione nei Sistemi di Controllo
5	N0850 Controllo dei Processi X2 X3	N1530 Economia Applicata all'Ingegneria N0870 Controllo Digitale X6

4.3 Orientamento *Informatica per l'Automazione*

Insegnamenti *vincolanti* per tale Orientamento sono i seguenti:

- N0370 Automazione Industriale.
- N5030 Sistemi Operativi

Almeno uno degli insegnamenti mancanti deve essere scelto nell'elenco che segue; a fianco di ogni disciplina è indicato il codice del corso. Nella scelta dei corsi occorre rispettare tutte le precedenze previste.

- N3740 Modelli per il supporto alle decisioni
- N0370 Automazione industriale
- N0850 Controllo dei process;
- N0870 Controllo digitale
- N4580 Robotica industriale
- N0410 Basi di dati
- N2630 Impianti di elaborazione
- N2850 Informatica grafica
- N2940 Ingegneria del Software I
- N3000 Intelligenza artificiale
- N3070 Linguaggi e traduttori
- N4520 Reti di calcolatori
- N4880 Sistemi di Elaborazione I
- N5030 Sistemi Operativi
- N0390 Azionamenti elettrici per l'automazione

Tabella 10. Orientamento Informatica per l'Automazione

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	N0231 Analisi Matematica I N0620 Chimica	N2300 Geometria N1901 Fisica I N2171 Fondamenti di Informatica
2	N0232 Analisi Matematica II N1902 Fisica II N2172 Fondamenti di Informatica II	N0494 Calcolo delle probabilità (r) N0234 Analisi Matematica III (r) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r) N5954 Termodinamica Applicata(r)
3	N1711 Elettronica Applicata I N5811 Teoria dei Sistemi (cont.) N0460 Calcolatori Elettronici	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N0842 Controlli Automatici (spec)
4	N1712 Elettronica Applicata II N4550 Ricerca Operativa N5030 Sistemi Operativi	N3460 Metodi di Ottimizzazione nei Sistemi di Controllo N5812 Teoria dei Sistemi (discr.) X4
5	N3800 Modellistica e Identificaaazione N0370 Automazione Industriale X3	N1530 Economia applicata all'ingegneria X5 X6

PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria Informatica.

N0231 ANALISI MATEMATICA I

Docente da nominare (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)	-	-	-
	Settimanale (ore)	6	4	-

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base del calcolo infinitesimale con una metodologia di lavoro che lo avvii, da un lato 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 svolgerà con lezioni ed esercitazioni.

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

PROGRAMMA

Teoria degli insiemi

Insiemi di numeri e loro proprietà: interi, razionali, reali

Elementi di geometria analitica piana

Limiti di funzioni di variabili reali

Successioni

Continuità e derivabilità

Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo

Funzioni elementari

Sviluppi di Taylor

Integrali indefiniti

Integrazione definita (secondo Riemann o secondo Cauchy)

Integrali impropri

Equazioni differenziali del primo ordine (risoluzione di equazioni a variabili separabili, omogenee e lineari)

ESERCITAZIONI

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

TESTI CONSIGLIATI

Verranno comunicati all'inizio del corso

N0232 ANALISI MATEMATICA II

Prof. Giuseppe CHITI (1° corso) A-E
 Prof. Paolo BOIERI (2° corso) F-P
 Docente da nominare (3° corso) Q-Z

Dip. di Matematica

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

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento al calcolo differenziale e integrali in più variabili, alla risoluzione di equazioni e sistemi differenziali e agli sviluppi in serie.

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

Nozioni propedeutiche: si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di Analisi Matematica e di Geometria.

PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.
 Calcolo differenziali in più variabili.
 Calcolo differenziale su curve e superfici.
 Integrali multipli.
 Integrali su curve e superfici.
 Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.
 Serie numeriche e serie di funzioni.
 Serie di potenze.
 Serie di Fourier.
 Equazioni e sistemi differenziali.

PRECEDENZE

Analisi Matematica I, Geometria

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi matematica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, Nuova edizione 1991.
 M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982

N0234 ANALISI MATEMATICA III
(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Giancarlo TEPPATI (1° corso) Dip. di Matematica
Prof. Giancarlo TEPPATI (2° corso)

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	20(1 ^a parte)	12
		20 (2 ^a parte)	

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 grande 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.
 - 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.
 - Trasformata di Fourier di funzioni periodiche.
 - Distribuzioni a crescita lenta e trasformate di Fourier.
 - Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace di funzioni e di distribuzioni.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esercizi su funzioni di variabile complesse ed esempi di calcolo di trasformate.

PRECEDENZE

Analisi Matematica II

TESTI CONSIGLIATI

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

N0370 AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

Docente da nominare

Dip. di Automatica e Informatica

V Anno

1° Periodo Didattico

	Impegno Didattico	Lez.	Es.	Lab.
Orientamento: Automazione della Produzione	Annuale (ore)	84	28	0
Informatica per l'Automazione	Settimanale (ore)	6	2	0

Il corso si propone di fornire agli allievi una conoscenza delle problematiche dell'automazione industriale, con interesse principale verso l'automazione dei processi discreti.

PROGRAMMA

- L'automazione di fabbrica come processo di pianificazione, controllo e comunicazione; livelli decisionali variabili di controllo, flussi informativi, decomposizione; coordinamento, aggregazione.
- La pianificazione di stabilimento e di area: MRP, OPT, Just-in-Time.
- La pianificazione di officina e i sistemi flessibili di lavorazione.
- Il problema del lotto economico (attrezzaggio e magazzini).
- Cenni alle componenti di un sistema flessibile di lavorazione: sistemi di trasporto, di manipolazione, di magazzino.
- Sistemi flow e sistemi batch; sistemi di produzione push-driven e pull-driven.
- Algoritmi di scheduling, routing, dispatching: metodi analitici e metodi analitici e metodi euristici; simulated annealing e altri metodi di ottimizzazione globale.
- valutazione delle prestazioni con reti di code, simulatori e metodi analitici.

ESERCITAZIONI

Vengono svolti esercizi a complessità crescente, che portano allo sviluppo di programmi al calcolatore.

TESTI CONSIGLIATI

Verranno indicati dal docente all'inizio del corso.

N0410 BASI DI DATI

Prof. Claudio DEMARTINI

Dip. di Informativa - Un. di Torino

III/IV/VANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

Annuale (ore)

-

-

-

Settimanale (ore)

6

2

-

Il corso si prefigge di fornire gli elementi fondamentali sulla struttura e l'organizzazione delle basi di dati e sul progetto dei sistemi informativi aziendali.

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

PROGRAMMA

- La rappresentazione concettuale dei dati

- Il modello relazionale dei dati: vincoli di integrità; l'algebra relazionale; il calcolo relazione sui domini e sulle tuple; il linguaggio SQL; il progetto delle relazioni ;Teoria della normalizzazione.

• La gestione delle basi di dati.

- La gestione delle transazioni.

- Il trattamento della concorrenza.

- Il controllo ed il ripristino dell'integrità dei dati.

- Il controllo delle prestazioni.

- Caratteristiche del dB relazionale INGRES.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Gli studenti divisi in gruppi realizzeranno alcune applicazioni basate sull'impiego delle metodologie introdotte nelle lezioni.

PRECEDENZE

Sistemi Operativi.

TESTI CONSIGLIATI

Verranno comunicati all'inizio del corso.

N0460 CALCOLATORI ELETTRONICI

Prof. Silvano GAI

Dip. Automatica e Informatica

III Anno

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

1° Periodo Didattico

6

4

Scopo del corso è di fornire informazioni approfondite sulla struttura dei sistemi di elaborazione, tramite analisi comparate delle architetture principali (Intel, Motorola, Digital, Digital, MIPS, ecc.).

In particolare, viene analizzata l'organizzazione interna ed i principi di funzionamento delle CPU, della memoria centrale e delle strutture di interconnessione e di ingresso/uscita.

L'esemplificazione pratica verrà effettuata tramite sistemi delle famiglie Intel 80x86 e VAX, programmati in linguaggio Assembler, durante esercitazioni sia in aula sia sperimentali in laboratorio.

PROGRAMMA

• CPU:

Insieme e formato delle istruzioni macchina. Formato dei dati. Modalità di esecuzione delle istruzioni. Soluzioni architetturali diverse (RISC, CISC). Analisi comparata di alcune architetture Intel, Motorola, Digital e MIPS.

• Memoria centrale:

Gerarchia delle memorie. Organizzazione (lineare, a segmenti, a pagine). Tecniche di indirizzamento. Impatto sull'organizzazione del Sistema Operativo.

• Strutture di interconnessione:

Bus sincroni ed asincroni. Varie gerarchie organizzative.

• Dispositivi periferici:

Modalità di gestione (polling, interrupt). Tipo di interfaccia (seriali, parallele, di rete). Organizzazione dei principali dispositivi periferici (terminali video, stampanti, nastri, dischi magnetici ed ottici, scanner, ecc.). Programmazione dei principali dispositivi periferici della famiglia Intel.

• La programmazione in linguaggio macchina:

Organizzazione degli Assemblatori, Linguaggio Assembler Intel 80x86. Linguaggio Assembler Digital VAX.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni sperimentali in laboratorio su Personal Computer ed elaboratori della serie VAX relative alla programmazione in linguaggio assembler ed alla gestione di schede di interfaccia di varia natura.

TESTI CONSIGLIATI

L.J. Scanlon, *IBM PC E XT Assembly Language: A Guide for Programmers, Enhanced and Enlarged* Brady Communications, Companu, 1985.

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *Esercizi di programmazione in Assembler 8086/8088*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

A.S. Tananenbau, *Structured Computer Organization*, 3rd Edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ (USA), 1990.

N0494 CALCOLO DELLE PROBABILITA'
(corso ridotto: annualità 0,5)

Prof. Franco PIAZZESE (1° corso)

Dip. di Matematica

Docente da nominare (1° corso)

II ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

2° PERIODO DIDATTICO

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 numerabili; 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 disuguaglianza 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 E LABORATORI

Sono previste esercitazioni applicative.

PRECEDENZE

Analisi Matematica I, Analisi Matematica II.

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

N0620 CHIMICA

Prof. Gianfranca GRASSI (1° corso) A-E Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
 Prof. Daniele MAZZA (2° corso) F-P Chimica
 Prof. Emma ANGELINI (3° corso) Q-Z

I° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	-	-	-
	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 comuni e dei loro principali composti.

PROGRAMMA

Chimica generale: Sistemi omogenei e sistemi 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. 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. Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. Legge di Graham. 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 ebulloscopici. 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..

Chimica inorganica: Proprietà e metodi di preparazione industriale di alcuni elementi e loro principali composti.

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

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.
 M.J. Sienko, R.A. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova.
 C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino.
 P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.
 L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di chimica generale*, Collano Schaum, Etas Libri, Milano, 1974

N0800 COMUNICAZIONI ELETTRICHE

Prof. Guido ALBERTENGO
IV° ANNO

Dip. di Elettronica

II PERIODO DIDATTICO

Annuale

Settimanale

Impegno didattico

Lez.	Es.	Lab.
66	44	
6	4	-

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di comunicazione basati sulla trasmissione di segnali elettrici, in presenza di rumore termico. Particolare enfasi viene data ai sistemi di trasmissione numerica ed alla codifica del segnale vocale tramite PCM. I sistemi analogici sono discussi al fine di consentirne il confronto coi sistemi numerici.

PROGRAMMA

La propagazione delle onde elettromagnetiche.

Metodi analitici per la rappresentazione del segnale elettrico e per la sua caratterizzazione. Trasformata di Fourier. Spettro di potenza e di ampiezza.

Il teorema del campionamento e sue applicazioni. Quantizzazione e rappresentazione dei campioni in forma numerica. Il PCM.

Segnali numerici. Spettro di potenza del segnale numerico. La trasmissione in banda base di segnali numerici. Interferenza intersimbolica e criterio di Nyquist.

Il rumore termico. Richiami sui processi casuali. Calcolo della $P(e)$ in sistemi numerici in banda base. Prestazioni dei sistemi PCM.

La trasmissione del segnale analogico in banda traslata. Modulazione d'ampiezza e modulazioni angolari. Prestazioni dei sistemi analogici in presenza di rumore.

La trasmissione del segnale numerico in banda traslata. Modulazioni numeriche. Prestazioni dei sistemi numerici in presenza di rumore.

LIBRI DI TESTO

L.W. Couch II, «Digital and Analog Communication Systems», Terza Edizione, Maxwell McMillan International Editions (in inglese).

N0841 CONTROLLI AUTOMATICI (Generale)

Prof. Giovanni FIORIO

Dip. di Automatica e Informatica

III-IV ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale	72	40	-
Settimanale	6	4	-

L'insegnamento di Controlli Automatici riguarda sia l'analisi dei sistemi fisici, con lo scopo di determinarne le leggi di funzionamento in regime transitorio, sia le proprietà dei sistemi dotati di controllo, sia il progetto degli organi di controllo per sistemi dinamici. Le nozioni propedeutiche richieste sono quelle di Elettrotecnica e di Matematica, soprattutto riguardanti l'uso delle trasformate di Laplace.

PROGRAMMA

1. Il problema del controllo automatico.
2. La costruzione di modelli di sistemi fisici. Rappresentazione grafica di modelli matematici (schemi a blocchi a grafi di flusso). Modelli matematici approssimati per sistemi elettrici, meccanici, elettromeccanici, termici, idraulici e pneumatici.
3. Elementi di analisi di segnali e di modelli matematici. Risposta nel dominio del tempo e della frequenza. Cenni su processi stocastici e su dinamica statistica. Proprietà strutturali.
4. L'incertezza nei modelli di sistemi e di segnali. La sensitività.
5. Dinamica di sistemi monovariabili con retroazione. Criteri di Routh e di Nyquist. Margini di stabilità. Luogo delle radici.
6. Specifiche per la qualificazione dei sistemi di controllo. Specifiche standard e specifiche orientate al funzionamento in condizioni normali di esercizio.
7. Strutture particolari di sistemi di controllo monovariabili. Compensazione in cascata ed in retroazione; retroazione delle variabili di stato e da generiche uscite secondarie; filtraggio del riferimento e filtraggio (previa misura) dei disturbi. Strutture miste.
8. Progetto del controllo per sistemi monovariabili. Progetto di compensatori in cascata sulla base di specifiche assegnate. Progetto di compensatori di forma prefissata relativi ad altre strutture. Orientamenti per la scelta della forma. Sintesi diretta, progetto con più gradi di libertà.
9. Introduzione allo studio del controllo digitale. Componenti digitali dei sistemi di controllo. I sistemi a tempo discreto. La trasformata zeta. Cenni al progetto di sistemi di controllo digitale.

TESTI CONSIGLIATI

Le lezioni e le esercitazioni sono svolte seguendo rispettivamente i testi: G. Fiorio: *Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi* - Ediz. CLUT, Torino.

G. Fiorio e S. Malan: *Esercitazioni di Controlli automatici* - Ediz. CLUT, Torino.

Altri testi consigliati sono:

G. Marro: *Controlli automatici* - Zanichelli, Bologna

A. Isidori: *Sistemi di controllo* - Siderea, Roma.

D'Azzo, Houpis: *Linear Control Systems Analysis and Design* - McGraw Hill.

N0842 CONTROLLI AUTOMATICI (Spec.)

Prof. Giuseppe MENGA

Dip. di Automatica e Informatica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez. Es. Lab

Annuale (ore)

-

-

-

Settimanale (ore)

6

4

-

Le finalità del corso sono il progetto del controllo mediante controeazione di sistemi dinamici lineari continui ed a dati campionati.

Per questo il corso presuppone una conoscenza della modellistica dei sistemi dinamici con esempi nei principali campi applicativi (sistemi elettrici ed elettronici, meccanici idraulici, termici, ecc.) acquisita nel corso di teoria dei sistemi od in corsi equivalenti.

Il corso esamina il problema del controllo di sistemi dinamici nei suoi diversi aspetti: modello e sue approssimazioni, segnali di comando, variabili di uscita (da controllare), disturbi, precisione della risposta e sensitività alle incertezze. Vengono definite le specifiche e sviluppate le tecniche di progetto di controlli in catena chiusa con particolare riferimento ai sistemi lineari con una variabile di ingresso e di uscita. Vengono introdotti elementi di strumentazione per l'automazione.

Il corso si articola in lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni su calcolatore incentrate sull'uso di simulazioni numeriche e programmi di progettazione assistita. E' inoltre raccomandata la realizzazione di lavori di gruppo nel laboratorio sperimentale.

PROGRAMMA

- Presentazione del problema del controllo.
- Studio di sistemi dinamici di controllo tratti da problemi di automazione industriale e controllo di processi. Introduzione alla strumentazione per il controllo (trasduttori ed attuatori).
- Sviluppo delle tecniche matematiche di analisi della stabilità di sistemi dinamici in presenza di controeazione (catena chiusa).
- Definizione delle specifiche di sistemi controllati.
- Progetto del controllo con metodi di sintesi per tentativi e metodi di sintesi diretta (assistita da calcolatore) per sistemi continui ed a dati campionati.
- Realizzazione dei regolatori nella forma di filtri analogici o filtri digitali.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Familiarizzazione con le tecniche di progetto di sistemi di controllo ed impostazione di problemi da svilupparsi su calcolatore.

Utilizzo di programmi di simulazione e di programmi di progetto assistito da calcolatore.

Disponibilità di un laboratorio sperimentale con esempi di controlli semplici sistemi meccanici, idraulici, termici, ecc.

PRECEDENZE

Teoria dei Sistemi (cont.).

TESTI CONSIGLIATI

A. Isidori, *Sistemi di Controllo*, Siderea, Roma.

G. Fiorio Belletti, *Controlli Automatici*, Clut, Torino

N1530 ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

Prof. Nicola DELLEPIANE

2° PERIODO DIDATTICO:

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

Il corso presenta i principi e le applicazioni dell'economia d'impresa e delle tecniche di analisi economica alle decisioni di gestione e alle decisioni di evoluzione e sviluppo dell'impresa. L'impegno didattico prevede 120 ore fra lezioni e esercitazioni.

PROGRAMMA

- 1) – L'impresa: obiettivi e strategie. Le decisioni di impresa (relative al mercato, ricerca e sviluppo, impianti e produzione, approvvigionamenti, logistica, struttura e metodi organizzativi, personale, struttura e gestione finanziaria).
 - 2) – Principi di economia aziendale. Metodi di analisi economica per la scelta fra alternative.
 - 3) – L'integrazione delle analisi di costo-quantità-utile dei sottosistemi aziendali per le decisioni di gestione d'impresa. In particolare le decisioni relative ai prezzi di vendita.
 - 4) – Metodi di analisi economica per la preparazione del piano integrato di gestione aziendale (di approvvigionamento, produzione, trasporto, distribuzione, vendita e finanziario).
 - 5) – Principi di controllo quantitativo e qualitativo.
 - 6) – La pianificazione dell'evoluzione e dello sviluppo dell'impresa. Si esaminano le decisioni relative all'evoluzione e sviluppo dell'impresa, con particolare riferimento a prodotti e mercati, alle strutture distributive e di vendita, di produzione, di approvvigionamento e finanziarie. In questo contesto ampio spazio è dedicato all'individuazione, misura previsionale dei risultati e scelta dei progetti di investimento e del piano di investimenti dell'azienda in relazione alle strategie di evoluzione e sviluppo. Metodi di analisi economica per la scelta degli investimenti. Critica dei criteri di scelta usualmente utilizzati. Proposta di nuovi tipi di criteri. Criteri assoluti e relativi in relazione a condizioni di razionamento e di non razionamento delle risorse finanziarie. L'incertezza e il rischio nelle decisioni di investimento. Metodi di analisi economico-finanziaria per la scelta del piano di investimenti dell'azienda e delle fonti di finanziamento.
 - 7) – Sintesi della posizione economico-finanziaria dell'impresa. Lo stato patrimoniale, il conto economico, il flusso dei fondi. Analisi mediante indici.
- Si effettuano esercitazioni sugli argomenti di cui ai punti 2) 3) 4) 6) 7).

TESTI CONSIGLIATI

Tutti i testi redatti dal docente.

N1790 ELETTROTECNICA

Docente da nominare

Dip. di Elettronica

2° ANNO, 2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lab.	Es.
Annuale (ore)	70	50
Settimanale (ore)	6	4

Il corso intende fornire le metodologie per l'analisi lineare (anche automatica) dei circuiti elettrici, nonché i concetti di elettromagnetismo quasi stazionario applicati alla modellizzazione circuitale.

