

**Guide ai programmi dei corsi
1995/96**



Politecnico di Torino

Settore dell'Informazione

La Guida è predisposta sulla base dei testi forniti dai docenti afferenti al Consiglio di Settore dell'Informazione.

Corso di laurea

Ingegneria aeronautica
Ingegneria chimica
Ingegneria dei materiali
Ingegneria elettrica
Ingegneria gestionale
Ingegneria meccanica
Ingegneria nucleare
Ingegneria per l'ambiente e il territorio

Settore civile/edile:

Ingegneria civile
Ingegneria edile

Settore dell'informazione:

Ingegneria delle telecomunicazioni
Ingegneria elettronica
Ingegneria informatica

Presidente

Prof. Gianfranco Chiocchia
Prof. Vito Specchia
Prof. Carlo Gianoglio
Prof. Alfredo Vagati
Prof. Agostino Villa
Prof. Rosolino Ippolito
Prof. Evasio Lavagno
Prof. Antonio Di Molfetta
Prof. Giovanni Barla

Prof. Paolo Prinetto

INTRODUZIONE

Le Guide ai corsi di laurea in ingegneria

Scopo fondamentale dei presenti opuscoli è quello di orientare gli studenti nella scelta dei piani di studio. In un momento particolarmente arduo di riforma e di scelte di sviluppo dell'assetto universitario, gli studenti devono poter decidere con il massimo della chiarezza, per potersi adeguare alle innovazioni, ed eventualmente anno per anno farsi ragione e modificare le scelte a seguito delle più specifiche verifiche attitudinali.

Nel 1995/96 sono attivati nella I Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Torino tredici *corsi di laurea*:

aeronautica (B)	civile (D)	chimica (C)
dei materiali (E)	delle telecomunicazioni (F)	edile (G)
elettrica (H)	elettronica (L)	gestionale (M)
informatica (N)	meccanica (P)	nucleare (Q)
per l'ambiente e il territorio (R)		

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; gli 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 queste *Guide*, viene data una breve descrizione dei *Corsi di Laurea*. Viene inoltre illustrato il programma¹ di attuazione degli orientamenti previsti per ogni indirizzo.

Gli insegnamenti

Il nuovo ordinamento didattico¹ prevede diversi tipi di insegnamenti, distinti 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 ecc.) 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 DPR 20 maggio 1989² 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

¹ Decreto rettorale 1096 del 1989-10-31, pubblicato sulla *Gazzetta ufficiale n.45 del 1990-02-23*

² Pubblicato sulla *Gazzetta ufficiale n. 186 del 1989-08-10*.

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*, cosicché 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.

Tutte queste informazioni e norme vengono pubblicate ogni anno nel Manifesto degli Studi (v. *Guida dello studente*, pubblicata a cura della Segreteria studenti).

Finalità e organizzazione didattica dei vari corsi di laurea

Le pagine di queste Guide illustrano per ognuno dei corsi di laurea, 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 (tranne rarissime eccezioni) ha previsto in prima attuazione l'organizzazione di tutti i corsi in periodi didattici. Per quanto concerne l'organizzazione didattica e l'attribuzione dei docenti agli insegnamenti, si segnala ancora che:

- alcuni corsi di laurea introducono già al terzo 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
- in relazione a talune difficoltà, che possono verificarsi all'atto dell'accorpamento di taluni Corsi di Laurea per le discipline di carattere propedeutico (del primo e secondo anno), non è assicurata che la corrispondenza dei docenti indicati con gli effettivi titolari di dette discipline. In alcuni casi, non essendo noto al momento della stampa delle *Guide*, il nome del docente è stato lasciato indeterminato ("Docente da nominare")
- in taluni altri casi al momento della stampa non erano disponibili le informazioni dettagliate relative ad alcuni insegnamenti.
- Per quanto riguarda il settore dell'informazione tutte le informazioni riportate a stampa nella presente guida sono accessibili tramite il Sistema *Ulisse* presente in INTERNET su World Wide Web all'indirizzo: <http://www.polito.it/Ulisse>. Le informazioni su *Ulisse* verranno aggiornate in tempo reale a seguito delle indicazioni via via fornite dai docenti.