Lo studente, durante il corso, dovrebbe acquisire l'abilità a risolvere manualmente i circuiti semplici, ad affrontare i circuiti, più complessi con l'ausilio di un simulatore circuitale e a valutare i parametri del modello elettrico di elementi circuitali semplici.

Il metodo didattico privilegia l'induzione e l'utilizzazione di esempi: lo sviluppo di ogni argomento integra la trattazione con diversi esercizi, anche di calcolo, sui quali è sollecitato l'impegno attivo dell'allievo.

Il corso presuppone le conoscenze di Matematica impartite al primo anno ed i concetti che vi si sviluppano sono essenziali per la comprensione delle applicazioni elettroniche che lo studente incontrerà in molti corsi successivi.

PROGRAMMA

Definizioni e leggi fondamentali: tensione, corrente, potenza, energia, leggi di Kirchhoff.

Modelli di bipoli ideali: generatori indipendenti e pilotati, resistori, operazione, diodo.

Metodi elementari di analisi di reti resistive: partitori, sovrapposizione effetti, teoremi di Millmann, Thevenin, Norton.

Metodi automatici di analisi: cenni sui grafi, metodi di nodi e delle maglie, teorema di Tellegen.

Analisi dinamica delle reti: risposta di reti del primo e secondo ordine, variabili di stato.

Analisi simbolica delle reti: fondamenti di Trasformata di Laplace, applicazione allo studio di transistori nei circuiti, funzioni di rete e loro proprietà.

Reti in regime sinusoidale: analisi con fasori, potenza complessa, adattamento.

Sistemi trifase: analisi dei sistemi bilanciati, cenni sui sistemi squilibrati, rifasamento.

Doppi bipoli: caratterizzazione matriciale, connessioni, reciprocità.

Campi elettromagnetici in regime quasi stazionario: derivazione delle leggi di Kirchhoff dalle equazioni di Maxwell, calcolo di parametri di rete.

Cenni sul funzionamento delle macchine elettriche: trasformatore, motore in corrente continua, motore in corrente alternata.

TESTI CONSIGLIATI

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

C.R. Paul, Analysis of linear circuits, McGraw-Hill, 1989.

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

M. Buey, Esercitazioni di elettrotecnica, CLUT, Torino, 1988.

N1711 ELETTRONICA APPLICATA I

Prof. Marco GIORDANA

Dip. di Elettronica

3° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

1° PERIODO DIDATTICO

Settimanale (ore)

6

4

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

PROGRAMMA

• Introduzione

Definizione di segnale logico e discreto

Panoramica sui circuiti analogici più diffusi

Panoramica sui circuiti digitali

Problematiche di progetto

Considerazioni termiche

• Segnali e circuiti logici

Definizione di segnale logico

Famiglie logiche

Esempi di circuiti combinatori

Esempi di circuiti sequenziali

Problemi di interconnessione

• Memorie

Classificazione delle memorie elettroniche

Memorie per applicazioni particolari

Organizzazione di un banco di memoria

• Amplificatori

Generalità sugli amplificatori

Amplificatori operazionali

• Alimentatori stabilizzati

Regolatori lineari dissipativi

Regolatori a commutazione

Esercitazioni e laboratori

• Componenti passivi

• Componenti attivi e modelli

• Il simulatore elettrico PSPICE

• Esempi di architetture di semplici sistemi digitali

• Metodologie di progetto

• Esempi di applicazioni di logiche programmabili

• Strumenti CAD per il progetto avanzato di circuiti integrati.

TESTI CONSIGLIATI

D. Schilling, C. Belove: «Electronic circuits» Third Edition McGraw-Hill 1989.

N1712 ELETTRONICA APPLICATA II

Prof. Maurizio ZAMBONI*

Dip. di Elettronica

4° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

1° PERIODO DIDATTICO

Settimana (ore)

6

4

Il corso di Elettronica Applicata II intende ampliare la formazione elettronica degli allievi informatici, iniziata con il corso di Elettronica Applicata I.

Durante la prima parte del corso saranno affrontate le tematiche relative all'interconnessione di dispositivi e sistemi elettronici, con particolare riferimento alle strutture, ai protocolli e al comportamento elettrico.

Nella seconda parte si analizzeranno le interazioni tra sistemi elettronici ed il mondo esterno mettendo in evidenza i differenti metodi di analisi e conversione del segnale.

In questa ottica si prenderanno in considerazione i sistemi di acquisizione dati, coprendo tutta la catena che va dai trasduttori al sistema di conversione; fino agli attuatori.

PROGRAMMA

• Strutture di interconnessione

– Classificazione dei sistemi di interconnessione – Interconnessioni tra sistemi – Interconnessioni tra sottosistemi – Interconnessioni nei circuiti integrati (VLSI)

– Canali di comunicazione

– Bus paralleli

– Comunicazione seriale (con accenni al formato RS232)

– Bus ottici

– Protocolli di comunicazione e loro realizzazione con componenti

– Standard di comunicazione (VME, EISA, MICROCHANNEL, IEEE488)

– Circuiti di interfaccia

– Problemi elettrici (riflessioni, terminazioni, disturbi)

• Sistemi di acquisizione dati – Teoria del campionamento – Circuiti di acquisizione dati – Condizionamento del segnale – Multiplexer – Sample and Hold

– Convertitori Analogico/Digitale e Digitale/Analogico

– Convertitori Frequenza/Tensione

– Convertitori Sincro/Digitale

– Trasduttori (dal punto di vista elettronico)

– Attuatori (interfacciamento elettrico)

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni riguardano l'approfondimento dei concetti definiti a lezione e portano al progetto di semplici circuiti esemplificativi che potranno essere in qualche caso montati e provati in laboratorio per verificarne il corretto funzionamento.

INFORMATICA

TESTI CONSIGLIATI

D. DEL CORSO, H. KIRRMAN, J.D. NICOUD, «Microcomputer buses and links», Academic Press, 1986

S. FRANCO, «Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits», Mc-Graw-Hill, 1988

Indicazioni bibliografiche di testi di consultazione verranno fornite durante il corso

N1901 FISICA I

Prof. Ottavia FILISETTI BORELLO(1° corso) A-E Dip. di Fisica

Prof. Docente da nominare (2° corso) F-P

Prof. Alfredo STRIGAZZI (3° corso) Q-Z

1° ANNO

Impegno didattico

Lez. Es. Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

75 25 1/8

Settimanale (ore)

- - -

Il corso di 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'elettronica 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 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. Oscillatori accoppiati. *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. *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.

TESTI CONSIGLIATI

C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica-Meccanica, Termodinamica*, Liguori (Napoli, 1987).R. Resnick, D. Halliday, *Fisica*, Parte I-Ambrosiana (Milano, 1982).R.P. Feynmann, R. B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynmann*, Addison Wesley, Londra, 1969.P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Fisica*, SES, Napoli, 1991.

N1902 FISICA II

Prof. Bruno MINETTI (1° corso) A-K Dip. di Fisica
 Prof. Marco OMINI (2° corso) L-Z

II° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	75	25	-
	Settimanale (ore)	-	-	*
	* 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 Ampère. 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, la 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.

N2171 FONDAMENTI DI INFORMATICA I

Prof. Antonio LIOY	1° Corso: A-E	
Prof. Elio PICCOLO	2° Corso: F-P	Dip. di Automatica e Informatica
Prof. Piero DEMICHELIS	3° Corso: Q-Z	Dip. di Automatica e Informatica

1° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	84	28	56
	Settimanale (ore)	6	2	4

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti dell'informatica sia sotto l'aspetto dell'hardware che del software. Particolare importanza viene data ai principi della programmazione mediante l'uso di linguaggi evoluti quali il PASCAL. Vengono inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura degli elaboratori e sulla rappresentanza dell'informazione al loro interno.

PROGRAMMA

La prima parte del corso è rivolta ad illustrare la rappresentazione, all'interno degli elaboratori, dell'informazione numerica (numeri in virgola fissa e mobile) e non numerica (codici), le operazioni algebriche fondamentali in binario, i principi dell'algebra di Boole e l'applicazione dei teoremi alla minimizzazione delle espressioni logiche. Successivamente si passa a descrivere la struttura del calcolatore (unità centrale, memoria centrale e memorie di massa) e le tecniche di interconnessione con i dispositivi periferici. Si affronta poi, anche se in modo non approfondito, il funzionamento del calcolatore, il linguaggio macchina, l'assembler e i principali componenti software: il Sistema Operativo (in generale, e l'MS-DOS in particolare), i Compilatori, i programmi di servizio e i programmi applicativi. Si forniscono infine i principi della programmazione strutturata utilizzando il linguaggio PASCAL e, nella parte conclusiva del corso, si illustrano alcuni algoritmi di uso comune, quali quelli di sort e merge dei dati, quelli ricorsivi, quelli per la visita di alberi binari, ecc.

Sono previste esercitazioni di programmazione in PASCAL in aula e sugli elaboratori del Laboratorio di Informatica di Base.

TESTI CONSIGLIATI

P. Demichelis, E. Piccolo: «Informatica di base, FORTRAN 77 e PASCAL», *Levrotto & Bella*, Torino, 1987.

E. Piccolo, E. Macii: «Fondamenti di Informatica: testi d'esame ed esercizi svolti», II Edizione, *Levrotto & Bella*, Torino, 1992.

E. Piccolo: «Tecniche di base e tecniche avanzate per l'uso del Personal Computer», CLUT, Torino, 1992.

P. Prinetto: «Fondamenti di Informatica: Lucidi», *Levrotto & Bella*, Torino, 1991.

P. Demichelis, E. Piccolo: «PASCAL: trasparenze», CLUT, Torino, 1992.

K. Jensen, N. Wirth, «PASCAL user manual and report - ISO PASCAL Standard», III Edizione, *Springer*, New York, 1985.

M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, «Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione», UTET, Torino, 1988.

N2172 FONDAMENTI DI INFORMATICA II

Prof. Paolo PRINETTO

Dip. di Automatica e Informatica

II° ANNO

1° 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 ed ai linguaggi.

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

PROGRAMMA

- Il linguaggio C.
- Liste, Pile, Code.
- Analisi delle omplessità degli algoritmi.
- Il concetto di ADT.
- Alberi.
- Code prioritarie.
- Algoritmi di ordinamento.
- Dizionari.
- Algoritmi di ricerca.
- Tecniche di hashing.
- Grafi.
- Tecniche di pattern matching.
- Metodologie di progetto di algoritmi.

ESERCITAZIONI

Realizzazione degli algoritmi esaminati in linguaggio C.

LABORATORI

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

PRECEDENZE Fondamenti di Informatica I.

TESTI CONSIGLIATI

B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, *The C Programming Language*, 2nd Edition, Englewood Cliffs; Prentice-Hall, 1988.

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *Algoritmi e Strutture Dati*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *Esempi di programmazione in linguaggio C*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

N2300 GEOMETRIA

Prof. N. CHIARLI	1° Corso	
Prof. S. GRECO	2° Corso	
Prof. da nominare	3° Corso	Dip. di Matematica

2° PERIODO DIDATTICO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
	Annuale			-
	Settimanale	6	4	-

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 – Coordinate polari e numeri complessi (incluso fattorizzazione di polinomi ed esponenziali complesso) – Geometria analitica dello spazio. Quadriche, coni, cilindri e superfici di rotazione – Geometria differenziale delle curve – Spazi vettoriali – Calcolo matriciale – Sistemi lineari – Applicazioni lineari – Autovalori e autovettori – Forma canonica di Jordan – Sistemi di equazioni differenziali lineari del 1° ordine a coefficienti costanti – Equazioni differenziali lineari di ordine n a coefficienti costanti – Spazi euclidei reali e forme quadratiche.

EVENTUALI LIBRI DI TESTO

S. Greco – P. Valabrega – Lezioni di matematica per allievi ingegneri Levrotto & Bella, Torino, 1992.

G. Beccari e altri – Esercizi di geometria – CELID, Torino, 1985

A. Sanini – Esercizi di geometria – Levrotto & Bella, Torino, 1984.

N 2630 IMPIANTI DI ELABORAZIONE

Prof. Silvano GAI

Dip. di Automatica e Informatica

V° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si pone come scopo la descrizione delle metodologie di progetto dei grossi impianti di elaborazione dati. Vengono considerati aspetti quali l'architettura dei mainframe, il dimensionamento dell'I/O, le architetture a cluster, la progettazione dei CED, le politiche di backup, la sicurezza logica e fisica dei dati.

PROGRAMMA

Enfasi viene data alla progettazione di reti locali e geografiche in ambiente eterogeneo utilizzando i principali protocolli proprietari quali SNA, Decnet e TCP/IP. Vengono introdotte i criteri di progettazione per il cablaggio struttura degli edifici, ponendo particolare attenzione all'integrazione tra il moò dei calcolatori e quello delle telecomunicazioni. Vengono inoltre introdotti criteri di progetto per dorsali geografiche di telecomunicazioni basate su reti TDM e a cella.

Vengono inoltre paragonate soluzioni di downsizing basate su elaboratori Unix e/o su sistemi Operativi di Rete quali Novel e Lan Manager confrontandoli con soluzioni più conservative basate su mainframe in termini di costi/benefici.

TESTI CONSIGLIATI

Saranno comunicati dal docente.

N2850 INFORMATICA GRAFICA

Prof. Aldo LAURENTINI

Dip. di Automatica e Informatica

V° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di fornire agli allievi le conoscenze di base relative alla grafica per elaboratori, nei suoi aspetti sia teorici che di realizzazioni software e hardware.

Esso si articola in tre fasi successive, durante le quali verranno trattati nell'ordine gli algoritmi, le architetture ed i dispositivi per la grafica per elaboratori. Oltre a fornire le conoscenze matematiche ed algoritmiche fondamentali riguardanti gli aspetti teorici della computer grafica, il corso si propone pertanto l'analisi di diverse soluzioni architettoniche, rivolgendo particolare attenzione ai dispositivi per sistemi grafici commercialmente disponibili sul mercato. Il corso, oltre alle lezioni in aula, prevede esercitazioni in aula ed eventuali dimostrazioni in laboratorio.

PROGRAMMA

- Architetture dei sistemi grafici:
 - dispositivi per i sistemi grafici - dispositivi di visualizzazione - dispositivi di stampa - dispositivi per l'input interattivo - memorie grafiche - controllori grafici e controllori CRT
- Grafica bidimensionale:
 - Nozioni fondamentali:
 - * rappresentazioni geometriche * primitive grafiche * rappresentazioni grafiche * operazioni di base (traslazioni, rotazioni, scalamenti) * interfaccia uomo-macchina
 - Algoritmi:
 - * tracciamento di linee e cerchi * riempimento di aree * antialiasing * dithering
- Grafica tridimensionale:
 - Nozioni fondamentali:
 - * rappresentazione geometrica * operazione di base (traslazioni, rotazioni, scalamenti) * proiezione parallela e prospettiva * problematiche (linee e superfici nascoste)
 - Tecniche di rappresentazione tridimensionale:
 - * modellazione solida * curve e superfici
 - Rendering:
 - * modelli di illuminazione * modelli di ombreggiatura * algoritmi per il rendering * colorimetria * tessiture ed antialiasing
- Standard Grafici:
 - GKS 2D e 3D - CGM - PHIGS - Standard per il desktop publishing
- Architetture dei Sistemi Grafici:
 - architetture convenzionali - architetture sistoliche - architetture avanzate
- Caratteristiche dei Sistemi Grafici commercializzati:
 - software per grafica 2D e 3D - software per desktop publishing - coprocessori grafici - grafica su PC - grafica su workstation dedicate - supercomputer e reti di elaboratori grafici.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni vertono sul progetto e sullo sviluppo di algoritmi ed architetture specifici nei campi della modellazione e visualizzazione tridimensionale e della grafica per il desktop publishing.

PRECEDENZE

- Sistemi di Elaborazione I

N 2942 INGEGNERIA DEL SOFTWARE II

Prof. Pier Luca MONTESORO

Dip. di Automatica e Informatica

V° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es. Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

-

-

-

Settimanale (ore)

6

2

-

Il corso si prefigge l'obiettivo di fare il punto sul nuovo orizzonte tecnologico che si sta delineando nel settore informatico, dando un inquadramento ragionato a concetti quali architettura client-server e interfacce grafiche a finestre, definendone i principi, le caratteristiche architettoniche e e funzionalità.

L'ambiente MS-Windows risponde alle esigenze di semplicità d'uso per gli utenti dell'automazione d'ufficio, potenza elaborativa per gli utenti avanzati, ed economicità sia per quanto riguarda l'hardware che il software applicativo. Il corso intende fornire una conoscenza approfondita di questi concetti, analizzando tutti gli aspetti dell'ambiente MS-Windows, a partire da quelli sistemistici per poi affrontare quelli applicativi e infine quelli progettuali e di programmazione. Al termine gli utenti avranno acquisito conoscenza della filosofia dell'ambiente MS-Windows, capacità di utilizzo di alcuni prootti applicativi e esperienza di realizzazione di software applicativo mediante appositi strumenti di sviluppo.

Un particolare accento, inoltre, è posto sugli aspetti architettonici, in particolare con filosofia client-server e sui diversi ambienti di sviluppo del software, in modo da fornire sia ai programmatori che ai responsabili dello sviluppo di applicativi le competenze necessarie a valutare i progetti in termini di strumenti necessari, complessità e costi.

PROGRAMMA

- Ambiente operativo MS-Windows

1. Principi

- Schema di funzionamento - Interazione col DOS - Configurazione del sistema

2. Funzionalità

- Caratteristiche dell'interfaccia grafica - Interazione tra i programmi applicativi e link tra i dati

• Applicativi

- 1. Excel; 2. Word; 3. PowerPoint; 4. CorelDraw; 5. SQL Windows; 6. Integrazione dei diversi applicativi

• Architetture client-server

- 1. Evoluzioni architettoniche; 2. Principi di reti di comunicazioni; 3. Reti locali; 4. Esempi di soluzioni client-server in ambiente MS-Windows

• Ambienti di sviluppo in MS-Windows

- 1. Principi di programmazione ad oggetti guidata da eventi; 2. Ambienti di sviluppo a bassa interattività: Software Developer's (SDK) e Quick C; 3. Ambienti di sviluppo ad elevata interattività: SQL Windows; 4. Esempi di programmazione

• Impatto sull'organizzazione del lavoro degli utenti

- Impatto sull'organizzazione dello sviluppo degli applicativi e del lavoro del programmatori

PRECEDENZE

- Ingegneria del software I

N 3000 INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Prof. Elio PICCOLO

Dip. di Automatica e Informatica

V° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di illustrare le problematiche relative connesse all'Intelligenza Artificiale e le relative metodologie. I temi fondamentali riguardano i modelli base del comportamento intelligente; la costruzione di macchine che li simulino, la rappresentazione della conoscenza, i limiti per cui l'intelligenza è descritta dalla valutazione di regole, dall'inferenza, dalla deduzione e dal computo di pattern. Si prenderanno in esame le architetture dei sistemi di apprendimento e come essi rappresentano la loro conoscenza del mondo esterno.

Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente può si impraticchirà nell'uso di linguaggi non-algoritmici, quali Lisp, Prolog ed OPSS, di shell di Sistemi Esperti e di altri strumenti di Intelligenza Artificiale.

PROGRAMMA

- Strategie per la risoluzione di problemi: – soluzioni nello spazio degli stati – soluzione per decomposizione in sotto-problemi – ricerca in ampiezza, profondità e mediante euristica
- Logica: monotona, non monotona, fuzzy – la Logica Proposizionale – la Logica del Primo Ordine – la Logica di Ordine Superiore – le Logiche Modali e Temporalis – procedure di decisione – fuzzy logic
- Rappresentazione della Conoscenza: – le Reti Semantiche – le Regole di Produzione – i Frame – gli approcci ibridi – confronti in termini di espressività, potere deduttivo, applicabilità – modelli di ragionamento e di apprendimento: incerezza, inferenza bayesiana, belief – architetture che imitano i sistemi biologici: reti neurali, connectionism, memoria distribuita sparsa.
- Sistemi basati sulla Conoscenza: – i Sistemi Esperti: problemaiche e classificazioni, con particolare riguardo alle applicazioni degli stessi in ambiti tecnico-ingegneristici: apprendimento automatico; interfaccia utente nell'ambito dei Sistemi basati sulla Conoscenza: modelli sintattici e semantici per la comprensione del linguaggio naturale, traduzione automatica – cenni di Robotica: cinematica e dinamica del moto dei robot e modelli del mondo esterno per i robot
- Linguaggi non-procedurali: – i linguaggi funzionali, con particolare attenzione al Lisp – i linguaggi logici, con particolare attenzione al Prolog
- Riconoscimento e comprensione: – tecniche di riconoscimento di configurazioni (template matching, approccio statistico e sintattico) – il riconoscimento delle immagini – il riconoscimento del parlato.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione, legati ad applicazioni tecnico-ingegneristiche: • tecniche per il progetto di sistemi software per la programmazione logica, il theorem proving e la valutazione di regole • tecniche facenti uso di

sistemi esperti in domini ristretti e shell di sistemi esperti • sistemi di riconoscimento del linguaggio • reti neuroniche • giochi intelligenti • riconoscitori di immagini o di parlato

PRECEDENZE

- Sistemi Operativi

TESTI CONSIGLIATI

Saranno indicati in aula dal docente.

N 3070 LINGUAGGI E TRADUTTORI

Prof. Giorgio BRUNO

Dip. di Automatica e Informatica

V° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Lo scopo del corso è di illustrare i principi teorici e le tecniche pratiche per il progetto dei compilatori; Una parte del corso è dedicata all'analisi delle caratteristiche dei moderni linguaggi di programmazione e alla presentazione delle tecniche di progetto del software. Il corso prevede, oltre alle lezioni teoriche ed alle esercitazioni in aula, esercitazioni in aula, esercitazioni pratiche su calcolatori VAX e su Personal Computer.

PROGRAMMA

- Introduzione ai compilatori.
- Teoria dei linguaggi formali.
- Automi a stati finiti. Analisi lessicale. Progetto di un analizzatore lessicale.
- Analisi sintattica top-down e bottom-up: parser LL(1), parser in discesa ricorsiva e parser LR(1).
- Trattamento degli errori sintattici.
- Progetto di un analizzatore sintattico.
- Grammatiche ad attributi.
- Organizzazione della memoria
- Tabella dei simboli. Formato intermedio dei programmi.
- Analisi semantica. Traduzione in codice intermedio dei costrutti dei linguaggi di programmazione tipo *Pascal* e *C*.
- Ottimizzazione del codice intermedio
- Generazione del codice oggetto.
- Caratteristiche dei linguaggi moderni di programmazione.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni illustrano la risoluzione di problemi di analisi lessicale, sintattica o semantica, di generazione del codice intermedio o del codice oggetto, relativamente ai costrutti dei linguaggi di programmazione tipo *Pascal* e *C*.

Lo sviluppo di progetti su calcolatore consente agli allievi di mettere in pratica le nozioni apprese nel corso.

PRECEDENZE

- Calcolatori Elettronici

TESTI CONSIGLIATI

- G. Bruno, *Linguaggi formali e compilatori*, UTET, Torino, 1992.

L 3210 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE

Prof. Terenziano RAPARELLI
 Prof. Carlo FERRARESI

1° Corso A-K
 2° Corso L-Z

Dip. Meccanica
 Dip. Meccanica

2° ANNO
 2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	30	20	-
Settimanale (ore)	-	-	-

*Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identi**
 Le considerazioni teoriche di base della Meccanica trovano un riscontro appli***

PROGRAMMA

- * Richiami di cinematica piana
 - cinematica del punto - cinematica del corpo rigido - cinematica dei moti relativi
- * Accoppiamenti tra corpi rigidi
 - coppie cinematiche - accoppiamenti di forza
- * Dinamica
 - forze e momenti - equazioni cardinali della dinamica - lavoro ed energia - impulso, quantità di moto e momento della quantità di moto
- * Attrito
 - attrito secco - attrito volvente
- * Componenti meccanici ad attrito
 - contatti estesi, ipotesi dell'usura - freni - frizioni
- * Sistemi di trasformazione e trasmissione del moto
 - meccanismi - ruote di frizione - ruote dentate - rotismi - flessibili - vite-madrevite
- * Transitori nei sistemi meccanici
 - accoppiamento motore carico diretto, con riduttore di velocità e con* innesto a frizione
 - sistemi a regime periodico
- * Vibrazioni lineari a un grado di libertà
 - vibrazioni libere - vibrazioni forzate

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di esercizi riguardanti **

TESTI CONSIGLIATI

- C. Ferraresi, T. Raparelli, «Appunti di Meccanica Applicata», CLUT, Torino **
 J.L. Meriam, L.G. Kraige, «Engineering Mechanics», Vol. I & II, S.I.**
 G. Jacazio, B. Piombo, «Esercizi di Meccanica Applicata», Levrotto & Bella **

N3460 METODI DI OTTIMIZZAZIONE NEI SISTEMI DI CONTROLLO

Prof. Giovanni FIORIO

Dip. di Automatica e Informatica

4° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	72	20	-
Settimanale (ore)	6	2	-

L'insegnamento è previsto per gli allievi del corso di laurea in Ingegneria Informatica con indirizzo di Automatica e Sistemi di Automazione, ma è rivolto più in generale a tutti gli allievi che desiderano approfondire la loro conoscenza in problemi di ottimizzazione di sistemi dinamici. La trattazione viene svolta per sistemi dinamici a tempo sia discreto, sia continuo. Il problema del controllo ottimo viene esteso ai sistemi a grandi dimensioni per i quali conveniente operare un controllo decentralizzato e gerarchicamente coordinato, con applicazione ai sistemi di produzione e a rete in generale.

PROGRAMMA

1. I problemi di ottimizzazione nell'ambito della professione dell'ingegnere. Metodi di ottimizzazione nell'ingegneria del controllo e della pianificazione.
2. Ottimizzazione in spazi euclidei. Ottimizzazione senza vincoli, e con vincoli di uguaglianza e di disuguaglianza. Applicazione a sistemi di controllo in regime stazionario con indici di costo e con vincoli di vario tipo.
3. Il controllo ottimo in catena aperta per sistemi dinamici retti da equazioni di stato di forma generica e con indici di costo pure di forma generica. Formulazione del problema nella versione a tempo sia discreto, sia continuo. Il principio del massimo. Applicazioni a sistemi dinamici con indici di costo quadratico.
4. La programmazione dinamica. Introduzione tramite problemi di percorso. Suoi legami con il principio del massimo. Applicazioni a problemi di controllo.
5. Il controllo in catena chiusa per sistemi lineari in regime dinamico con indici di costo di Riccati e sua versione algebrica. Applicazioni a specifici casi concreti.
6. Il controllo ottimo di sistemi a grandi dimensioni. Criteri di decomposizione e di coordinamento. Applicazione di sistemi di produzione.

TESTI CONSIGLIATI

Sono a disposizione appunti del corso scritti dal docente, che indicano anche riferimenti bibliografici. Altro testo contenente materia d'esame è:

P. Dorato, C. Abdallah, V. Cerone: «Linear quadratic control: an introduction» in corso di stampa (delle parti richieste all'esame sono disponibili fotocopie in anteprima)

IN292 MICROELETTRONICA

Prof. Francesco GREGORETTI

Dip. di Elettronica

V° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	56	28	14
Settimanale (ore)	4	2	1

Il corso è essenziale per la formazione di ingegneri elettronici con indirizzo progettistico-circuitale o informatico-hardware. Il programma è organizzato in modo da fornire agli allievi le nozioni fondamentali sulla progettazione di circuiti logici a grande scala di integrazione (VLSI). Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni anche di tipo sperimentale. Durante le esercitazioni verrà svolto dagli allievi un ciclo completo di progettazione di un circuito integrato. Il corso presuppone la conoscenza delle caratteristiche fondamentali dei dispositivi elettronici, in particolare dei dispositivi MOS, e delle nozioni di base di elettronica applicata e di progetto di circuiti logici; vanno pertanto considerati propedeutici i corsi di Componenti elettronici ed Elettronica applicata I.

PROGRAMMA

- _ Cenni di tecnologia, ciclo di fabbricazione.
- _ Componenti integrabili, caratteristiche e modelli dei dispositivi e delle interconnessioni.
- _ Circuiti elementari, caratteristiche statiche e dinamiche.
- _ Circuiti digitali combinatori, di pilotaggio, di ingresso/uscita, circuiti di protezione.
- _ Logiche regolari, programmabili, array e librerie di celle.
- _ Celle di memoria a sola lettura, a lettura/scrittura statiche e dinamiche, programmabili.
- _ Logiche dinamiche, fenomeni di bootstrapping e latch-up.
- _ Architettura interna, floor planning, distribuzione delle alimentazioni e dei segnali di cadenza.
- _ Ciclo di progetto, strumenti per la progettazione assistita da elaboratore (CAD), editor grafici, simulatori elettrici e logici; generatori automatici di celle, router e piazzatori di celle.
- _ Circuiti analogici.
- _ Dissipazione di potenza statica e dinamica.
- _ Cenni di misure, collaudo, testing.
- _ Problemi relativi allo scanalamento e cenni sulla tecnologia e sui componenti GaAs, e sull'integrazione a livello di wafer.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni seguono gli argomenti svolti a lezione e si basano sullo sviluppo da parte degli allievi di esercizi di calcolo e valutazione di circuiti semplici, e simulazioni al calcolatore sia elettriche che logiche. Successivamente gli allievi svolgeranno tesine monografiche che porteranno al progetto di parti significative di un circuito integrato VLSI.

TESTI CONSIGLIATI

- C. Mead - L. Conway, *Introduction to VLSI systems*, Addison Wesley.
- M. Annaratone, *Digital CMOS circuit design*, Kluwer Academic Publisher.
- L.A. Glaser - D.W. Dobberpuhl, *The design and analysis of VLSI circuits*, Addison Wesley.
- N. Weste - K. Eshaghian, *Principles of CMOS VLSI design; a system perspective*, Addison Wesley.

N3690 MISURE PER L'AUTOMAZIONE E LA PRODUZIONE INDUSTRIALE

Prof. Italo GORINI

Dip. di Elettronica

ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

72

6

Es.

48

4

Lab.

Il corso intende fornire le nozioni fondamentali sui metodi, gli strumenti e i sistemi di misura usati nell'automazione e la produzione industriale. Prima di tutto sono presentati gli elementi fondamentali della scienza delle misure. Sono poi presentati i principali strumenti di misura sia analogici sia digitali. Infine sono descritti i principali componenti di una catena di misura e le architetture più usate per la realizzazione dei sistemi automatici di acquisizione e distribuzione dei dati.

PROGRAMMA

- 1) Fondamenti della scienza delle misure: principi di teoria della misurazione; i principali metodi di misura (diretti, indiretti, per sostituzione, etc.); i campioni; il Sistema Internazionale delle unità di misura (SI); la normazione a livello nazionale e internazionale.
- 2) Strumenti di misura: caratteristiche generali (accuratezza, dinamica, consumi, etc.).
- 3) Cenni sui principali strumenti di tipo analogico (voltmetri, amperometri, wattmetri, impedenzimetri, oscilloscopi)
- 4) Strumenti numerici: elementi fondamentali (convertitori A/D e D/A, interfacce, i componenti intelligenti, etc.); principali tipi (multimetri, frequenzimetri, oscilloscopi, analizzatori di spettro, sintetizzatori di forme d'onda, etc.).
- 5) Sistemi di misura: i principali tipi di architettura; i sensori: caratteristiche generali; alcuni tipi per la misurazione di particolari grandezze fisiche.

LABORATORIO

Le esercitazioni sperimentali di laboratorio, svolte dagli studenti suddivisi in gruppi, hanno lo scopo di far acquisire familiarità con gli strumenti ed i metodi di misura presentati a lezione.

N3800 MODELLISTICA E IDENTIFICAZIONE

Prof. Vito MAURO

Dip. di Automatica e Informatica

IV°/V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso intende fornire gli strumenti per l'analisi sperimentale dei modelli dei sistemi di controllo e delle serie storiche di dati. A questo scopo viene data particolare rilevanza alle tecniche matematiche e statistiche di base e vengono da queste derivati i metodi e gli algoritmi di uso più frequente. L'approfondimento matematico-statistico permette un approccio unificato ai problemi e un'analisi critica dei metodi proposti. Nel laboratorio gli studenti possono verificare, mediante simulazioni all'elaboratore, le proprietà delle soluzioni.

PROGRAMMA

- Presentazione del problema dell'analisi delle serie storiche e dei modelli. La necessità dei modelli espliciti; le cause di errore, i criteri di approssimazione, il principio di parsimonia.
- Analisi di problemi deterministici. Problemi di minimo in spazi di Hilbert; il teorema della proiezione, l'ortogonalità, procedura di Gram-Schmidt, proprietà strutturali della soluzione. Impostazione recursiva. Applicazione a modelli lineari; minimi quadrati, regressioni, pseudoinverse, filtri esponenziali e simili. Problemi numerici, fattorizzazioni.
- Il problema della stima e la soluzione di massima verosimiglianza. Modelli lineari e/o gaussiani: riduzione a un problema in spazi di Hilbert. Il problema della validazione e dei test sulle ipotesi.
- Applicazione a modelli stocastici lineari e discreti. Stima dello stato: il filtro di Kalman. Soluzione di problemi riconducibili alla stima dello stato. La predizione dello stato e problemi riconducibili; predizione e stima su modelli ARMA e derivati. Problemi numerici.
- Applicazione all'identificazione. I modelli ARMA e derivati; il modello dei disturbi-algoritmi risolutivi. I modelli discreti in generale; il filtro di Kalman esteso. Problemi numerici e applicativi.
- I processi stocastici. Richiami delle definizioni di base. Spettri di potenza e funzioni di autocorrelazione; loro stime. Richiami sulle trasformate discrete. Applicazioni all'identificazione di modelli in frequenza. Fattorizzazione di un processo stocastico- il processo innovazione; analisi comparata di filtri di Wiener e di Kalman.
- Considerazioni conclusive sul principio di parsimonia- esempi sull'influenza dell'ordine del modello; metodi di analisi dell'ordine utile. Cenni sull'identificabilità strutturale.

TESTI CONSIGLIATI

G. Menca, *Appunti di Modellistica e Identificazione*, Celid, Torino. Appunti distribuiti a lezione.

Bittanti, Guardabassi, *Sistemi incerti*, Clup, Milano.

N4520 RETI DI CALCOLATORI

Prof. Luigi CIMINIERA

Dip. Automatica e Informatica

IV ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	70	30	
Settimanale (ore)	6	2	

Il corso ha lo scopo di analizzare le architetture, i protocolli e i servizi nelle reti di calcolatori. Verranno esaminate sia le soluzioni basate sull'uso delle norme internazionali, sia le reti proprietarie a più larga diffusione. Nel corso delle lezioni verranno trattate reti locali (LAN), metropolitane (MAN) e geografiche (WAN) per applicazioni di tipo generale, come pure esempi di reti locali che rispondono ad esigenze specifiche, quali quelle per automazione industriale.

PROGRAMMA

Inizialmente verranno fornite nozioni sulla nomenclatura, i vari tipi di reti di calcolatori, e verrà esaminato il modello di riferimento ISO-OSI quale strumento per la descrizione delle architetture di protocolli. In seguito verranno esaminati i protocolli relativi ai livelli: fisico, data-link, rete, trasporto, sessione, presentazione e applicazione. Verranno illustrati sia i protocolli ISO per ciascuno di questi livelli, sia quelli relativi all'architettura DoD, Decnet, SNA e ISDN. Nella parte finale del corso verranno illustrate le problematiche di comunicazione specifiche di alcuni settori dell'automazione industriale, e verranno presentate alcune soluzioni relative ai bus di campo e alle reti di basso costo.

Nel corso delle esercitazioni, verranno svolti progetti relativi alla realizzazione di protocolli per reti di calcolatori, facendo anche uso di strumenti per l'ausilio alla progettazione basati su tecniche di descrizione formale.

TESTI CONSIGLIATI

- Andrew S. Tannenbaum, Computer Networks, 2nd edition, Prentice-Hall, 1988.
- Fred Halsall, Data Communications, Computer Networks and OSI, 3rd edition, Addison-Wesley, 1991.

N 4540 RETI LOGICHE

Prof. Paolo PRINETTO

Dip. Automatica e Informatica

III ANNO
2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di illustrare metodologie di analisi e di sintesi di circuiti logici e di semplici sistemi di elaborazione.

Oltre alle lezioni teoriche e alle esercitazioni in aula sono previste esercitazioni sull'uso di strumenti CAD per la verifica della correttezza del progetto e per l'impiego di dispositivi FRGA del tipo xilicx.

PROGRAMMA

Il Sistema Viculogic.

Progetto di reti combinatorie.

Analisi e sintesi di reti sequenziali asincrone.

Sintesi di reti sequenziali e sincrone:

Flip-Flop: caratteristiche e classificazioni

Progetto di macchine a stati finiti, secondo metodologie diverse

Contatori e registri

Metodologie di progetto di circuiti semi-conduttori:

Gate array

Standard cell

PLD

Introduzione alle problematiche del collaudo di circuiti logici

Progetto di macchine a stati finite complesse, composte di unità operativa, unità di controllo.

Sviluppo del progetto di un piccolo sistema di elaborazione.

Metodologie di progetto di sistemi facilmente collaudabili (Design For Testability):

Tecniche ad hoc

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione.

Uso del sistema viculogic per la verifica della correttezza di progetto di circuiti custom e semi-custom.

Realizzazione di alcuni progetti tramite dispositivi xilicx.

TESTI CONSIGLIATI

A. Frisiani, L. Gilli, *Introduzione alle reti logiche* Franco Angeli Editore, Milano, 1981.

E.J. McCluskey, *Logic design Principle with Emphasis on Testable Semicustom Circuits* Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ (USA), 1986.

N 4550 RICERCA OPERATIVA

Prof. Roberto TADEI

Dip. Automatica e Informatica

IV-V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	78	26	-
Settimanale (ore)	6	2	-

Il corso ha l'obiettivo di dotare lo studente di adeguati strumenti per modellare e risolvere una serie di problemi propri dell'Ingegneria Elettronica, Informatica e Automatica, quali: circuits design, signal transmission, computer vision, faults diagnosis, sequencing and schedulig, computational complexity analysis etc.. La modellazione del problema consiste nella sua formulazione in termini di programmazione matematica, mentre la sua risoluzione richiede l'utilizzo di algoritmi, alcuni appartenenti ad una bibliografia ormai consolidata, altri frutto di ricerche in corso.

PROGRAMMA

- *Programmazione lineare*: Formulazione del problema. Soluzioni di base. Teorema fondamentale della programmazione lineare. Metodo del simplesso. Teoria della dualità. Metodo del simplesso duale. Analisi di sensitività.
- *Programmazione combinatoria: problemi polinomiali*: Matroidi e algoritmo greedy. Intersezione di matroidi. Polimatroidi, accoppiamenti e algoritmi casuali.
- *Programmazione combinatoria: problemi NP-difficili*: Algoritmi di enumerazione implicita. Algoritmi poliedrali. Algoritmi approssimati ed euristici.
- *Programmazione non lineare*: Formulazione del problema. Condizioni di ottimalità per problemi non vincolati e vincolati. Algoritmi per problemi non vincolati e vincolati.
- *Programmazione dinamica*: Formulazione del problema. Principio di ottimalità di Bellman. Problemi non vincolati e vincolati.

PRECEDENZE

Analisi Matematica II, Fondamenti di Informatica II.

EVENTUALI LIBRI DI TESTO

Gondran M., Minoux M: *Graphs and algorithms*, Wiley, 1984.Luenberger D.J., *Introduction to Linear and Nonlinear Programming*, Addison-Wesley, 1973.Maffioli F. *Elementi di programmazione matematica*, Vol. I e II, Masson, Milano, 1990.Minoux M. *Mathematical Programming. Theory and Algorithms*, Wiley, 1986.

N 4580 ROBOTICA INDUSTRIALE

Prof. Basilio BONA

Dip. Automatica e Informatica

V ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	84	28	-
Orientamento: Automazione della Produzione	Settimanale (ore)	6	2	-

Il corso ha l'obiettivo di studiare il problema del controllo dei robot manipolatori industriali. A questo scopo sviluppa il modello cinematico e dinamico dei manipolatori, ne considera i problemi di calibrazione e identificazione dei parametri, fornisce un quadro delle tecniche di pianificazione della traiettoria e infine introduce una serie di metodi di controllo, dal piú semplice metodo di controllo a giunti «indipendenti» sino ai metodi di linearizzazione mediante retroazione nonlineare e cenni sul controllo adattativo e sul controllo di forza. Lo studente, oltre ad acquisire una conoscenza delle problematiche piú specificatamente controllistiche nel settore della robotica, ha l'occasione di vedere applicate ad un'apparecchiatura elettromeccanica complessa (sia come modello, sia come gestione solare) molte delle nozioni apprese in altri corsi di Automatica. Non sono tuttavia necessari che i seguenti pre-requisiti: una conoscenza di controlli automatici, acquisita nel corso di Controlli Automatici Spec. ovvero Gen., ed un conoscenza elementare di cinematica, statica e dinamica, acquisita nei corsi di Fisica ovvero di Meccanica Applicata alle Macchine. Può essere utile, ma non strettamente necessario avere seguito i corsi di Modellistica e Identificazione e di Metodi di Ottimizzazione nei Sistemi di Controllo.