Note per la lettura

I corsi sono inseriti in ordine alfabetico, quelli ridotti sono contrassegnati da una (r); è presente un'introduzione standard per ogni corso dove vengono indicati i codici, la collocazione, le precedenze ufficiali, la suddivisione delle ore tra lezione, esercitazione e laboratorio, il nome del docente e quello di eventuali collaboratori.

Oltre al programma dei corsi ed ai testi di riferimento, sono indicate le modalità di contatto con i docenti ed i requisiti che seppur non ufficiali i titolari dei corsi ritengono propedeutici.

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

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 sottosectori specifici.

Per questi motivi, nel progetto di riordino degli studi di ingegneria è prevista in alcune sedi la creazione di lauree in *Ingegneria informatica* e in *Ingegneria delle telecomunicazioni*, lauree che evidentemente devono soddisfare un'esigenza di specializzazione nei rispettivi campi. La laurea in *Ingegneria elettronica* mantiene invece l'obiettivo di una formazione ad ampio spettro culturale e professionale, trasversale ai contenuti delle altre lauree del settore dell'informazione.

L'ingegnere elettronico deve possedere competenze di progettazione di sistemi elettronici finalizzati nei diversi campi di applicazione, relative agli aspetti tecnologici, a quelli sistemistici, ed a quelli organizzativo-produttivi (producibilità, collaudabilità...). 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 con competenza i diversi campi in cui potrà essere chiamato a intervenire, integrata da un

approfondimento su sottosettori specifici per un inserimento immediato nell'ambiente di 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 dell'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.

È 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.

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 3*), 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), 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 2*, 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 secondo anno consente ad 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

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 è fornita da tre insegnamenti:

- *Fondamenti di informatica*: fornisce le nozioni di base relative all'architettura dei sistemi di elaborazione e alla loro programmazione mediante linguaggi di livello superiore (linguaggio C)
- *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, ai sistemi operativi 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 I*:

- *Teoria dei segnali I*: 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 che 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 I* seguono un corso di *Comunicazioni elettriche*, non specialistico, quindi devono optare per un altro insegnamento nel raggruppamento disciplinare *Telecomunicazioni*, che non preveda la propedeuticità di *Teoria dei segnali I*, 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 *Campi elettromagnetici*, ad es.: *Microonde, Antenne, Compatibilità elettromagnetica, Campi elettromagnetici 2, 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 inoltre 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 elettrici di interfaccia (*sample and hold*, convertitori analogico-digitale e *multiplexer*)
- almeno un corso a scelta tra *Microelettronica*, *Elettronica delle Microonde*, *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:

Corso di laurea in Ingegneria Elettronica

Ann o	1° Periodo didattico	2° Periodo didattico
1	L0231 Analisi Matematica I L0620 Chimica	L2300 Geometria L1901 Fisica I L2170 Fondamenti di Informatica
2	L0232 Analisi Matematica II L1902 Fisica II L1790 Elettrotecnica	L1441 Dispositivi Elettronici I L0234 Analisi Matematica III (r) L0494 Calcolo delle Probabilità (r) L5954 Termodinamica Applicata (r) L3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r)
3	L5770 Teoria dei Circuiti Elettronici L0510 Calcolo Numerico Z (1)	L5011 Sistemi Informativi I L0531 Campi Elettromagnetici I L1710 Elettronica Applicata
4	L4540 Reti Logiche L3670 Misure Elettroniche Z (2)	L0801 Comunicazioni Elettriche (gen) oppure L0802 Comunicazioni Elettriche (spec) L0841 Controlli Automatici (gen) oppure L0842 Controlli Automatici (spec) Z (3)
5	Z (4) Y (2) Y (4)	Y (1) Y (3) Y (5)

Z(1) un corso a scelta tra: L5801 Teoria dei segnali I e L5811 Teoria dei sistemi.

Z(2) un corso a scelta tra: L0270 Antenne, L0770 Componenti e circuiti ottici, L3570 Microonde, L5750 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica.

Z(3) un corso a scelta tra: L1730 Elettronica dei sistemi digitali, L6120 Elettronica delle microonde, L3560 Microelettronica, L1740 Elettronica delle telecomunicazioni, L3870 Optoelettronica.

Z(4) L1530 Economia e organizzazione aziendale, oppure per il solo orientamento Gestionale L1531 Economia e organizzazione aziendale I.