PROGRAMMA

Classificazione dei robot per uso industriale; gradi di libertà e di movimento, catene cinematiche aperte e chiuse. Rappresentazioni matematiche dell'assetto di un solido (angoli di Eulero, quaternioni, vettori di Rodrigues, etc.). Rappresentazione cinematica del manipolatore. Jacobiano del manipolatore. Statica. Dinamica: equazioni di Newton-Eulero e di Lagrange. Pianificazione del movimento. Controllo a giunti indipendenti. Controllo a coppia calcolata e a dinamica inversa. Linearizzazione mediante retroazione nonlineare. Robustificazione del controllo. Controllo di forza e controllo ibrido. Calibrazione dei parametri cinematici e stima dei parametri dinamici. Controllo adattativo.

È possibile, se il tempo a disposizione lo permette, che vengano trattati argomenti aggiuntivi, diversi da un anno all'altro, come ad esempio i sensori per la robotica o i linguaggi di programmazione per robot, oppure vengano sviluppate altre tecniche di controllo avanzato, ovvero si impostino problemi di modellistica e controllo di bracci elastici.

ESERCITAZIONI

Vengono sviluppati gli aspetti computazionali relativi a strutture semplici (bracci planari).

TESTI CONSIGLIATI

Verranno distribuite agli studenti le prime bozze di un testo di appunti, che tuttavia non copre ancora tutto il programma del corso.

È possibile trovare molto del materiale trattato sul testo (in italiano) *Robotica*, di Fu, Gonzales, Lee, McGraw-Hill.

Altri testi, in inglese, saranno indicati dal docente all'inizio del corso.

N5004 SISTEMI ENERGETICI
(corso ridotto: annualità 0,5)

Docente da nominare

Dip. di Energetica

II° ANNO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
-------------------	------	-----	------

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)	32	15	-
Settimanale (ore)	-	-	-

Il corso intende fornire le nozioni fondamentali di termodinamica applicata e le basi per la modellazione, analisi e controllo di sistemi energetici in modo da stabilire un collegamento tra le discipline informatiche e quelle energetiche.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni numeriche ed esercitazioni di laboratorio.

PROGRAMMA

- Generalità e classificazione dei sistemi energetici.
- Fondamenti di termodinamica-energetica applicata: Proprietà termodinamiche di un sistema. Diagrammi di stato e trasformazioni di un sistema a fluido. Principio di conservazione ed evoluzione dell'energia. Analisi di processi in sistemi aperti e chiusi. Cicli termodinamici. Metodologie di valutazione dell'efficacia di sistemi motori, operatori e misti.
- Fondamenti di termofluidodinamica: Moto dei fluidi: equazioni di continuità, quantità di moto e loro applicazione alle macchine a fluido. Fenomeni termici: equazioni dello scambio termico e loro applicazione ai sistemi a fluido.
- Componenti di sistemi e relativi modelli: Caratteristiche strutturali e funzionali di componenti statiti: generatori di vapore, combustori, condensatori, scambiatori di calore. Costituzione, caratteristiche di funzionamento e modelli di componenti dinamici: macchine volumetriche e turbomacchine, motrici e operatrici.
- Analisi dei sistemi energetici: Accoppiamento di componenti statici e dinamici. Schemi funzionali di sistemi. Cicli a gas e a vapore. Parametri che caratterizzano le prestazioni di sistemi a combustione e sistemi oleoidraulici di potenza. Modelli numerici elementari di sistemi energetici per l'analisi delle loro prestazioni tramite elaboratore elettronico.
- Controllo dei sistemi energetici: Elementi di statica della regolazione dei sistemi energetici. Grandezze controllate e parametri disponibili per il controllo dei processi. Diagrammi a blocchi di sistemi controllati.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni di calcolo in aula, oltre a consentire allo studente la verifica immediata del proprio grado di apprendimento, hanno lo scopo di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri che caratterizzano il funzionamento di sistemi energetici o di loro componenti e le basi per impostare numericamente i singoli problemi.

Le esercitazioni in laboratorio consistono in esperienze dirette di simulazione su elaboratore elettronico, nonché visita ai laboratori del Dipartimento di Energetica.

TESTI CONSIGLIATI

A.E. Catania, *Complementi di Macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.

V. Marchis, M. Masoero, *Modelli di Sistemi Termodinamici*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1984.

N. 4881 SISTEMI DI ELABORAZIONE I

Prof. Marco MEZZALAMA

Dip. Automatica e Informatica

V ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es. Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Settimanale (ore)

6

2

-

Il corso si propone di fornire agli allievi la conoscenza approfondita delle architetture, degli algoritmi, delle metodologie e dell'uso delle tecnologie moderne per la progettazione e la valutazione di sistemi di elaborazione complessi. Particolare enfasi viene data al progetto sia di sistemi basati su microprocessori (MOS e bipolari) sia di architetture non convenzionali. Il corso, oltre alle lezioni in aula, prevede esercitazioni in aula ed in laboratorio.

PROGRAMMA

• Aritmetica del calcolatore:

– rappresentazione floating point – le quattro operazioni in tale rappresentazione – calcolo delle principali funzioni matematiche.

• Architetture dei sistemi a microprocessore:

– Struttura ed organizzazione di sistemi basati su dispositivi a 16 e 32 bit (68000, 8086, 80286, 80386, 80486).

– Progetto di memorie:

* DRAM * cache * rilevamento e correzione di errori – Metodologie di gestione dei periferici (polling, interrupt, DMA, etc) – Progetto di interfacce: * I/O standard * video controller * disk controller

• Grafica:

– struttura ed organizzazione di video *raster* – modalità di interfacciamento e di gestione

• La struttura dei Personal Computer:

– organizzazione hardware – driver del BIOS – organizzazione interna del sistema operativo *MS-DOS*.

• I bus di sistema:

– bus sincroni/asincroni – gli standard (*ISA, MCA, EISA*) – bus dedicati (*SCSI*)

• Architetture multiprocessore:

– le diverse tipologie di interconnessione tra processori – realizzazione di strutture a bus comune – integrazione tra Sistema Operativo e struttura hardware – il problema dell'arbitraggio – la gestione della memoria – multitasking

• Unità aritmetiche e filtraggio digitale:

– algoritmi di moltiplicazione, divisione, radice quadrata, etc. e loro implementazione hardware e software (nel caso di micro-processori), con valutazione delle relative prestazioni

– progetto dei filtri digitali (IIR, FIR in forma diretta e canonica)

• Progetto di architetture non convenzionali:

– architetture microprogrammate e/o microprogrammabili.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni vertono sullo sviluppo di progetti specifici nel campo dei sistemi a microprocessori.

Le esercitazioni di laboratorio sono orientate allo sviluppo di hardware e software per microprocessori e all'uso di sistemi orientati alla grafica.

PRECEDENZE

- N5030 Sistemi Operativi

TESTI CONSIGLIATI

E. Sreauss, *Inside the 80286*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ (USA), 1986.

J.H. Crawford, P.P. Gelsinger *Programming the 80386*, Sybex, 1987

A.S. Tanenbaum, *Structured Computer Organization*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ (USA), 1990

M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, *Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione*, UTET, Torino 1989.

N4882 SISTEMI DI ELABORAZIONE II

Prof. Angelo Raffaele MEO

Dip. Automatica e Informatica

V ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es. Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Settimanale (ore)

6

2

-

Il corso si propone di completare la preparazione degli studenti che seguono l'indirizzo Informatica per quanto riguarda sia l'hardware sia il software dei moderni sistemi di elaborazione. Particolare enfasi è data ai sistemi di elaborazione di notevole complessità. L'aspetto sistematico è enfatizzato, e sono forniti strumenti di analisi per la valutazione delle prestazioni (modelli analitici basati sulle reti di code e metodi basati sulla simulazione di sistemi discreti). Esempi pratici ancorano comunque il corso alla realtà progettuale moderna basata sulla microinformatica.

Il corso si articola in lezioni ed esercitazioni.

PROGRAMMA

- I grandi elaboratori (*mainframe*):
 - _ le loro architetture
 - _ i sistemi operativi più diffusi
 - _ le linee di prodotto più importanti del mercato
- I minielaboratori di fascia alta:
 - _ le loro architetture
 - _ i sistemi operativi più diffusi
 - _ le linee di prodotto più importanti
 - _ un esempio importante: la linea Digital
- Le architetture distribuite e le reti di interconnessione.
- Strumenti di analisi per la valutazione delle prestazioni:
 - _ modelli analitici basati sulle reti di code
 - _ metodi basati sulla simulazione di sistemi discreti).

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Verranno svolti progetti di sistemi distribuiti di elaboratori.

PRECEDENZE

- N4881 Sistemi di Elaborazione I

TESTI CONSIGLIATI

N 5030 SISTEMI OPERATIVI

Prof. Piero LAFACE

Dip. Automatica e Informatica

IV ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Settimanale (ore)

6

4

-

Il corso si propone di:

– *Introdurre alle problematiche dei Sistemi Operativi, cioè alla gestione concorrente da parte di più utenti delle risorse limitate di un sistema di elaborazione (processori, memorie, periferici, ecc.)*

– *sviluppare i principi ed i metodi della programmazione concorrente*

– *offrire strumenti per valutare le caratteristiche dei Sistemi Operativi rispetto alle prestazioni richieste*

– *indicare criteri di progetto*

Il corso comprende lezioni, esercitazioni, laboratorio (su Personal Computer).

PROGRAMMA

Sistema operativo come interfaccia utente

Sistema operativo come gestore di risorse

Sistema operativo come macchina gerarchica

Struttura degli elaboratori

Gestione delle interruzioni e delle operazioni di I/O

Definizione e struttura dei processi sequenziali

Definizione e struttura dei processi concorrenti

Gestione dei processori e dei processi

Gestione della memoria

Schedulazione dei jobs

Gestione dei periferici

Gestione degli archivi

Protezione delle risorse e delle informazioni

Sistemi operativi di rete

Casi di studio VMS, UNIX e MINIX

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Progetto e implementazione di un sistema operativo UNIX-like su personal computer.

Programmazione concorrente in ADA e Modula-2.

TESTI CONSIGLIATI

Peterson J.I., Silbershatz A., *Operating Systems Concepts*, 2nd Edition, Addison-Wesley, Reading MA (USA), 1985.

Tanenbaum A., *Operating Systems, Design and Implementation*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs NJ (USA), 1987.

N5050 SISTEMI PER LA PROGETTAZIONE AUTOMATICA

Prof. Paolo PRINETTO

Dip. Automatica e Informatica

V ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es. Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Settimanale (ore)

6

2

-

Il corso esamina i problemi che occorre affrontare per tendere verso gli «Zero-defect VLSI», vale a dire verso sistemi digitali con il minor numero possibile di difetti. Verranno pertanto affrontate le tematiche relative allo «zero-detect design» (con particolare riferimento alle tecniche di simulazione, di verifica formale della correttezza del progetto e della sintesi automatica) ed allo «zero-escape testing» (con particolare riferimento al collaudo nelle varie fasi della vita di un sistema ed alla progettazione orientata al collaudo).

PROGRAMMA

- Perché «Zero-defect VLSI»

- Simulazione:

- _ Linguaggi per la descrizione dello hardware
- _ Tecniche di simulazione di macchina buona
- _ Tecniche di simulazione di macchina guasta
- _ Le varie fasi del collaudo
- _ Analisi dei costi
- _ Tecniche di generazione delle sequenze di collaudo
- _ Le macchine per il collaudo

- Metodologie di progettazione orientate al collaudo.

- Sintesi Automatica:

- _ Tecniche di sintesi automatica

- Verifica formale:

- _ Sistemi di descrizione
- _ Sistemi di verifica.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Sono previste esercitazioni pratiche relative all'utilizzo degli strumenti analizzati nel corso delle lezioni.

PRECEDENZE

- N4540 Reti Logiche.

N5260 STRUMENTAZIONE E MISURE ELETTRONICHE

Prof. U. PISANI

Dip. Automatica e Informatica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	60	-	60
Settimanale (ore)	4	-	4

Il corso è rivolto agli allievi ingegneri che intendono familiarizzare con i moderni Sistemi di Misura controllati da elaboratori elettronici. Saranno esaminate inoltre le problematiche connesse all'acquisizione dati mediante sistemi su scheda, su moduli integrati in sistemi automatici di collaudo (ATE). Sono date per scontate le conoscenze dei fondamentali della misurazione, della teoria degli errori, e dei metodi e strumenti di base delle Misure Elettroniche.

PROGRAMMA

L'interfaccia standard IEEE 488: generalità, architettura, caratteristiche meccaniche elettriche e funzionali, aspetti operativi e standardizzazione dei codici e formati (Std. IEEE 488-2). Strumentazione per sistemi di misura automatici: oscilloscopi digitali e analizzatori di onda: generatori di funzioni, sinusoidali e sintetizzatori; analizzatori logici: analizzatori di reti; analizzatori di spettro; alimentatori programmabili. Standard CAMAL per strumentazione e controllo di processi. L'interfaccia seriale HP IL. Cenni sul BUS VME e strumentazione VXI. L'acquisizione di segnali analogici: caratteristiche e principi di funzionamento dei sensori più diffusi, condizionamento e linearizzazione. Acquisizione multicanale: aspetti progettuali, circuiti di campionamento e conversione A/D, sorgenti di incertezze, di disturbi e tecniche per la riduzione degli effetti, disposizione delle masse. Scheda multifunzionali di I/O per segnali analogici e digitali su personal computer. Sistemi automatici di collaudo (AIE) di schede elettroniche: generalità, strategie di collaudo e tecniche adottate, architetture.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni di laboratorio saranno svolte a gruppi di 4 allievi e avranno le caratteristiche di una tesina, compatibilmente col numero di iscritti al corso. Riguardano la realizzazione di programmi per la gestione di strumenti e banchi di misura.

TESTI CONSIGLIATI

S. Pirani: Sistemi automatici di misura e acquisizione dati IEEE 488.1. Esculapio, Bologna 1990

Edelektron ed.: Metodi di interfacciamento

M.G. Mylroi, G. Calvert: Measurement and Instrumentation for control. Peter Peregrinus Ltd. (IEE).

N5811 TEORIA DEI SISTEMI (CONTINUO)

Prof. Mario MILANESE

Dip. di Automatica e Informatica

III° o IV° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	-	-	-
Settimanale (ore)	6	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. Il corso si articola in lezioni, esercitazioni teoriche e laboratori al calcolatore dove vengono sviluppati dallo studente esempi applicativi.

PROGRAMMA

- Presentazione di esempi che introducono le problematiche sviluppate.
- Definizione teorica di sistema; rappresentazione con equazioni differenziali e alle differenze, rappresentazione di Lagrange per sistemi lineari.
- Stabilità secondo Lyapunov, linearizzazione, stabilità in grande.
- Controllabilità, forma canonica di Kalman.
- Posizionamento dei poli per i sistemi con ingresso e uscita.
- Osservabilità, sistemi duali, osservatore asintotico degli stati.
- Regolatore.
- Funzione di trasferimento, risposta in frequenza, algebra dei blocchi.
- Realizzazione minima di una funzione di trasferimento razionale fratta.
- Discretizzazione di sistemi continui.
- Sistemi discreti stocastici.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni consistono essenzialmente nello sviluppo 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.

PRECEDENZE

Analisi Matematica III, Fondamenti di Informatica.

TESTI CONSIGLIATI

Rinaldi, *Teoria dei sistemi*, Hoepli.

N5812 TEORIA DEI SISTEMI (DISCRETI)

Prof. Giuseppe MENGA

Dip. di Automatica e Informatica

III° o IV° ANNO
1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso studia i sistemi dinamici ad eventi discreti. Essi sono sistemi la cui dinamica è caratterizzata da uno stato costante a tratti nel tempo, e da transizioni dello stato che avvengono ad eventi discreti nel tempo. Tali modelli, fra le principali applicazioni, sono alla base della descrizione del comportamento dinamico di sistemi di produzione, di sistemi di calcolatori e di telecomunicazioni.

Il corso definisce i sistemi dinamici ad eventi discreti, ne illustra le proprietà, presenta i principali metodi di rappresentazione e di valutazione delle prestazioni, introduce le tecniche per la loro simulazione tramite calcolatore.

Nell'ambito delle esercitazioni vengono presentati esempi applicativi tratti dal mondo dell'automazione della produzione, dei calcolatori e delle reti di comunicazione.

PROGRAMMA

- Confronto tra sistemi dinamici continui ed a eventi discreti./ - Segnali. Processi. Eventi.
- Rappresentazione di sistemi dinamici ad eventi discreti.
- Strutturazione del modello di sistemi dinamici ad eventi discreti.
- Simulazione di sistemi ad eventi discreti.: - Struttura interna del simulatore. Generazione di numeri casuali. Identificazione dei parametri del modello. Analisi di confidenza degli esperimenti di simulazione e convalida del modello. Classificazione dei linguaggi di simulazione.
- Processi stocastici ed eventi discreti: - Catene di Markov. Equazioni di Kolmogorov. Equazioni limite. Processo di Poisson. Processo nascita-morte.
- Teoria delle code: - Formula di Little. Code elementari.
- Reti di code: - Reti aperte. Reti chiuse. Algoritmi di risoluzione.
- Analisi di sensibilità alle perturbazioni.

PRECEDENZE

Calcolo delle probabilità.

INFORMATICA

TESTI CONSIGLIATI

P. Bratley et al., *A Guide to Simulation*, New York, Pringer-Werlag, 1983.G. Iazeolla, *Introduzione alla simulazione discreta*, Torino, Boringhieri, 1978.A. Carrie, *Simulation of Manufacturing Systems*, Chichester, John Wiley & Sons, 1988.S.M. Ross, *Stochastic Process*, New York, Wiley, 1983.S. Karlin, H.M. Taylor, *A First Course in Stochastic Processes*, New York, Academic Press, 1975.

N5950 TERMODINAMICA APPLICATA
(ridotto: 0,5 annualità)

Prof. Carla LOMBARDI 1° Corso Dip. di Energetica
Docente da nominare 2° Corso

II° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	25	25	-
	Settimanale (ore)	4	4	-

Durante il corso viene ripresa la teoria della termodinamica classica sviluppata in Fisica II per vederne l'applicazione allo studio ed all'ottimizzazione delle conversioni di energia. Vengono inoltre riesaminati i fenomeni di trasporto del calore allo scopo di fornire gli strumenti idonei per affrontare problemi di scambio termico. Particolare riferimento viene fatto a problemi connessi con lo smaltimento del calore da componenti elettronici.

PROGRAMMA

- Fenomeni di trasporto: leggi della conduzione, della convezione e della radiazione termica.
- Problemi di conduzione stazionaria: soluzioni analitiche, modelli analogici, modelli numerici.
- Problemi di conduzione non stazionaria: alcune soluzioni analitiche.
- Cenni di moto dei fluidi reali.
- Scambio termico per convezione naturale o forzata: valutazione del coefficiente di scambio.
- Proprietà radiative delle superfici. Scambio termico tra corpi neri e grigi: fattori di forma, reti resistive equivalenti.
- Esempi applicativi: corpi con generazione interna di calore, superfici alettate.
- Richiami di termodinamica classica: grandezze termodinamiche, stati di equilibrio, trasformazioni, I e II principio.
- Generalizzazione del I principio.
- Analisi termodinamica dei processi: lavoro utile ideale e reale, lavoro perduto. Exergia e rendimento exergetico.
- Conversione diretta dell'energia: fenomeni termoelettrici, celle a combustibile, dispositivi termoionici. Generatori e refrigeratori termoelettrici.

ESERCITAZIONI

Esercizi applicativi su tutti gli argomenti del corso ed in particolare calcolo distribuzione temperatura entro una cartella elettronica, calcolo alette di raffreddamento, progetto di un refrigeratore termoelettrico.

PRECEDENZE

Fisica II

TESTI CONSIGLIATI

- C. Boffa, P. Gregorio, Elementi di Fisica Tecnica, volume II, Levrotto & Bella, Torino, 1976.
A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica Applicata, Ed. Cleup, Padova, 1988.
P. Gregorio, Esercizi di FISICA TECNICA Levrotto & Bella, Torino, 1990.

CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA
DELLE
TELECOMUNICAZIONI

1. Profilo Professionale.

Gli obiettivi 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, filtri, 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 è 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 sistemistici 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 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) 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), 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 unità didattiche dedicato alla preparazione di base di tipo matematico è portato a 5 (a fronte del minimo di 4 fissato dal Decreto di Riordino).

La preparazione di base è completata da un corso di Chimica, secondo i requisiti richiesti dal Decreto di Riordino.

La cultura ingegneristica di base è 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. È 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 realtà 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 "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, ossia 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"). È 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, e 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 più specificatamente "hardware", si prevede un corso di base di "Teoria dei circuiti" seguito da uno di "Elettronica Applicata", seguito da uno di "Microelettronica", nel quale le possibilità offerte dalle 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. Le prime tre tengono conto del transitorio di avvio delle Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, e riguardano rispettivamente gli studenti che nell'Anno Accademico 1992/93:

- Si iscrivano al III anno regolare, senza essere mai stati fuori corso negli anni precedenti.
- Si iscrivano al III anno regolare, ma sono stati fuori corso nell'Anno Accademico 1991/92.
- Si iscrivono al IV anno.

La quarta tabella rappresenta invece la distribuzione delle materie a regime, ed è valida per gli studenti che nel 1992/93 frequenteranno il 1° o 2° anno.

Tabella 1. Piano per gli studenti che si iscrivono regolari al III anno nell'anno accademico 1992/93, non essendo mai stati fuori corso negli anni precedenti

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	F0231 Analisi matematica I F0620 Chimica	F2300 Geometria F2170 Fondamenti di informatica F1901 Fisica I
2	F0232 Analisi matematica II F1902 Fisica II F5011 Sistemi informativi I	F0514 Calcolo numerico (r) F0234 Analisi matematica III (r) F0490 Calcolo delle probabilità F5770 Teoria dei circuiti
3	F5800 Teoria dei segnali F0531 Campi elettromagnetici I F1710 Elettronica applicata	F0800 Comunicazioni elettriche F0532 Campi elettromagnetici II F0840 Controlli automatici
4	F6040 Trasmissione numerica * F1590 Elaborazione Numerica dei segnali * F4530 Reti di telecomunicazioni * F3560 Microelettronica	F5012 Sistemi informativi II F3214 Meccanica applicata alle macchine (r) F5954 Termodinamica applicata (r) oppure F5004 Sistemi energetici (r) 0.1
5	0.2 0.3 0.4	F3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure F3040 Istituzioni di economia 0.5

(r) Corso ridotto.

(*) Obbligo di 2 su 3.

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

Tabella 2. Piano per gli studenti che si iscrivono regolari al III anno nell'anno accademico 1992/93, essendo stati fuori corso nell'anno 1991/92

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	F0231 Analisi matematica I F0620 Chimica	F2300 Geometria F2170 Fondamenti di informatica F1901 Fisica I
2	F0232 Analisi matematica II F1902 Fisica II F5770 Teoria dei circuiti **	F0514 Calcolo numerico (r) F0234 Analisi matematica III (r) F0490 Calcolo delle probabilità F3214 Meccanica applicata alle macchine (r) F5954 Termodinamica applicata (r)
3	F5800 Teoria dei segnali F0531 Campi elettromagnetici I F1710 Eletttronica applicata F5011 Sistemi informativi I	F0800 Comunicazioni elettriche F0532 Campi elettromagnetici II
4	F6040 Trasmissione numerica * F1590 Elaborazione Numerica dei segnali * F4530 Reti di telecomunicazioni * F3560 Microelettronica	F0840 Controlli automatici F5012 Sistemi informativi II 0.1
5	0.2 0.3 0.4	F3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure F3040 Istituzioni di economia 0.5

(r) Corso ridotto.

(*) Obbligo di 2 su 3.

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

(**) Valida la frequenza acquisita a **L1790** Elettrotecnica.

Tabella 3. Piano per gli studenti che frequentano il IV anno nell'anno 1992/93

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	F0231 Analisi matematica I F0620 Chimica	F2300 Geometria F2170 Fondamenti di informatica F1901 Fisica I
2	F0232 Analisi matematica II F1902 Fisica II F5770 Teoria dei circuiti **	F0514 Calcolo numerico (r) F0234 Analisi matematica III (r) F0490 Calcolo delle probabilità F3214 Meccanica applicata alle macchine (r) F5954 Termodinamica applicata (r)
3	F5800 Teoria dei segnali F0531 Campi elettromagnetici I F1710 Elettronica applicata	F0800 Comunicazioni elettriche F0532 Campi elettromagnetici II F0511 Sistemi informativi I
4	F6040 Trasmissione numerica * F1590 Elaborazione Numerica dei segnali * F4530 Reti di telecomunicazioni * F3560 Microelettronica	F0840 Controlli automatici 0.1 0.2
5	0.3 0.4 0.5	F3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure F5012 Sistema informativi II F3040 Istituzioni di economia

(r) Corso ridotto.

(*) Obbligo di 2 su 3.

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

(**) Valida la frequenza acquisita a **L1790** Elettrotecnica.

Tabella 4. Distribuzione delle materie a regime

<i>Anno</i>	<i>1° periodo didattico</i>	<i>2° periodo didattico</i>
1	F0231 Analisi matematica I F0620 Chimica	F2300 Geometria F2170 Fondamenti di informatica F1901 Fisica I
2	F0232 Analisi matematica II F1902 Fisica II F5011 Sistemi informativi I	F0514 Calcolo numerico (r) F0234 Analisi matematica III (r) F0490 Calcolo delle probabilità F5770 Teoria dei circuiti
3	F5800 Teoria dei segnali F0531 Campi elettromagnetici I F1710 Elettronica applicata	F0800 Comunicazioni elettriche F0532 Campi elettromagnetici II F5012 Sistemi informativi II
4	F6040 Trasmissione numerica * F1590 Elaborazione Numerica dei segnali * F4530 Reti di telecomunicazioni * F3560 Microelettronica	F0840 Controlli automatici F3214 Meccanica applicata alle macchine (r) F5954 Termodinamica applicata (r) oppure F5004 Sistemi energetici (r) 0.1
5	0.2 0.3 0.4	F3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure F3040 Istituzioni di economia 0.5

(r) Corso ridotto.

(*) Obbligo di 2 su 3.

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

Questo quadro didattico è valido anche per gli studenti che si iscrivono al secondo anno nell'anno accademico 1992/93, essendo stati fuori corso nei due anni accademici 1990/91 e 1991/92.

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 annualità aggiuntive, che, facendo riferimento allo schema di curriculum precedentemente illustrato, rappresentano scelte particolari delle annualità 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:

- **F6040** Trasmissione numerica
- **F4530** Reti di telecomunicazioni
- **F1590** Elaborazione numerica dei segnali

Tali scelte sono indicate con il simbolo (*).

Le ulteriori annualità richieste per il completamento delle 29 annualità necessarie per il conseguimento della laurea sono a scelta dello studente nell'ambito dei corsi attivati degli altri orientamenti e dei corsi appartenenti ai raggruppamenti indicati successivamente, compatibilmente con le eventuali precedenze indicate dalla Facoltà.

1. Trasmissione

Obbligo di **F6040** *Trasmissione Numerica*

1° periodo didattico

F0770 *Componenti e Circuiti Ottici*

2° periodo didattico

F4920 *Sistemi di Telecomunicazione*

F5870 *Teoria dell'Informazione e Codici*

2. Telematica

Obbligo di **F6040** *Trasmissione Numerica* e **F4530** *Reti di Telecomunicazioni*

1° periodo didattico

F4850 *Sistemi di Commutazione*

2° periodo didattico

F4520 *Reti di Calcolatori*

F5870 *Teoria dell'Informazione e Codici*

3. Telerilevamento

Obbligo di **F1590** *Elaborazione Numerica dei Segnali*

1° periodo didattico

F3570 *Microonde*

F5750 *Telerilevamento e Diagnostica Elettromagnetica*

2° periodo didattico

F4920 *Sistemi di Telecomunicazione*

4. Radiocomunicazioni

Obbligo di **F6040** *Trasmissione Numerica*

1° periodo didattico

F0270 *Antenne*

F4900 *Sistemi di Radiocomunicazione*

2° periodo didattico

F0760 *Compatibilità Elettromagnetica*

F4360 *Propagazione*

5. Comunicazioni via Satellite e a MicroondeObbligo di **F6040** *Trasmissione Numerica*

1° periodo didattico

F0270 *Antenne***F3570** *Microonde*

2° periodo didattico

F4920 *Sistemi di Telecomunicazione***F4360** *Propagazione***6. Comunicazioni Ottiche**Obbligo di **F6040** *Trasmissione Numerica*

1° periodo didattico

F0770 *Componenti e Circuiti Ottici***F3050** *Istituzioni di Meccanica Quantistica,*
oppure**F2050** *Fisica Superiore*

2° periodo didattico

F1940 *Fisica dei Laser***7. Software per Telecomunicazioni**Obbligo di **F4530** *Reti di Telecomunicazioni*

1° periodo didattico

F4850 *Sistemi di Commutazione***F3070** *Linguaggi e Traduttori (*)*

2° periodo didattico

F2940 *Ingegneria del Software***8. Apparat per Telecomunicazioni**Obbligo di **F6040** *Trasmissione Numerica* e di **F1590** *Elaborazione Numerica dei Segnali*

1° periodo didattico

F5830 *Teoria delle Reti Elettriche*

2° periodo didattico

F1740 *Elettronica delle Telecomunicazioni***F0030** *Acustica Applicata, oppure***F2560** *Illuminotecnica***9. Gestionale**

1° periodo didattico

F1890 *Finanza Aziendale***F1530** *Economia e Organizzazione*
Aziendale

2° periodo didattico

F2860 *Informatica Industriale*

(*) Valido dall'a.a. 1993/94.

PROGRAMMI

Seguono, in ordine alfabetico, i programmi degli insegnamenti ufficiali del Corso di laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni .

F0231 ANALISI MATEMATICA I

Docente da nominare (1° corso)
 Prof. Paolo BOIERI (2° corso)
 Prof. Renato ASCOLI (3° corso)

Dip. di Matematica

I ANNO
 1° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi di base del calcolo infinitesimale con una metodologia di lavoro che lo avvii, da un lato 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 svolgerà con lezioni ed esercitazioni.

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

PROGRAMMA

Teoria degli insiemi

Insiemi di numeri e loro proprietà: interi, razionali, reali

Elementi di geometria analitica piana

Limiti di funzioni di variabile reale

Successioni

Continuità e derivabilità

Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo

Funzioni elementari

Sviluppi di Taylor

Integrali indefiniti

Integrazione definita (secondo Riemann o secondo Cauchy)

Integrali impropri

Equazioni differenziali del primo ordine (risoluzione di equazioni a variabili separabili, omogenee e lineari)

ESERCITAZIONI

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

TESTI CONSIGLIATI

Verranno comunicati all'inizio del corso

F0232 ANALISI MATEMATICA II

Prof. Andrea BACCIOTTI (1° corso)

Dip. di Matematica

Prof. Fulvio RICCI (2° corso) F-P

Docente da nominare (3° corso) Q-Z

II ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

Annuale (ore)

-

-

-

Settimanale (ore)

6

4

-

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riferimento al calcolo differenziale e integrali in più variabili, alla risoluzione di equazioni e sistemi differenziali e agli sviluppi in serie.

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

Nozioni propedeutiche: si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di Analisi Matematica e di Geometria.

PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.

Calcolo differenziali in più variabili.

Calcolo differenziale su curve e superfici.

Integrali multipli.

Integrali su curve e superfici.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.

Serie numeriche e serie di funzioni.

Serie di potenze.

Serie di Fourier.

Equazioni e sistemi differenziali.

PRECEDENZE

Analisi Matematica I, Geometria

TESTI CONSIGLIATI

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi matematica II*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, Nuova edizione 1991.

M. Leschiutta, P. Moroni, J. Vacca, *Esercizi di matematica*, Levrotto & Bella, Torino, 1982

TELECOMUNICAZIONI

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

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

Dip. di Matematica

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	40	-	-
	Settimanale (ore)	10	-	-

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 grande 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: Vz e $In z$.
 - 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.
 - Trasformata di Fourier e funzioni periodiche.
 - Trasformate di Fourier di funzioni reali, immaginarie, pari e dispari.
 - Distribuzione a crescita Penta e trasformate da Fourier
 - Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace di funzioni. e distribuzioni.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Esercizi su funzioni di variabile complessa ed esempi di calcolo di trasformate.

PRECEDENZE

Analisi Matematica II.

TESTI CONSIGLIATI .

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

F0490 CALCOLO DELLE PROBABILITA'

Docente da nominare

Dip. di Matematica

II ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

32

16

-

Settimanale (ore)

4

2

-

Il corso intende formare 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 (R)

Prof. Anna Maria ORSI PALAMARA

Dip. di Matematica

II ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab

36

12

3

1

-

-

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 I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

PROGRAMMA

1. Preliminari: Condizionamento di un problema e Stabilità di un algoritmo.
2. Risoluzione di sistemi lineari: Metodo di Gauss; fattorizzazione di una matrice e sue applicazioni; metodi iterativi.
3. Calcolo degli autovalori di una matrice.
4. Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali: Interpolazione con polinomi algebrici e con funzioni spline. 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-Cotes. Definizione e proprietà principali dei polinomi ortogonali. Formule gaussiane. Routines automatiche. Cenni sul caso multidimensionale.
7. Equazioni differenziali ordinarie per problemi ai valori iniziali: Metodi one-step e multi-step, Stabilità dei metodi. Sistemi Stiff.

TESTI CONSIGLIATI

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

F0531 CAMPI ELETTROMAGNETICI I

Prof. Rodolfo ZICH

Dip. di Elettronica

III ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

1° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

72

48

-

Settimanale (ore)

6

4

-

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 nominare

Dip. di Elettronica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

72

6

Es.

48

4

Lab

-

-

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 GRASSI (1° corso)

Dip. di Scienza dei Materiali e Ingegneria
Chimica

Prof. Daniele MAZZA (2° corso)

Prof. Emma ANGELINI (3° corso)

I° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
1° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	85	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 comuni e dei loro principali composti.

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. 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. Soluzioni tampone. Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione.

Chimica inorganica: Proprietà e metodi di preparazione industriale di alcuni elementi e loro principali composti.

Chimica organica: Cenni su idrocarburi saturi e insaturi e derivati alogenati; alcoli, aldeidi, chetoni, acidi organici, esteri, ammine, ammidi, nitrili; benzene e suoi omologhi, fenoli, nitroderivati, ammine aromatiche.

TESTI CONSIGLIATI

C. Brisi, V. Cirilli, *Chimica generale e inorganica*, Levrotto & Bella, Torino.M.J. Sienko, R.A. Plane, *Chimica: principi e proprietà*, Piccin, Padova.C. Brisi, *Esercitazioni di Chimica*, Levrotto & Bella, Torino.P. Silvestroni, *Fondamenti di Chimica*, Librerie Eredi Virginio Veschi, Roma.L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di chimica generale*, Collano Schaum, Etas Kompass.M. Montorsi, *Appunti di chimica organica*, Celid, Torino.

F0800 COMUNICAZIONI ELETTRICHE

Prof. Valentino CASTELLANI

Dip. di Elettronica

III ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

72

6

Es.

48

4

Lab

-

-

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 i vari 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 multiploazione nel dominio del tempo. Sistemi TDM e gerarchie numeriche.

Applicazioni della modulazione analogica di ampiezza. La conversione di frequenza.

Tecniche di multiploazione nel dominio della frequenza. Sistemi FDM.

Cenni sulla modulazione analogica di frequenza.

Descrizione generale della rete telefonica: topologie di rete, tecniche 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).

F0840 CONTROLLI AUTOMATICI

Prof. Enrico CANUTO

Dip. di Automatica e Informatica

4° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso si propone di offrire agli allievi i rudimenti per l'analisi e la sintesi di comando automatico, con particolare attenzione ai problemi di asservimento e regolazione di congegni industriali e alla sintesi digitale dei comandi.

PROGRAMMA

- Nozioni introduttive.

I problemi del comando automatico. Struttura di un sistema a comando automatico. Esempi di automatismi industriali.

- Modelli automatici di sistemi dinamici - Analisi.

Grandezze fisiche variabili e loro formulazione mediante segnali temporali. Relazioni matematiche tra grandezze: equazioni di stato. Proprietà globali delle equazioni di stato: stabilità, comportamento in regime permanente, caratteri del transitorio.

- Modelli matematici di sistemi dinamici - Sintesi.

Introduzione alla scrittura di equazioni di stato per dispositivi industriali. Valutazione delle approssimazioni di modello.

- Sistemi di comando automatico - I principi.

Specifiche: precisione, prontezza. Struttura: Comando nominale e sua correzione mediante retroazione (servocomando). Errori di asservimento: comportamento in regime permanente, caratteri di transitorio. Stabilità di sistemi dinamici~ lineari con retroazione: criterio di Nyquist. Stabilizzabilità mediante retroazione degli stati. Osservatori e predittori degli stati.

- Sistemi di comando automatico - I componenti.

Attuatori: servomotori elettrici; amplificatori elettrici di potenza (cenni). Trasduttori: caratteristiche generali.

- Sistemi di comando automatico - Introduzione alla sintesi.

Comando analogico e digitale. Obiettivi e passi della sintesi delle regole di comando. Sintesi di regolatori lineari analogici: regolatori PID. Sintesi di comandi digitali: risoluzione delle misure e dei comandi, predittore degli stati e sua sintesi, coordinamento tra regolatore e predittore. Cenni alla realizzazione di dispositivi di comando.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Verrà sviluppata con l'ausilio dell'elaboratore numerico l'analisi e 4 sintesi di semplici regolatori per automatismi industriali.

PRECEDENZE

Analisi Matematica III.

testi consigliati

E. Canuto, *Principi di asservimenti e regolazioni automatiche* (appunti).

G.F. Franklin et al., *Digital Control of Dynamic Systems*, Addison Wesley.

F1590 ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI

Prof. Ezio BIGLIERI

Dip. di Elettronica

4° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

60

4

Es.

30

2

Lab.

-

-

Il corso si propone di fornire nozioni sui seguenti argomenti: elaborazione numerica dei segnali, con applicazione al segnale vocale e ai segnali immagine; metodi di quantizzazione;

Il corso comprende lezioni ed esercitazioni.

Nozioni propedeutiche sono quelle fornite nel corso di: Comunicazioni elettriche (specialistico).

PROGRAMMA

Segnali e sistemi discreti.

Processi casuali discreti.

Analisi spettrale di processi.

Predizione lineare.

Modelli di processi discreti.

Modelli di generazione del segnale vocale.

Quantizzazione: scalare, adattativa, predittiva, vettoriale. Tecniche ADPCM e CELP.

Segnali discreti bidimensionali e sistemi.

ESERCITAZIONI

Sono di tipi teorico.

TESTI CONSIGLIATIA. V. Oppenheim e R. W. Schaffer, *Discrete-time signal processing*, Prentice-Hall, 19849;A. Gersho e R. M. Gray, *Vector quantization and signal compression*, Kluwer, 1991.

F17110 ELETTRONICA APPLICATA

Prof. Domenico BIEY

Dip. di Elettronica

3° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

6

4

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

PROGRAMMA

• Introduzione

Definizione di segnale logico e discreto

Panoramica sui circuiti analogici più diffusi

Panoramica sui circuiti digitali

Problematiche di progetto

Considerazioni termiche

• Segnali e circuiti logici

Definizione di segnale logico

Famiglie logiche

Esempi di circuiti combinatori

Esempi di circuiti sequenziali

Problemi di interconnessione

• Memorie

Classificazione delle memorie elettroniche

Memorie per applicazioni particolari

organizzazione su un banco di memoria

• Amplificatori

Generalità sugli amplificatori

Amplificatori operazionali

• Alimentatori stabilizzati

Regolatori lineari dissipativi

Regolatori a commutazione

ESERCITAZIONI E LABORATORI

• Componenti passivi

• Componenti attivi e modelli

• Il simulatore elettrico PSPICE

• Esempi di architetture di semplici sistemi digitali

• Metodologie di progetto

• Esempi di applicazioni di logiche programmabili

• Strumenti CAD per il progetto avanzato di circuiti integrati.

TESTI CONSIGLIATID. Schilling, C. Belove, *Electronic circuits*, Third Edition McGraw-Hill, 1989.

F1901 FISICA I

Prof. Ottavia FILISETTI BORELLO (1° corso) Dip. di Fisica

Docente da Nominare

Prof. Alfredo STRIGAZZI (3° corso)

I° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	72	24	-
	Settimanale (ore)	6	1	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'elettronica 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 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. Oscillatori accoppiati. *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

Per quanto riguarda il testo da adottare, gli studenti seguano le indicazioni del docente.