I corsi del quinto anno possono avere collocazione diversa nei semestri a seconda dell'orientamento scelto.

Orientamenti

Il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica non è suddiviso in indirizzi ma propone solamente degli orientamenti. Questi sono costituiti da cinque insegnamenti, indicati con le lettere XYZVW nella tabella precedente, ma non più di tre sono vincolanti per la caratterizzazione di ciascun orientamento. Pertanto ogni studente dovrà obbligatoriamente scegliere tre 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 precedenti.

Gli ultimi due corsi possono essere scelti o nell'ambito dell'orientamento prescelto o entro la lista generale allegata nel seguito, con l'unico obbligo di rispettare le precedenze previste da ciascun corso.

- Gli orientamenti previsti sono i seguenti:
 1. *Sistemi elettronici*
 2. *Microelettronica*
 3. *Microonde*
 4. *Optoelettronica*
 5. *Elettromagnetismo*
 6. *Telerilevamento e diagnostica dell'ambiente*
 7. *Tecnologie elettroniche*
 8. *Strumenti di misura e collaudo*
 9. *Sistemi di misura ad alta frequenza*
 10. *Automazione e controlli*
 11. *Elettronica industriale*
 12. *Elettronica-Meccanica*
 13. *Informatica*
 14. *Telecomunicazioni: apparati*
 15. *Telecomunicazioni: reti*
 16. *Bioingegneria*
 17. *Avionica*
 18. *Gestionale*
 19. *Elettronica fisica*
- Ogni orientamento è stato individuato separando per filoni di applicazione la formazione dell'ingegnere elettronico, e si basa inoltre sulle precise competenze scientifiche e didattiche consolidate presso il Politecnico di Torino
- Nella scelta dei corsi dell'orientamento o della lista libera occorre rispettare tutte le precedenze previste; in particolare la scelta tra *Teoria dei segnali I e Teoria dei sistemi*, segnata esplicitamente in ogni orientamento: se al terzo anno l'orientamento prevede Teoria dei segnali, diventa immediata al quarto anno la scelta Comunicazioni elettriche (spec) e Controlli automatici (gen); se al terzo anno l'orientamento prevede Teoria dei sistemi diventa immediata al quarto anno la scelta Comunicazioni elettriche (gen) e Controlli automatici (spec). È 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*
- 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

- Coloro che al terzo anno scelgono Teoria dei segnali I possono scegliere i 5 corsi liberi al quinto anno o dall'orientamento scelto o 3 dall'orientamento e 2 dalla lista generale, o 4 dall'orientamento e 1 dalla lista generale; coloro che al terzo anno scelgono Teoria dei sistemi devono scegliere al quinto anno 1 corso dal seguente elenco:
 - L4901 Sistemi di radiocomunicazioni I
 - L4920 Sistemi di telecomunicazione
 - i restanti 4 corsi possono essere scelti dall'orientamento prescelto oppure 3 dall'orientamento e 1 dalla lista generale.

Orientamento *Sistemi elettronici*

Obbligo di Teoria dei sistemi

1° semestre

- L0300 Architettura dei sistemi integrati¹
- L5050 Sistemi per la progettazione automatica
- L1760 Elettronica di potenza

2° semestre

- L5012 Sistemi informativi II
- L1730 Elettronica dei sistemi digitali¹**
- N4520 Reti di calcolatori I

¹ sequenza fortemente suggerita: L1730 Elettronica dei sistemi digitali ⇒ L0300 Architettura dei sistemi integrati

Orientamento *Microelettronica*

Obbligo di Teoria dei segnali

1° semestre

- L0300 Architettura dei sistemi integrati²
- L5691 Tecnologie e materiali per l'elettronica I
- N5050 Sistemi per la progettazione automatica
- L3800 Modellistica e identificazione

2° semestre

- L3560 Microelettronica²**
- L1740 Elettronica delle telecomunicazioni²
- L2000 Fisica dello stato solido

² sequenza fortemente suggerita: L3560 Microelettronica ⇒ L0300 Architettura dei sistemi integrati ⇒ L1740 Elettronica delle telecomunicazioni