C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica-Meccanica, Termodinamica*, Liguori (Napoli, 1987).R. Resnick, D. Halliday, *Fisica*, Parte I-Ambrosiana (Milano, 1982).R.P. Feynmann, R. B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynmann*, Addison Wesley, Londra, 1969.P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, *Fisica*, SES, Napoli, 1991.

F1902 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 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 Ampère. 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.

F 1940 FISICA DEI LASER

Prof. Mario VADACCHINO

Dip. di Fisica

V° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

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

Il corso mira a fornire i mezzi per trattare tutti gli aspetti nei quali sia importante tenere in considerazione la natura quantistica del campo elettromagnetico. Si tratta di aspetti che, pur avendo un grande interesse per la ricerca fondamentale costituiscono la base di funzionamento di molti congegni di grande interesse tecnico quali i laser, gli amplificatori parametrici, il computer ottico.

È necessaria una matura ed approfondita conoscenza dei contenuti del corso istituzioni di meccanica quantistica.

PROGRAMMA

Introduzione alla meccanica quantistica in seconda quantizzazione. Dinamica dei sistemi quantistici. L'operatore densità e la master-equation. L'equazione di Langevin e quella di Fokker-Flanck. Quantizzazione del campo elettromagnetico e l'interazione con la materia. Funzioni di coerenza: classiche e quantistiche. Gli stati coerenti e quelli 'shiacciati'. Teorie classiche, semiclassiche e quantistiche del laser. Teoria semiclassica, equazioni di Maxwell-Bloch.

Il modello di Jaymes-Cummings. Gli oscillatori ottici parametrici e i 'four-wave'. La bistabilità ottica.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consisteranno nello sviluppo teorico approfondito di applicazioni.

TESTI CONSIGLIATI

W.H. Louisell, *Quantum Statistical Properties of Radiation*, Wiley, New York, 1973.

R. Loudon, *The quantum theory of light*, Clarendon Press, Oxford, 1984.

M. Sargent - M. O. Scully - W. E. Lamb jr., *Laser physics*, Addison-Wesley, Reading, 1973.

F2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

Prof. Antonio LIOY	1° Corso: A-E	
Prof. Elio PICCOLO	2° Corso: F-P	Dip. di Automatica e Informatica
Prof. Piero DEMICHELIS	3° Corso: Q-Z	Dip. di Automatica e Informatica

1° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	84	28	56
	Settimanale (ore)	6	2	4

Il corso intende fornire agli allievi i fondamenti dell'informatica sia sotto l'aspetto dell'hardware che del software. Particolare importanza viene data ai principi della programmazione mediante l'uso di linguaggi evoluti quali il PASCAL. Vengono inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura degli elaboratori e sulla rappresentazione dell'informazione al loro interno.

PROGRAMMA

La prima parte del corso è rivolta ad illustrare la rappresentazione, all'interno degli elaboratori, dell'informazione numerica (numeri in virgola fissa e mobile) e non numerica (codici), le operazioni algebriche fondamentali in binario, i principi dell'algebra di Boole e l'applicazione dei teoremi alla minimizzazione delle espressioni logiche. Successivamente si passa a descrivere la struttura del calcolatore (unità centrale, memoria centrale e memorie di massa) e le tecniche di interconnessione con i dispositivi periferici. Si affronta poi, anche se in modo non approfondito, il funzionamento del calcolatore, il linguaggio macchina, l'assembler e i principali componenti software: il Sistema Operativo (in generale, e l'MS-DOS in particolare), i Compilatori, i programmi di servizio e i programmi applicativi. Si forniscono infine i principi della programmazione strutturata utilizzando il linguaggio PASCAL e, nella parte conclusiva del corso, si illustrano alcuni algoritmi di uso comune, quali quello di sort e merge dei dati, quelli ricorsivi, quelli per la visita di alberi binari, ecc.

Sono previste esercitazioni di programmazione in PASCAL in aula e sugli elaboratori del Laboratorio di Informatica di Base.

TESTI CONSIGLIATI

- P. Demichelis, E. Piccolo, *Informatica i base, FORTRAN 77 e PASCAL*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.
- E. Piccolo, E. Macii, *Fondamenti di Informatica: testi d'esame ed esercizi svolti*, II Edizione, Levrotto & Bella, Torino, 1992.
- E. Piccolo, *Tecniche di base e tecniche avanzate per l'uso del Personal Computer*, CLUT, Torino, 1992.
- P. Prinetto, *Fondamenti di Informatica: Lucidi*, Levrotto & Bella, Torino, 1991.
- P. Demichelis, E. Piccolo, *Pascal: trasparenze*, CLUT, Torino, 1992.
- K. Jensen, N. Wirth, *PASCAL users manual and report - ISO PASCAL Standard*, III Edizione, Springer, New York, 1985.
- M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, *Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione*, UTET, Torino, 1988.

F2300 GEOMETRIA

Prof. N. CHIARLI	1° Corso: A-E	
Prof. S. GRECO	2° Corso: F-P	
Docente da nominare	3° Corso: Q-Z	Dip. di Matematica

1° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)			-
	Settimanale (ore)	6	4	-

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 - Coordinate polari e numeri complessi (incluso fattorizzazione di polinomi ed esponenziale complesso) - Geometria analitica dello spazio. Quadriche, coni, cilindri e superfici di rotazione - Geometria differenziale delle curve - Spazi vettoriali - Calcolo matriciale - Sistemi lineari - Applicazioni lineari - Autovalori e autovettori - Forma canonica di Jordan - Sistemi di equazioni differenziali lineari del 1° ordine a coefficienti costanti - Equazioni differenziali lineari di ordine n a coefficienti costanti - Spazi euclidei reali e forme quadratiche.

TESTI CONSIGLIATI

S. Greco, P. Valabrega, *Lezioni di matematica per allievi ingegneri*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

G. Beccari e altri, *Esercizi di geometria*, CELID, Torino, 1985;

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

F3560 MICROELETTRONICA

Prof. Eros PASERO

Dip. di Elettronica

IV° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

56

44

Settimanale (ore)

4

4

Il corso si propone di ampliare la formazione dello studente per quanto riguarda gli aspetti digitale ed analogico dell'Elettronica circuitale. Nella prima parte del corso viene posta l'enfasi sugli aspetti elettronici dei circuiti digitali. Vengono quindi sviluppati nel dettaglio gli aspetti circuitali interni dei principali circuiti digitali, quali porte logiche, Flip-Flop, registri, contatori e memorie. Nella seconda parte viene invece sviluppata più a fondo l'Elettronica analogica classica. Vengono così studiati circuiti basati sugli Amplificatori Operazionali reali, interruttori analogici, convertitori ADC e DAC, regolatori di tensione e alimentatori stabilizzati.

PROGRAMMA

Componenti fondamentali (diodo, transistor bipolare, transistor unipolare) in saturazione e interdizione.

Porte TTL, ECL, MOS: circuito interno, transcaratteristica, commutazione, tempi e consumi, famiglie commerciali.

Flip Flop: Set Reset, Master Slave, ad accoppiamento inalterata, ad immagazzinamento capacitivo, a ritardo di propagazione, J-K, tipo D, famiglie CMOS, Stati metastabili.

Registri e contatori: shift register, conversione serie parallelo, ripple counter, contatori non binari, MOD 3 e 5, metodi di progetto per contatori sincroni e asincroni, condizioni di blocco, frequenze limite.

Memoria a semiconduttore: memorie a scorrimento, ROM, EPROM, EEPROM, RAM statiche e dinamiche.

Logiche programmabili (PAL, PLA, PLD e FPGA).

Amplificatori Operazionali reali: Input bias current, offset, compensazione, Schmitt trigger, oscillatori CMOS, generatori di segnale.

Interruttori analogici e Convertitori DAC e ADC: teorema del campionamento, circuiti di base, applicazioni.

Voltage Reference: Zener, parametri, Bandgap Voltage reference.

Voltage regulators: 3 e 4 terminali, regolabili, applicazioni, temperatura.

Alimentatori stabilizzati.

ESERCITAZIONI

In aula verranno svolte esercitazioni di progetto e verifica dei circuiti visti a lezione.

TESTI CONSIGLIATI

Taub Schilling, *Elettronica Integrata Digitale*, ed. Jackson, 1981.

H. Haznedar, *Digital Microelectronics*, Benjamin Cummings P., 1991.

V. Pozzolo, *Caratteristiche dei circuiti elettronici*, CELID, Torino.

S. Franco, *Design with operational Amplifiers and Analog integrated circuits*, McGraw and Hill, 1988.

F4360 PROPAGAZIONE

Prof. Giovanni Emilio PERONA

Dip. di Elettronica

V° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	90	50	
Settimanale (ore)	6	4	

Il corso intende descrivere i fenomeni fisici che determinano le caratteristiche della propagazione delle onde elettromagnetiche; l'utilizzazione della propagazione stessa per la trasmissione e il reperimento di informazioni (ponti radio, radiodiffusioni, radar) e i vincoli imposti dalla propagazione delle radio onde sulle specifiche tecniche degli apparati e dei sistemi usati.

Il corso è articolato in lezioni ed esercitazioni anche di carattere numerico, e visite ad alcuni laboratori.

Nozioni propedeutiche: è richiesta la conoscenza delle nozioni di elettromagnetismo insegnate nel corso di Campi elettromagnetici.

PROGRAMMA*Parte descrittiva.*

Bande di frequenza e loro utilizzazione: gli usi delle varie bande di frequenza e i fenomeni fisici che ne influenzano la propagazione sono esaminati a partire da frequenze di qualche Hz fino a frequenze ottiche.

Elementi sulle antenne: in breve ed in forma semplice sono descritti vari tipi di antenne, loro caratterizzazione ed uso, circuiti equivalenti, guadagno, aerea equivalente.

Parte applicativa.

Propagazione troposferica (indice di rifrazione nella atmosfera terrestre, equazioni dell'ottica geometrica, ducting troposferico, propagazione in presenza di pioggia e nebbia, ecc.); propagazione ionosferica (indice di rifrazione nei plasm, la ionosfera terrestre, ecc.); remote sensing (irraggiamento termico e non termico), trasporto della radiazione, scattering, ecc.); luce coerente (fasci gaussiani, loro generazione e propagazione, ecc.).

Ponti radio nelle applicazioni telefoniche (ponti analogici e numerici, bande usate, antenne, specchi metallici, interferenze, ecc...); radiodiffusioni (canali impiegati, sistemi d'antenne, interferenze, rete di diffusione dei programmi), radar (diversi tipi di radar, specifiche tecniche per alcuni sistemi particolari, esempi di applicazione, ecc.).

ESERCITAZIONI

Durante il corso potranno essere effettuate esercitazioni abbastanza complesse di analisi di sistemi specifici (ponti radio, radar) con applicazioni di tipo numerico.

TESTI CONSIGLIATI

Verranno posti a disposizione degli allievi gli appunti di lezione del docente.

Libri di utile consultazione sono:

Livingstone, *The physics of microwave propagation*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1970.
Skolnik, *Radar handbook slater*, Remote Sensing, 1980.

F4520 RETI DI CALCOLATORI

Prof. Luigi CIMINIERA

Dip. di Automatica e Informatica

IV° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

70

30

Settimanale (ore)

6

2

Il corso ha lo scopo di analizzare le architetture, i protocolli e i servizi nelle reti di calcolatori. Verranno esaminate sia le soluzioni basate sull'uso delle norme internazionali, sia le reti proprietarie a più larga diffusione. Nel corso delle lezioni verranno trattate reti locali (LAN), metropolitane (MAN) e geografiche (Wan) per applicazioni di tipo generale, come pure esempi di reti locali che rispondono ad esigenze specifiche, quali quelle per automazione industriale.

PROGRAMMA

Inizialmente verranno fornite nozioni sulla nomenclatura, i vari tipi di reti i calcolatori, e verrà esaminato il modello di riferimento ISO-OSI quale strumento per la descrizione delle architetture di protocolli. In seguito verranno esaminati i protocolli relativi ai livelli: fisico, data-link, rete, trasporto, sessione, presentazione e applicazione. Verranno illustrati sia i protocolli ISO per ciascuno di questi livelli, sia quelli relativi all'architettura DoD, Decnet, SNA e ISDN. Nella parte finale del corso verranno illustrate le problematiche di comunicazione specifiche di alcuni settori dell'automazione industriale, e verranno presentate alcune soluzioni relative ai bus di campo e alle reti di basso costo.

Nel corso delle esercitazioni, verranno svolti progetti relativi alla realizzazione di protocolli per reti di calcolatori, facendo anche uso di strumenti per l'ausilio alla progettazione basati su tecniche di descrizione formale.

TESTI CONSIGLIATI

Andrew S. Tannenbaum, *Computer Networks*, 2nd editions, Prentice-Hall, 1988.

Fred Halsall, *Data Communications, Computer Networks and OSI*, 3rd edition, Addison-Wesley, 1991.

F4530 RETI DI TELECOMUNICAZIONI

Prof. Marco AJMONE MARSAN

Dip. di Elettronica

IV° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

96

8

Es.

25

2

Lab.

Nel corso vengono studiate le reti di telecomunicazioni per trasmissione dati, con particolare riferimento alle sottoreti di comunicazione delle reti di calcolatori. Dopo un primo esame dei diversi tipi di rete e dei problemi loco connessi, vengono presentati elementi di teoria delle code e di teoria delle reti di Petri, utili per la descrizione, per l'analisi delle prestazioni e per il progetto di una rete. Vengono quindi studiate le reti a commutazione di pacchetto, sia per ciò che concerne la loro organizzazione, sia per gli aspetti di progetto, sia dal punto di vista dell'architettura dei protocolli. Precednze: Comunicazioni elettriche.

PROGRAMMA

- 1) Reti di telecomunicazione - Introduzione e definizioni. Distinzione tra funzione di trasmissione e di commutazione. Commutazione di circuito, di messaggio e di pacchetto. Protocolli di comunicazione. Tipi di reti e problemi connessi con il loro progetto e con la loro analisi.
- 2) Teoria delle code - Richiami della teoria dei processi stocastici discreti con particolare riferimento ai processi Markoviani e semi-Markoviani. Code con tempi tra gli arrivi e durata dei servizi distribuiti esponenzialmente. Code con tempi di servizio con distribuzione generale. Formule di Erlang e misura del traffico. Reti di code aperte e chiuse. Teorema di BCMP.
- 3) Reti di Petri - Definizioni fondamentali. Insieme e grafo di raggiungibilità. Invarianti. Reti di Petri stocastiche. Isomorfismo con processi Markoviani. Reti di Petri stocastiche generalizzate.
- 4) Reti a commutazione di pacchetto - Introduzione e definizioni. Ritardo medio. Problemi di progetto e variabili associate. Protocolli. Architettura ISO-OSI. Il livello fisico. Il livello Data Link: protocolli a finestra, HDLC, DDCMP. Il livello Network: circuiti virtuali e datagram; tecniche di instradamento e di controllo di flusso; X.25. Il livello Transport: indirizzamento; gateways. Protocolli di accesso a canale comune. Reti via satellite: FDMA; FTDMA; ALOHA; slotted ALOHA; protocolli con prenotazione. Reti Packet Radio: CSMAA-CD e protocolli token; Ethernet; protocolli per bus unidirezionali. Protocolli per la ricoluzione delle collisioni. Tecniche di polling. Esempi di reti.

TESTI CONSIGLIATI

- L. Kleinrock, *Queueing Systems*, vol. 1: Teory, John Wiley, 1975.
 M. Decina - A. Roveri, *Code e traffico nelle reti di comunicazione*, Parte 1^a: Teoria delle code, La Goliardica, 1978.
 M. Schwartz, *Computer Communication Network Design and Analysis*, Prentice-Hall, 1977.
 A. S. Tanenbaum, *Comuter Networks*, Prentice Hall, 1977.
 G. Le Moli, *Telemantica: architettura, protocolli e servizi*, ISEDI, Arnoldo Mondadori, 1983.
 L. Lenzini - C. Boreggi, *Reti per dati*, Sarin, Marsilio Editori, 1984.
 D. Bertsekas - R. Gallager, *Data Networks*, Prentice-Hall, 1987.

F4850 SISTEMI DI COMMUTAZIONE

Prof. Guido ALBERTENGO

Dip. di Elettronica

V° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Annuale (ore)

Settimanale (ore)

Lez.

Es.

Lab.

66

22

-

6

2

-

Lo scopo del corso è quello di fornire una panoramica esauriente sull'intero processo di acquisizione, elaborazione e utilizzo di dati telerilevati.

Il corso, di carattere interdisciplinare, anche se svolto nell'ambito del Corso di Laurea in Elettronica, potrà essere seguito da studenti di altri Corsi di Laurea in quanto i prerequisiti sono di carattere generale (fisica, analisi e elementi di informatica).

PROGRAMMA

La radiazione elettromagnetica, elementi di radiometria. Interazione della radiazione con la superficie terrestre e con l'atmosfera fenomeni di riflessione, scattering, assorbimenti ed emissione), firme spettrali.

Satelliti impiegati per telerilevamento e loro caratteristiche.

Sensori e strumenti passivi (radiometri, scanner multispettrali, etc.).

Sensori e strumenti attivi a microonde (radar, altimetri, etc.).

Radar meteorologico e sue applicazioni. Sensori e strumenti attivi a frequenze ottiche (lidar, opsis), Sonar e rass.

Correzioni geometriche ed elaborazione di immagini.

Problemi di classificazione, correzioni atmosferiche.

Sistema informativo territoriale (GIS).

Elementi di geodesia e cartografia, georeferenziazione (GPS).

Applicazioni dei dati quali: monitoraggio dei vari tipi di copertura della superficie terrestre, sfruttamento delle risorse naturali, meteorologia, analisi dell'atmosfera, controllo dell'inquinamento.

ESERCITAZIONI E LABORATORIO

Le esercitazioni in aula saranno propedeutiche a quelle effettuate sul calcolatore durante le ore di laboratorio.

Rilievo particolare sarà dato alla risoluzione di alcuni problemi pratici; a questo fine saranno messi a disposizione degli studenti, per successive elaborazioni, immagini radiometriche di satelliti, dati del Meteosat, di radar ad apertura sintetica e di radar meteorologico.

TESTI CONSIGLIATI

C. Elachi, *Introduction to the physics and techniques of remote sensing*, John Wiley & Sons, 1979.

Verranno inoltre forniti dal docente appunti e articoli relativi a diversi argomenti trattati.

F4920 SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

Prof. Mario PENT

Dip. di Elettronica

V° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

56

28

28

Settimanale (ore)

4

2

2

Il corso si propone di presentare, attraverso lo studio di alcuni casi significativi, le metodologie di approccio sistemistico generalmente adottate nel campo delle Telecomunicazioni.

In particolare verranno esaminati i sistemi radar, i ponti radio numerici e i satelliti per telecomunicazioni.

Elemento comune ai vari sistemi presi in esame è l'ambiente operativo (radiopropagazione) caratterizzato da interferenze di varia natura, per cui emergono dominanti i problemi relativi alla coesistenza fra sistemi e allo sfruttamento razionale di risorse condivise.

PROGRAMMA

Sistemi Radar primari. L'equazione del radar; portata; risoluzione in distanza e risoluzione angolare. Funzione di ambiguità. Segnali radar 'sostificati'.

Sistemi Radar secondari. Il trasponditore. Equazioni fondamentali. Fenomeni di 'garble' e 'fruit'.

Ponti radio numerici. Struttura generale. Caratteristiche dei segnali trasmessi; gerarchie PCM. Fenomeni di propagazione. Interferenze. Distorsioni di non linearità. Valutazioni globali di tasso di errore, qualità della trasmissione e disponibilità.

Sistemi numerici via satellite. Caratteristiche generali. Accesso multiplo a divisione di tempo (TDMA) e di frequenza (FDMA). Tecniche miste. Rigenerazione a bordo. Criteri di dimensionamento.

TESTI CONSIGLIATI

M. Skolnik, *Introduction to Radar Systems*, McGraw-Hill, 1975.

P. Panter, *Communication System Design*, McGraw-Hill, 1972.

Spilker, *Digital Communication Satellites*, Prentice Hall, 1977.

F5011 SISTEMI INFORMATIVI I

Prof. Paolo PRINETTO

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 ed ai linguaggi.

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

PROGRAMMA

- Il linguaggio C.
- Liste, Pile, Code.
- Analisi delle omplexità degli algoritmi.
- Il concetto di ADT.
- Alberi.
- Code prioritarie.
- Algoritmi di ordinamento.
- Dizionari.
- Algoritmi di ricerca.
- Tecniche di hashing.
- Grafi.
- Tecniche di pattern matching.
- Metodologie di progetto di algoritmi.

ESERCITAZIONI

Realizzazione degli algoritmi esaminati in linguaggio C.

LABORATORI

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

PRECEDENZE Fondamenti di Informatica I.**TESTI CONSIGLIATI**

B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, *The C Programming Language*, 2nd Edition, Englewood Cliffs; Prentice-Hall, 1988.

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *Algoritmi e Strutture Dati*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *Esempi di programmazione in linguaggio C*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

F5750 TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA

Prof. Giovanni E. PERONA

Dip. Elettronica

V° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	56	28	28
Settimanale (ore)	4	2	2

Lo scopo del corso è quello di fornire una panoramica esauriente sull'intero processo di acquisizione, elaborazione e utilizzo di dati telerilevati.

Il corso, di carattere interdisciplinare, anche se svolto nell'ambito del Corso di Laurea in Elettronica, potrà essere seguito da studenti di altri Corso di Laurea in quanto i prerequisiti sono di carattere generale (fisica, analisi e elementi di informatica).

PROGRAMMA

La radiazione elettromagnetica, elementi di radiometria. Interazione della radiazione con la superficie terrestre e con l'atmosfera fenomeni di riflessione, scattering, assorbimenti ed emissione), firme spettrali.

Satelliti impiegati per telerilevamento e loro caratteristiche.

Sensori e strumenti passivi (radiometri, scanner multispettrali, etc.).

Sensori e strumenti attivi a microonde (radar, altimetri, etc.).

Radar meteorologico e sue applicazioni. Sensori e strumenti attivi a frequenze ottiche (lidar, ophis), Sonar e rass.

Correzioni geometriche ed elaborazione di immagini.

Problemi di classificazione, correzioni atmosferiche.

Sistema informativo territoriale (GIS).

Elementi di geodesia e cartografia, georeferenziazione (GPS).

Applicazioni dei dati quali: monitoraggio dei vari tipi di copertura della superficie terrestre, sfruttamento delle risorse naturali, meteorologia, analisi dell'atmosfera, controllo dell'inquinamento.

ESERCITAZIONI E LABORATORIO

Le esercitazioni in aula saranno propedeutiche a quelle effettuate sul calcolatore durante le ore di laboratorio.

Rilievo particolare sarà dato alla risoluzione di alcuni problemi pratici; a questo fine saranno messi a disposizione degli studenti, per successive elaborazioni, immagini radiometriche di satelliti, dati del Meteosat, di radar ad apertura sintetica e di radar meteorologico.

TESTI CONSIGLIATI

C. Elachi, *Introduction to the physics and techniques of remote sensing*, John Wiley & Sons, 1979.

Verranno inoltre forniti dal docente appunti e articoli relativi a diversi argomenti trattati.

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 per la comprensione del comportamento dei circuiti elettrici a parametri concentrati, nonché metodi sistematici per la loro analisi, con cenni alle tecniche usate nell'analisi automatica di circuiti.

Il corso è organizzato in lezioni ed esercitazioni che completano, da un punto di vista applicativo, gli argomenti teorici trattati. Si richiede la conoscenza dei contenuti dei corsi di Analisi Matematica e Fisica.

Generalità: • Circuiti a parametri concentrati. • Leggi di Kirchhoff. • Grafi, anelli e insiemi di taglio, albero e coalbero, grafi planari maglie. Teorema di Tellegen.

Circuiti resistivi: • Elementi ad una o più porte: resistori; diodi ideali, a giunzione, zener, generatori indipendenti e dipendenti, trasformatore ideale, giratore, amplificatore operazionale ideale. • Metodi generali di analisi e teoremi fondamentali.

Circuiti dinamici: Elementi ad una o più porte: condensatori, induttori accoppiati. Risposta con stato zero, con ingresso zero e risposta completa; risposta transitoria e risposta forzata. • Circuiti del primo ordine e circuiti dinamici generali: metodi di analisi. • Metodo simbolico generalizzato. Funzioni di rete. • Zeri e poli. Condizioni di stabilità. • Equazioni di stato. • Proprietà fondamentali dei circuiti dinamici.

Regime sinusoidale:

• Formulazione delle equazioni circuitali. • Diagrammi polari e vettoriali. • Diagramma di Bode. Normalizzazione. • Potenza attiva, reattiva, apparente e complessa; condizioni di adattamento energetico. • Sistemi trifasi.

Doppi bipoli: • Caratterizzazione dei doppi bipoli. • Doppi bipoli simmetrici, bilanciati e sbilanciati, unilaterali. • Connessioni di doppi bipoli. • Funzionamento del doppio bipolo sotto carico. Reciprocità. *Filtri:* • Filtro ideale passa basso. • Approssimazione alla Butterworth; progetto di filtri LC mediante manuali; realizzazione con celle RC-attive connesse in cascata. Trasformazioni di frequenza.

TESTI CONSIGLIATI

L. O. Chua, C. A. Desoer, S. Kuh, *lineae 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)

70

30

12

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 stazionarietà dei processi ciclostazionari.

Processi gaussiani. Introduzione ai processi di Markov.

Trasformazione di processi casuali: integrazione, derivazione, trasformazioni lineari e invarianti.

Teoria dell'ergodicità.

Analisi spettrale. 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.

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.

F5870 TEORIA DELL'INFORMAZIONE E CODICE

Prof. Michele ELIA

Dip. di Elettronica

V° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

2° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

84

Settimanale (ore)

6

Il corso si propone di presentare una sintesi delle basi assiomatiche e dei metodi algebrici utilizzati per una descrizione formale dei principi della trasmissione e della elaborazione dell'informazione. Il corso consta di due parti metodologicamente diverse: una prima parte presenta la teoria matematica della misura di informazione impostata su basi assiomatiche. la seconda parte espone la teoria dei codici per il controllo degli errori.

Nozioni propedeutiche: è indispensabile una buona conoscenza dei corsi di Teoria dei segnali e di Comunicazioni Elettriche.

PROGRAMMA

Misura dell'informazione ed entropia. Teoremi fondamentali su natura e processamento dell'informazione. Sorgenti di informazione, il teorema della codifica di sorgente, particolari codici di sorgente. Modello matematico di canale e calcolo della capacità. Teorema della codifica di canale. Teoria dei codici a blocco, decodifica algebrica e calcolo delle prestazioni sul canale binario simmetrico. Complessità computazionale dei codificatori e dei decodificatori. Crittografia nella trasmissione dell'informazione.

TESTI CONSIGLIATI

R. J. McEliece, *The Theory of Information and Coding*, Addison-Wesley, Reading MS, 1977.

F. J. MacWilliams - N. J. A. Sloane, *The Theory of Error-Correcting Codes*, Elsevier, New York, 1976.

H. van Tilborg, *An Introduction to Cryptology*, Kluwer Academic Publ., Boston, 1988.

R. E. Blahut, *Theory and Practice of Error Control Codes*, Addison-Wesley, Reading MS, 1983.

A. Borodin - I. Munro, *The Computational Complexity of Algebraic and Numeric Problems*, American Elsevier Pub., New York, 1975.

F6040 TRASMISSIONE NUMERICA

Prof. Ezio BIGLIERI

Dip. di Elettronica

IV° ANNO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab.

1° PERIODO DIDATTICO

Annuale (ore)

60

60

Settimanale (ore)

4

4

Il corso studia i sistemi di trasmissione numerica punto-punto, offrendo metodi per l'analisi ed il progetto di tali sistemi. L'impostazione metodologica, di carattere generale, consente di utilizzare i metodi studiati nelle diverse applicazioni sistemiche: trasmissione di dati su linea telefonica, su ponte radio, via cavo e via satellite.

Nozioni propedeutiche: Teoria della probabilità, variabili e processi casuali, elementi di modulazioni numeriche.

PROGRAMMA

Elementi di teoria dell'informazione: entropia di sorgenti stazionarie e capacità di canali discreti. Trasmissione di forme d'onda su canali Gaussiano additivo; metodi di modulazione coerenti e incoerenti. Codici di canale: codici a blocco rivelatori e correttori di errore; codici convoluzionali. Trasmissione numerica su canali reali: calcolo della probabilità di errore in presenza di interferenza intersimbolica. L'equalizzazione adattativa. La modulazione codificata.

ESERCITAZIONI

Esercitazioni di calcolo da svolgere a casa e in aula su argomenti del corso.

TESTI CONSIGLIATI

Il programma svolto si trova nel libro:

S. Benedetto - E. Biglieri - V. Castellani, *Digital transmission theory*, Prentice Hall, 1987 (edizione italiana: *Teoria della trasmissione numerica*, Jackson, 1990).

F1740 ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI

Prof. Dante DEL CORSO

Dip. di Elettronica

V ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico

Lez.

Es.

Lab

Annuale (ore)

56

14

42

Settimanale (ore)

4

1

3

Il corso è dedicato allo studio ed al progetto dei circuiti elettronici usati specificamente nei sistemi di telecomunicazione. Sono esaminate in dettaglio alcune unità funzionali (vedi programma), delle quali si analizzano il comportamento esterno (specifiche), e le diverse realizzazioni circuitali utilizzando varie tecniche (componenti discreti, circuiti integrati standard, integrazione di sottosistemi completi).

Nozioni propedeutiche: Elettronica applicata (I e II), Comunicazioni elettriche.

PROGRAMMA

Transistori fuori linearità, limitatori, moltiplicatori di frequenza.

Amplificatori per ampio segnale, a larga banda ed accordati.

Oscillatori sinusoidali.

Filtri attivi con amplificatori operazionali.

Circuiti con funzione di trasferimento non-lineare basati su amplificatori operazionali.

Integrazioni di circuiti analogici.

Anelli ad aggancio di fase (PLL).

Conversione analogico/digitale (A/D) e digitale/analogico (D/A).

Circuiti campionatori (sample/hold).

Convertitori A/D e D/A per uso telefonico. Convertitori logaritmici (log-PCH) e delta.

Cenni su modulatori e demodulatori per informazioni numeriche (MODEM).

Cenni sulle tecniche per il progetto di circuiti integrati per applicazioni specifiche (ASIC)

Strutture per trasferimenti di informazione di tipo parallelo e seriale, sincrone ed asincrone.

Tecniche e circuiti di sincronizzazione per trasmissione seriale. Standard di collegamento seriale.

ESERCITAZIONE

Progetto di circuiti, con uso delle specifiche dei componenti. Calcolo degli errori (dispersione delle caratteristiche). Uso di tabelle. Uso di strumenti CAD.

LABORATORI

Montaggi e misure su alcuni dei circuiti progettati. Relazioni scritte obbligatorie.

TESTI CONSIGLIATI

D. Del Corso: *Elettronica per telecomunicazioni*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1988.

Clark - Hesse, *Communication circuits analysis and design*, Addison Wesley, 1971.

Tobey - Greame, *Operational amplifiers: design and applications*, McGraw Hill, 1971.

M. Gardner, *Phase lock techniques*, J. Willey & Sons, 1979.

D. Del Corso, H. Kirmann, J.D. Nicoud; *Microcomputer buses and links*, Academic Press, 1986.

L0760 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Prof. Ermanno NANO

Dip. di Elettronica

V° ANNO

2° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
Annuale (ore)	56	28	4
Settimanale (ore)	4	2	-

Il corso ha lo scopo di fornire nozioni di carattere alquanto particolare, che non sono comprese nei corsi di Radiotecnica e di Misure elettroniche, riguardanti la compatibilità elettromagnetica in generale e lo studio delle sorgenti di radiodisturbi e loro misura.

Durante il corso le lezioni sono seguite da esercitazioni di calcolo.

Nozioni propedeutiche: si consiglia di aver seguito i corsi di Elettronica Applicata I e II e i radiotecnica.

PROGRAMMA

Introduzione alla compatibilità elettromagnetica. Normativa internazionale ed europea. Norme CEI. Norme militari MIL-STD. Cenni sulla pericolosità dei campi molto intensi. Classificazione dei radiodisturbi e degli apparecchi che li generano. Loro effetti sulla radiodiffusione e sugli apparecchi elettronici. Propagazione dei radiodisturbi per convogliamento e per irradiazione. Misuratori di radiodisturbi: schema a blocchi e caratteristiche. Studio della risposta di un misuratore ai vari tipi di disturbi. La misura dei radiodisturbi: misura di campo e vari tipi di antenne. Misure di potenza di disturbo. Analizzatori di spettro: studio della loro risposta ai disturbi ed applicazione nel campo della compatibilità. Immunità ai campi ed alle tensioni di disturbo metodi di misura, cabine schermate, anecoiche e semianecoiche, generazione di campi per misura di immunità: cella TEM aperta e chiusa. Filtri per la soppressione dei radiodisturbi: Scariche elettrostatiche, bande di tensione armoniche della rete di alimentazione.

ESERCITAZIONI

Esercizi di calcolo sulle misure dei radiodisturbi.

LABORATORI

Dimostrazioni di laboratorio di misure di radiodisturbi (eventuali).

TESTI CONSIGLIATI

E. Nano, *Compatibilità elettromagnetica (radiodisturbi)*, Ed. Boringhieri, Torino, 1979.
Dispense aggiuntive.

F1530 ECONOMIA E ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

Prof. Nicola DELLEPIANE

2° PERIODO DIDATTICO:	Impegno didattico Settimanale (ore)	Lez. 4	Es. 4	Lab. -
-----------------------	--	-----------	----------	-----------

Il corso presenta i principi e le applicazioni dell'economia d'impresa e delle tecniche di analisi economica alle decisioni di gestione e alle decisioni di evoluzione e sviluppo dell'impresa. L'impegno didattico prevede 120 ore fra lezioni e esercitazioni.

PROGRAMMA

- 1) – L'impresa: obiettivi e strategie. Le decisioni di impresa (relative al mercato, ricerca e sviluppo, impianti e produzione, approvvigionamenti, logistica, struttura e metodi organizzativi, personale, struttura e gestione finanziaria).
 - 2) – Principi di economia aziendale. Metodi di analisi economica per la scelta fra alternative.
 - 3) – L'integrazione delle analisi di costo-quantità-utile dei sottosistemi aziendali per le decisioni di gestione d'impresa. In particolare le decisioni relative ai prezzi di vendita.
 - 4) – Metodi di analisi economica per la preparazione del piano integrato di gestione aziendale (di approvvigionamento, produzione, trasporto, distribuzione, vendita e finanziario).
 - 5) – Principi di controllo quantitativo e qualitativo.
 - 6) – La pianificazione dell'evoluzione e dello sviluppo dell'impresa. Si esaminano le decisioni relative all'evoluzione e sviluppo dell'impresa, con particolare riferimento a prodotti e mercati, alle strutture distributive e di vendita, di produzione, di approvvigionamento e finanziarie. In questo contesto ampio spazio è dedicato all'individuazione, misura previsionale dei risultati e scelta dei progetti di investimento e del piano di investimenti dell'azienda in relazione alle strategie di evoluzione e sviluppo. Metodi di analisi economica per la scelta degli investimenti. Critica dei criteri di scelta usualmente utilizzati. Proposta di nuovi tipi di criteri. Criteri assoluti e relativi in relazione a condizioni di razionamento e di non razionamento delle risorse finanziarie. L'incertezza e il rischio nelle decisioni di investimento. Metodi di analisi economico-finanziaria per la scelta del piano di investimenti dell'azienda e delle fonti di finanziamento.
 - 7) – Sintesi della posizione economico-finanziaria dell'impresa. Lo stato patrimoniale, il conto economico, il flusso dei fondi. Analisi mediante indici.
- Si effettuano esercitazioni sugli argomenti di cui ai punti 2) 3) 4) 6) 7).

TESTI CONSIGLIATI

Tutti i testi redatti dal docente.

F3070 LINGUAGGI E TRADUTTORI

Prof. Giorgio BRUNO

Dip. di Automatica e Informatica

V° ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

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

Lo scopo del corso è di illustrare i principi teorici e le tecniche pratiche per il progetto dei compilatori; Una parte del corso è dedicata all'analisi delle caratteristiche dei moderni linguaggi di programmazione e alla presentazione delle tecniche di progetto del software.

Il corso prevede, oltre alle lezioni teoriche ed alle esercitazioni in aula, esercitazioni in aula, esercitazioni pratiche su calcolatori VAX e su Personal Computer.

PROGRAMMA

- Introduzione ai compilatori.
- Teoria dei linguaggi formali.
- Automi a stati finiti. Analisi lessicale. Progetto di un analizzatore lessicale.
- Analisi sintattica top-down e bottom-up: parser LL(1), parser in discesa ricorsiva e parser LR(1).
- Trattamento degli errori sintattici.
- Progetto di un analizzatore sintattico.
- Grammatiche ad attributi.
- Organizzazione della memoria
- Tabella dei simboli. Formato intermedio dei programmi.
- Analisi semantica. Traduzione in codice intermedio dei costrutti dei linguaggi di programmazione tipo *Pascal* e *C*.
- Ottimizzazione del codice intermedio
- Generazione del codice oggetto.
- Caratteristiche dei linguaggi moderni di programmazione.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni illustrano la risoluzione di problemi di analisi lessicale, sintattica o semantica, di generazione del codice intermedio o del codice oggetto, relativamente ai costrutti dei linguaggi di programmazione tipo *Pascal* e *C*.

Lo sviluppo di progetti su calcolatore consente agli allievi di mettere in pratica le nozioni apprese nel corso.

PRECEDENZE

- Calcolatori Elettronici

TESTI CONSIGLIATI

- G. Bruno, *Linguaggi formali e compilatori*, UTET, Torino, 1992.

F4900 SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE

Prof. Ermanno NANO

Dip. di Elettronica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	56	52	4
Settimanale (ore)	4	4	-

Il corso, di carattere applicativo, ha la finalità di trattare i problemi delle radiocomunicazioni ed in particolare di ricezione della radioffusione sonora e televisiva. Dopo la presentazione dei vari sistemi di trasmissione usati, vengono esaminati i ricevitori sonori e televisivi dal punto di vista del funzionamento e della progettazione. Vengono infine date alcune nozioni sui trasmettitori, sui problemi di pianificazione delle reti di radiodiffusione, sugli impianti d'antenna centralizzati, sulla ricezione televisiva diretta da satellite e sulla protezione della radiodiffusione dai radiodisturbi. Alle lezioni fanno seguito esercitazioni di calcolo di progetto e di verifica.

Nozioni propedeutiche: si consiglia di aver seguito i corsi di Comunicazioni elettriche ed Elettronica applicata I.

PROGRAMMA

Richiami sulle principali modulazioni usate per la radiodiffusione. Sistemi di trasmissioni sonore monofoniche e stereofoniche. La filodiffusione. I ricevitori sonori: schema a blocchi; principi di funzionamento e di progetto. Principi di trasmissione e ricezione di immagini in bianco e nero. Norma televisive; schema a blocchi e principi di progetto di un televisore in bianco e nero. Richiami di colorimetria e principi di trasmissione e ricezione di immagini a colori; il televisore a colori. Tubi da presa e cinescopi. Gli impianti centralizzati d'antenna. Cenni sulla ricezione televisiva diretta da satellite. Cenni sui trasmettitori e sui problemi di pianificazione. Il problema della compatibilità elettromagnetica e della protezione dei servizi radio contro i radiodisturbi. Misure sui ricevitori.

ESERCITAZIONI

Illustrazioni delle parti principali di ricevitori sonori e televisivi. Calcolo di progetto e verifica di alcuni circuiti tipici dei ricevitori. Esempi di progetto di impianti d'antenna.

LABORATORI

Alcune dimostrazioni sulle forme d'onda e sugli spettri dei principali segnali di radiodiffusione.

TESTI CONSIGLIATI

Dispense.

F0270 ANTENNE

Prof. Mario OREFICE

Dip. di Elettronica

IV-V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	80	8	-
Settimanale (ore)	6	-	-

Il corso intende approfondire la teoria e i criteri di progetto delle antenne, con particolare risalto per gli aspetti applicativi e pratici. Esempi specifici ed esercizi verranno man mano svolti durante il corso senza distinzione tra lezioni ed esercitazione. Il corso si svolgerà con 6 ore di lezione settimanali durante le quali saranno anche svolti esercizi; sono inoltre previste 6-8 ore in laboratorio e 1-2 visite ad aziende. esame propedeutico è «Campi Elettromagnetici e Circuiti»; è inoltre utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (FORTRAN) per lo svolgimento di lavori individuali o di gruppo.

PROGRAMMA

Concetti fondamentali sull'irradiazione e nozioni generali sulle antenne.