Orientamento *Microonde*

Obbligo di Teoria dei segnali

1° semestre

- L3570 Microonde**
- L5691 Tecnologie e materiali per l'elettronica I
- L0270 Antenne
- L4920 Sistemi di telecomunicazioni
- L3050 Istituzioni di meccanica quantistica³

2° semestre

- L6120 Elettronica delle microonde**
- L3620 Misure a iperfrequenze
- L5692 Tecnologie e materiali per l'elettronica II
- E5341 Struttura della materia (sperimentale)

Orientamento *Optoelettronica*

Obbligo di Teoria dei segnali

1° semestre

- L0770 Componenti e circuiti ottici**
- L5691 Tecnologie e materiali per l'elettronica I
- L3050 Istituzioni di meccanica quantistica
- F6040 Trasmissione numerica

2° semestre

- L3870 Optoelettronica**
 L1740 Elettronica delle telecomunicazioni
 F1940 Fisica dei laser

Orientamento Elettromagnetismo

Obbligo di Teoria dei segnali

1° semestre

- L3570 Microonde**
 L0270 Antenne
 L0770 Componenti e circuiti ottici
 L2030 Fisica matematica

2° semestre

- L6120 Elettronica delle microonde**
 L4360 Propagazione
 L3620 Misure a iperfrequenze
 L0532 Campi elettromagnetici II

Orientamento Telerilevamento e diagnostica dell'ambiente

Obbligo di Teoria dei segnali

1° semestre

- L5750 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica**
 L4700 Sensori e trasduttori
 L3800 Modellistica e identificazione
 L5260 Strumentazione e misure elettroniche

2° semestre

- N3000 Intelligenza artificiale
 L5802 Teoria dei segnali II
L1730 Elettronica dei sistemi digitali

Orientamento Tecnologie elettroniche

Obbligo di Teoria dei segnali

1° semestre

- L5691 Tecnologie e materiali per l'elettronica I
 L3050 Istituzioni di meccanica quantistica¹

2° semestre

- L6120 Elettronica delle microonde**
 L2000 Fisica dello stato solido²
 L5692 Tecnologie e materiali per l'elettronica II
 E4680 Scienza e tecnologia dei materiali polimerici

²è fortemente consigliato che Fisica dello Stato Solido sia preceduta da Istituzioni di meccanica quantistica.

Orientamento Sistemi di misura e collaudo

Obbligo di Teoria dei segnali

1° semestre

- L2150 Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica⁴
 L4700 Sensori e trasduttori
 L5750 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
 L5260 Strumentazione e misure elettroniche

2° semestre

- L3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
 L0760 Compatibilità elettromagnetica
L1730 Elettronica dei sistemi digitali
 L5870 Teoria dell'informazione e codici

⁴ questo insegnamento è alla base di una formazione nel campo della metrologia

Orientamento Sistemi di misura ad alta frequenza

Obbligo di **Teoria dei segnali**

1° semestre

L5260 Strumentazione e misure elettroniche

L3570 Microonde

L4700 Sensori e trasduttori

2° semestre

L3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure

L3620 Misure a iperfrequenze

L6120 Elettronica delle microonde

Orientamento Automazione e controlli

Obbligo di **Teoria dei sistemi**

1° semestre

L0370 Automazione industriale

L4580 Robotica industriale

L3800 Modellistica e identificazione

L0850 Controllo dei processi

2° semestre

L0870 Controllo digitale

N3460 Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo

L0220 Analisi funzionale

L1730 Elettronica dei sistemi digitali

Orientamento Elettronica industriale

Obbligo di **Teoria dei sistemi**

1° semestre

L1760 Elettronica di potenza

L4580 Robotica industriale

L1770 Elettronica industriale di potenza

L0850 Controllo dei processi

2° semestre

L0760 Compatibilità elettromagnetica

N0390 Azionamenti elettrici per l'automazione

L1730 Elettronica dei sistemi digitali

Orientamento Elettronica - Meccanica

Obbligo di **Teoria dei sistemi**

1° semestre

L4580 Robotica industriale

L1770 Elettronica industriale di potenza

L0850 Controllo dei processi

P0350 Automazione a fluido

L3130 Macchine elettriche[§]

2° semestre

N0390 Azionamenti elettrici per l'automazione[§]