Irradiazione da antenne ad apertura. Trattazione di problemi elettromagnetico con metodi quasi ottici. Metodi di calcolo del campo diffratto: metodo delle aperture, metodo dell'ottica fisica. Analisi e progetto di vari tipi di antenne: trombe, paraboloidi, cassegrain. Antenna a fasci sagomato, lenti. Antenne per telecomunicazioni e per applicazioni aerospaziali. Teoria della diffrazione e sue applicazioni. Antenne ad onda progressiva: antenne «surface wave» e «leaky wave». Irradiazione da antenne filiformi: tecniche di calcolo. Accoppiamento tra antenne: mutua impedenza. Metodo dei momenti.

Antenne per VLF, LF, MF: criteri generali ed esempi. Antenne ad elementi parassiti: Yagi-Uda, ecc. Antenne a larga banda: spirali coniche e piane, log-periodiche, ecc. Antenne ad elica in modo assiale e normale. Schiere di antenne: metodi di calcolo e di progetto. Schiere a scansione elettronica: criteri generali di progetto, vari tipi di realizzazione, loro applicazioni. Elementi irradianti delle schiere: trombe, dipoli, fessure, antenne stampate.

Misure su antenne: guadagno, diagramma di irradiazione. Misure di fase, di polarizzazione e di impedenza. Varie tecniche di misura in campo lontano e in campo vicino.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono integrate con le lezioni.

LABORATORI

Tre-quattro esercitazioni di laboratorio, presso il laboratorio di iperfrequenze e/o antenne.

TESTI CONSIGLIATI

Appunti raccolti sotto forma di dispense.

Sono inoltre di utile consultazione i seguenti testi:

Jasik - Johnson, Antenna engineering handbook, 2nd ed., McGraw Hill, 1984.

A. Rudge et al., The handbook of antenna design, 2 voll., Peter Peregrinus, 1983.

S. Silver, Microwave antenna theory and design, McGraw Hill, 1949.

J.D. Kraus, Antennas, 2nd ed., McGraw Hill, 1988.

W. Rusch, Lectures on reflector antennas, Celid, Torino, 1979.

F3570 MICROONDE

Prof. Gian Paolo BAVA

Dip. di Elettronica

V ANNO

1° PERIODO DIDATTICO

Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	80	18	14
Settimanale (ore)	6-8	1-2	-

Scopo del Corso è di fornire metodi di studio di componenti, dispositivi e circuiti di interesse nel campo di frequenza delle microonde, in particolare per quanto riguarda il settore delle Telecomunicazioni (collegamenti e circuiti di elaborazione dei segnali in guide metalliche e dielettriche ed in strutture adatte a circuiti integrati, ecc.).

Verranno anche sviluppati esempi di tecniche di progetto di componenti e circuiti; la scelta degli argomenti specifici potrà cambiare secondo gli interessi che via via si manifesteranno.

PROGRAMMA

Si articola sostanzialmente nei seguenti capitoli:

- Analisi generale dei fenomeni di propagazione elettromagnetica guidata. Eccitazione ed accoppiamento dei modi; guide con due modi e relative applicazioni. Strutture guidanti periodiche. Onde di carica spaziale, tubi speciali per microonde e loro evoluzione. Esempi vari di componenti e loro utilizzazioni.

- Analisi di componenti e circuiti di particolare interesse: accoppiatori direzionali, filtri, circolatori, ecc.. Effetto dei disadattamenti nei collegamenti. Considerazioni e schemi sistemistici; esempi. Analisi generale degli effetti dei tempi di transito nei dispositivi per l'elaborazione dei segnali; limitazioni fisiche di base. Strutture attive.

- Risonatori elettromagnetici: cavità metalliche e loro proprietà; limitazioni. Risonatori aperti e dielettrici; risonatori Fabry-Perot generalizzati. Rappresentazioni circuitali; cenni sui filtri distribuiti.

- Dispositivi a stato solido avanzati di uso nel campo delle microonde e delle onde millimetriche; dispositivi basati su fenomeni quantici (tunneling risonante, giunzioni Josephson, ecc.). Maser paramagnetici e dispositivi basati su fenomeni parametrici; caratteristiche ed interessi applicativi, stabilità e rumore negli oscillatori.

Laboratori

Esercitazioni sperimentali con squadre relativamente piccole, su argomenti trattati nel Corso. Eventuali visite a Laboratori di ricerca ed industriali.

Testi consigliati

Sono disponibili appunti (quasi completi) delle lezioni.

F5004 SISTEMI ENERGETICI
(corso ridotto: annualità 0,5)

Docente da nominare	Dip. di Energetica			
II° ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab.
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	32	15	-
	Settimanale (ore)	-	-	-

Il corso intende fornire le nozioni fondamentali di termodinamica applicata e le basi per la modellazione, analisi e controllo di sistemi energetici in modo da stabilire un collegamento tra le discipline informatiche e quelle energetiche.

Il corso comprende lezioni, esercitazioni numeriche ed esercitazioni di laboratorio.

PROGRAMMA

- Generalità e classificazione dei sistemi energetici.
- Fondamenti di termodinamica-energetica applicata: Proprietà termodinamiche di un sistema. Diagrammi di stato e trasformazioni di un sistema a fluido. Principio di conservazione ed evoluzione dell'energia. Analisi di processi in sistemi aperti e chiusi. Cicli termodinamici. Metodologie di valutazione dell'efficacia di sistemi motori, operatori e misti.
- Fondamenti di termofluidodinamica: Moto dei fluidi: equazioni di continuità, quantità di moto e loro applicazione alle macchine a fluido. Fenomeni termici: equazioni dello scambio termico e loro applicazione ai sistemi a fluido.
- Componenti di sistemi e relativi modelli: Caratteristiche strutturali e funzionali di componenti statiti: generatori di vapore, combustori, condensatori, scambiatori di calore. Costituzione, caratteristiche di funzionamento e modelli di componenti dinamici: macchine volumetriche e turbomacchine, motrici e operatrici.
- Analisi dei sistemi energetici: Accoppiamento di componenti statici e dinamici. Schemi funzionali di sistemi. Cicli a gas e a vapore. Parametri che caratterizzano le prestazioni di sistemi a combustione e sistemi oleoidraulici di potenza. Modelli numerici elementari di sistemi energetici per l'analisi delle loro prestazioni tramite elaboratore elettronico.
- Controllo dei sistemi energetici: Elementi di statica della regolazione dei sistemi energetici. Grandezze controllate e parametri disponibili per il controllo dei processi. Diagrammi a blocchi di sistemi controllati.

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni di calcolo in aula, oltre a consentire allo studente la verifica immediata del proprio grado di apprendimento, hanno lo scopo di fornire gli ordini di grandezza dei vari parametri che caratterizzano il funzionamento di sistemi energetici o di loro componenti e le basi per impostare numericamente i singoli problemi.

Le esercitazioni in laboratorio consistono in esperienze dirette di simulazione su elaboratore elettronico, nonché visita ai laboratori del Dipartimento di Energetica.

TESTI CONSIGLIATI

A.E. Catania, *Complementi di Macchine*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1979.

V. Marchis, M. Masoero, *Modelli di Sistemi Termodinamici*, Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1984.

F3050 ISTITUZIONI DI MECCANICA QUANTISTICA

Prof. Carlo BUZANO

V ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
1° PERIODO DIDATTICO	Settimanale (ore)	6	2	-

Il corso si propone, partendo dalle conoscenze acquisite nei corsi di Fisica I e II, di introdurre gli studenti allo studio della Meccanica Quantistica e Statistica, fornendo le basi concettuali e le tecniche necessarie per seguire con profitto corsi successivi di rilevante contenuto fisico.

Ampia parte del corso è dedicata ad applicazioni nel campo della Struttura della Materia con particolare attenzione al Magnetismo.

PROGRAMMA

Cenni di meccanica analitica:

Lagrangiana ed equazioni di Lagrange, Hamiltoniana ed equazioni di Hamilton, parentesi di Poisson, trasformazioni canoniche. Piccole oscillazioni, coordinate normali.

Meccanica Quantistica:

Breve analisi degli esperimenti che hanno condotto alla formulazione della Meccanica Quantistica.

Formulazione di Dirac della Meccanica Quantistica:

- Principio di sovrapposizione e caratterizzazione degli stati dinamici mediante vettori.
- Variabili dinamiche e osservabili. Teoria della rappresentazione.
- I postulati della Meccanica Quantistica (probabilità dei risultati di misura e valore medio di un osservabile).
- Principio di indeterminazione di Heisenberg.
- Comportamento dinamico di un sistema quantistico (descrizione di Schroedinger, di Heisenberg, di interazione).

Meccanica Ondulatoria.

Applicazioni elementari della Meccanica Quantistica: oscillatore armonico, buca (barriera) di potenziale rettangolare.

Proprietà generali dei momenti angolari in meccanica quantistica.

Particella in un campo centrale. Atomo di idrogeno.

Lo spin. Bosoni e Fermioni.

Sistemi di particelle identiche. Principio di esclusione di Pauli.

Metodi di approssimazione. Teoria delle perturbazioni.

Elementi di Meccanica Statistica Quantistica:

- I postulati della Fisica Statistica (concetto di ensemble, ipotesi ergodica).
- Ensemble microcanonico, canonico, gran canonico.
- Gas di Bosoni: statistica di Bose-Einstein. Gas di Fermioni: statistica di Fermi-Dirac. Gas classico: statistica di Maxwell-Boltzmann.

Applicazioni nel campo della Struttura della Materia, variabili di anno in anno, con particolare attenzione al Magnetismo (Hamiltoniana di spin).

F3214 MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE (annualità 0.5)

Prof. Terenziano RAPARELLI 1° Corso: A-K Dip. di Meccanica
 Prof. Carlo FERRARESI 2° Corso: L-Z Dip. di Meccanica

II ANNO	Impegno didattico	Lez.	Es.	Lab
2° PERIODO DIDATTICO	Annuale (ore)	30	20	

Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identi
 Le considerazioni teoriche di base della Meccanica trovano un riscontro appli**

PROGRAMMA

- * Richiami di cinematica piana - cinematica del punto - cinematica del corpo rigido cinematica dei moti relativi
- * Accoppiamenti tra corpi rigidi - coppie cinematiche - accoppiamenti di forza
- * Dinamica - forze e momenti - equazioni cardinali della dinamica - lavoro ed energia impulso, quantità di moto e momento della quantità di moto
- * Attrito - attrito secco - attrito volvente
- * Componenti meccanici ad attrito - contatti estesi, ipotesi dell'usura - freni - frizioni
- * Sistemi di trasformazione e trasmissione del moto - meccanismi - ruote di frizione - ruote dentate - rotismi - flessibili - vite-madrevite
- * Transitori nei sistemi meccanici - accoppiamento motore carico diretto, con riduttore di velocità e con* innesto a frizione - sistemi a regime periodico
- * Vibrazioni lineari a un grado di libertà - vibrazioni libere - vibrazioni forzate

ESERCITAZIONI E LABORATORI

Le esercitazioni in aula consistono nella risoluzione di esercizi riguardanti *

F5954 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	Lez.	Es.	Lab
Annuale (ore)	25	25	-
Settimanale (ore)	4	4	-

Durante il corso viene ripresa la teoria della termodinamica classica sviluppata in Fisica II per vederne l'applicazione allo studio ed all'ottimizzazione delle conversioni di energia. Vengono inoltre riesaminati i fenomeni di trasporto del calore allo scopo di fornire gli strumenti idonei per affrontare problemi di scambio termico. Particolare riferimento viene fatto a problemi connessi con lo smaltimento del calore da componenti elettronici.

PROGRAMMA

- Fenomeni di trasporto: leggi della conduzione, della convezione e della radiazione termica.
- Problemi di conduzione stazionaria: soluzioni analitiche, modelli analogici, modelli numerici.
- Problemi di conduzione non stazionaria: alcune soluzioni analitiche.
- Cenni di moto dei fluidi reali.
- Scambio termico per convezione naturale o forzata: valutazione del coefficiente di scambio.
- Proprietà radiative delle superfici. Scambio termico tra corpi neri e grigi: fattori di forma, reti resistive equivalenti.
- Esempi applicativi: corpi con generazione interna di calore, superfici alettate.
- Richiami di termodinamica classica: grandezze termodinamiche, stati di equilibrio, trasformazioni, I e II principio.
- Generalizzazione del I principio.
- Analisi termodinamica dei processi: lavoro utile ideale e reale, lavoro perduto. Exergia e rendimento exergetico.
- Conversione diretta dell'energia: fenomeni termoelettrici, celle a combustibile, dispositivi termoionici. Generatori e refrigeratori termoelettrici.

ESERCITAZIONI

Esercizi applicativi su tutti gli argomenti del corso ed in particolare calcolo distribuzione temperatura entro una cartella elettronica, calcolo alette di raffreddamento, progetto di un refrigeratore termoelettrico.

PRECEDENZE

Fisica II

TESTI CONSIGLIATI

- C. Boffa, P. Gregorio, Elementi di Fisica Tecnica, volume II, Levrotto & Bella, Torino, 1976.
A. Cavallini, L. Mattarolo, Termodinamica Applicata, Ed. Cleup, Padova, 1988.
P. Gregorio, Esercizi di FISICA TECNICA, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

INDICE ALFABETICO DEI DOCENTI

- AJMONE MARSAN M., 187.
 ALBERTENGO G., 40, 115, 188.
 ANGELINI E., 38, 114.
 ARRI E., 53.
 ASCOLI R., 27, 107, 167.
 BACCIOTTI A., 168.
 BARATELLA P., 34.
 BAVA G., 63, 73, 202.
 BECCARI C., 75.
 BELFORTE G., 32.
 BIEY D., 178.
 BIEY M., 192.
 BIGLIERI E., 177, 195.
 BOIERI P., 27, 28, 107, 108, 167.
 BONA B., 141.
 BRUNO G., 132, 199.
 BUZANO C., 56, 204.
 CANUTO E., 42, 176.
 CASTELLANI V., 41, 175.
 CHIARLI N., 55, 126, 183.
 CHITI G., 28, 108.
 CIMINIERA L., 138, 187.
 CIVERA P.L., 31, 75.
 DANIELE V., 37, 50.
 DE MARCHI A., 65.
 DEL CORSO D., 48, 196.
 DELLEPIANE N., 118, 198.
 DE MARTINI C., 111.
 DEMICHELIS P., 54, 124, 182.
 ELIA M. 79, 194.
 FERRARESI C., 57, 133, 205.
 FILISSETTI BORELLO O., 51, 122, 179.
 FIORIO G., 116, 134.
 GAI S., 112, 127.
 GILI P., 60.
 GILLI L., 68.
 GIORDANA M., 120.
 GORINI I., 136.
 GRASSI G., 38, 114, 174.
 GRECO S., 55, 126, 183.
 GREGORETTI F., 61, 135.
 LAFACE P., 146.
 LAURENTINI A., 71, 128.
 LESCHIUTTA S., 65.
 LIOY A., 54, 124, 182.
 LOMBARDI C., 78, 151, 206.
 LO PRESTI L., 76, 193.
 MADDALENO F., 46, 49.
 MAURO V., 137.
 MAZZA D., 38, 114.
 MENGA G., 43, 117, 150.
 MEO A.R., 145.
 MEZZALAMA M., 143, 144.
 MILANESE M., 77, 149.
 MINETTI B., 52, 123, 180.
 MONEGATO G., 34.
 MONTESORO P.L., 129.
 MONTROSSET I., 44, 67.
 NALDI C., 44, 45.
 NANO E., 39, 69, 197, 200.
 OMINI M., 52, 123, 180.
 OREFICE M., 30, 201.
 ORSI PALAMARA A.M., 171.
 ORTA R., 35.
 PASERO E., 47, 184.
 PENT M., 70, 189.
 PERONA G.E., 66, 74, 191.
 PIAZZESE F., 33, 113.
 PICCOLO E., 54, 124, 130, 131, 182.
 PISANI U., 64, 72, 148.
 PODDA G.E., 185.
 POZZOLO V., 46.
 PRINETTO P., 125, 139, 147, 190.
 RAPARELLI T., 57, 133, 205.
 RICCI F., 168.
 RIVOIRA S., 71.
 ROMITI A., 59.
 STRIGAZZI A., 51, 122, 179.
 TADEI R., 140.
 TEPPATI G., 29, 109, 169.
 VADACCHINO M., 181.
 ZAMBONI M., 121.
 ZICH R., 172.

INDICE ALFABETICO DEGLI INSEGNAMENTI

- ANALISI MATEMATICA I, 27, 107, 167.
ANALISI MATEMATICA II, 28, 108, 168.
ANALISI MATEMATICA III, 29, 109, 169.
ANTENNE, 30, 201.
ARCHITETTURE DEI SISTEMI INTEGRATI, 31.
AUTOMAZIONE A FLUIDO, 32.
AUTOMAZIONE INDUSTRIALE, 110.
BASI DI DATI, 111.
CALCOLATORI ELETTRONICI, 112.
CALCOLO DELLE PROBABILITÀ, 33, 113, 170.
CALCOLO NUMERICO, 34, 171.
CAMPI ELETTROMAGNETICI, 35.
CAMPI ELETTROMAGNETICI I, 172.
CAMPI ELETTROMAGNETICI II, 37, 173.
CHIMICA, 38, 114, 174.
COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA, 39, 197.
COMUNICAZIONI ELETTRICHE, 40, 41, 115, 175.
CONTROLLI AUTOMATICI, 42, 43, 116, 117, 176
DISPOSITIVI ELETTRONICI, 44.
DISPOSITIVI ELETTRONICI II, 45.
ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE, 118, 198.
ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI, 177.
ELETTRONICA APPLICATA, 46, 178.
ELETTRONICA APPLICATA I, 120.
ELETTRONICA APPLICATA II, 121.
ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI, 47.
ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI, 48, 196.
ELETTRONICA DI POTENZA, 49.
ELETTROTECNICA, 50, 119.
FISICA I, 51, 122, 179.
FISICA II, 52, 123, 180.
FISICA DEI LASER, 181.
FONDAMENTI DELLA MISURAZIONE E METROLOGIA GENERALE ELETTRICA, 53.
FONDAMENTI DI INFORMATICA, 54, 182.
FONDAMENTI DI INFORMATICA I, 124.
FONDAMENTI DI INFORMATICA II, 125.
GEOMETRIA, 55, 126, 183.
IMPIANTI DI ELABORAZIONE, 127.
INFORMATICA GRAFICA, 128.
INGEGNERIA DEL SOFTWARE II, 129.
INTELLIGENZA ARTIFICIALE, 130.
ISTITUZIONI DI MECCANICA QUANTISTICA, 56, 204.

- LINGUAGGI E TRADUTTORI, 132, 199.
MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE, 57, 133, 205.
MECCANICA DEI ROBOT, 59.
MECCANICA DEL VOLO, 60.
METODI DI OTTIMIZZAZIONE NEI SISTEMI DI CONTROLLO, 134.
MICROELETTRONICA, 61, 135, 184.
MICROONDE, 63, 202.
MISURE A IPERFREQUENZE, 64.
MISURE ELETTRONICHE, 65.
MISURE PER L'AUTOMAZIONE E LA PRODUZIONE INDUSTRIALE, 136.
MODELLISTICA E IDENTIFICAZIONE, 137.
OPTOELETTRONICA, 66.
PROPAGAZIONE, 67, 185.
RETI DI CALCOLATORI, 138, 186.
RETI DI TELECOMUNICAZIONI, 187.
RETI LOGICHE, 68, 139.
RICERCA OPERATIVA, 140.
ROBOTICA INDUSTRIALE, 141.
SISTEMI DI COMMUTAZIONE, 188.
SISTEMI DI ELABORAZIONE I, 143.
SISTEMI DI ELABORAZIONE II, 145.
SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE, 69, 200.
SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE, 70, 189.
SISTEMI ENERGETICI, 142, 203.
SISTEMI INFORMATIVI, 71.
SISTEMI INFORMATIVI I, 190.
SISTEMI OPERATIVI, 146.
SISTEMI PER LA PROGETTAZIONE AUTOMATICA, 147.
STRUMENTAZIONE E MISURE ELETTRONICHE, 72, 148.
TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA, 73.
TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA, 74, 191.
TEORIA DEI CIRCUITI, 192.
TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI, 75.
TEORIA DEI SEGNALI, 76, 193.
TEORIA DEI SISTEMI (CONTINUI), 77, 149.
TEORIA DEI SISTEMI (DISCRETI), 150.
TEORIA DELL'INFORMAZIONE E CODICI, 79, 194.
TERMODINAMICA APPLICATA, 78, 151, 206.
TRASMISSIONE NUMERICA, 195.