L1730 Elettronica dei sistemi digitali

L3200 Meccanica analitica

H3110 Macchine

[§]è consigliato che Azionamenti elettrici per l'automazione sia preceduta da Macchine elettriche

Orientamento Informatica

Obbligo di **Teoria dei segnali**

1° semestre

L0300 Architettura dei sistemi integrati

N5050 Sistemi per la progettazione automatica

L2850 Informatica grafica

2° semestre

- L3560 Microelettronica**
- N2941 Ingegneria del Software I
- N4521 Reti di calcolatori I
- N3000 Intelligenza artificiale

Orientamento Telecomunicazioni: apparati

Obbligo di **Teoria dei segnali**

1° semestre

- L3570 Microonde**
- L1590 Elaborazione numerica dei segnali
- L0270 Antenne
- L4920 Sistemi di telecomunicazione
- F6040 Trasmissione numerica

2° semestre

- L1740 Elettronica delle telecomunicazioni**
- L6120 Elettronica delle microonde
- L5802 Teoria dei segnali II
- L4902 Sistemi di radiocomunicazione II
- L4360 Propagazione

Orientamento Telecomunicazioni: reti

Obbligo di **Teoria dei segnali**

1° semestre

- F4531 Reti di telecomunicazioni I
- F4850 Sistemi di commutazione
- L4901 Sistemi di radiocomunicazione I

2° semestre

- L5870 Teoria dell'informazione e codici
- L3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
- F4532 Reti di telecomunicazioni II
- L1740 Elettronica delle telecomunicazioni**

Orientamento Bioingegneria

Obbligo di **Teoria dei segnali**

1° semestre

- L5240 Strumentazione biomedica
- L4700 Sensori e trasduttori

2° semestre

- L1570 Elaborazione dati e segnali biomedici
- P0450 Biomeccanica
- P1040 Costruzioni biomeccaniche
- L1730 Elettronica dei sistemi digitali**

Orientamento Avionica

Obbligo di **Teoria dei segnali**

1° semestre

- B3300 Meccanica del volo
- L3570 Microonde**
- B1250 Dinamica del volo
- L0270 Antenne

2° semestre

- L3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
- L1740 Elettronica delle telecomunicazioni**
- L5870 Teoria dell'informazione e codici

Orientamento *Gestionale*

Obbligo di Teoria dei sistemi

1° semestre

- L4550 Ricerca operativa
- L0370 Automazione industriale
- L1500 Economia e gestione dei servizi

2° semestre

- L1730 Elettronica dei sistemi digitali**
- L8720 Ottimizzazione (*attivato a partire dall'A.A. 96/97*)
- L1510 Economia e gestione dell'innovazione
- L5812 Teoria dei sistemi (discreti)
- L1532 Economia ed organizzazione aziendale II

Orientamento *Elettronica fisica*

Obbligo di Teoria dei sistemi

1° semestre

- L3050 Istituzioni di meccanica quantistica⁶
- Q3390 Meccanica statistica
- L5690 Tecnologie e materiali per l'elettronica
- L0770 **Componenti e circuiti ottici**

2° semestre

- L2000 Fisica dello stato solido⁶
- E5341 Struttura della materia (sperimentale)
- F1940 Fisica dei laser
- R1994 Fisica delle superfici (r)
- L5404 Superconduttività (r)

⁶ Percorsi formativi consigliati: L3050 Istituzioni di meccanica quantistica, L2000 Fisica dello stato solido, Laboratorio di fisica della materia oppure L3050 Istituzioni di meccanica quantistica, Q3390 Meccanica statistica, F1940 Fisica dei laser.

Per ulteriori chiarimenti gli studenti sono invitati a prendere contatto con la Commissione piani degli studi

Lista generale

1° semestre

Q0010	Acceleratori di particelle
B0050	Aerodinamica
L0270	Antenne
H0290	Applicazioni industriali elettriche
L0300	Architettura dei sistemi integrati
P0350	Automazione a fluido
L0370	Automazione industriale
H0400	Azionamenti per trazione elettrica
N0460	Calcolatori elettronici
S0550	Caratteri distributivi e costruttivi degli edifici
R0600	Cave e recupero ambientale
L0770	Componenti e circuiti ottici
D0820	Consolidamento dei terreni
G0830	Consolidamento delle costruzioni
L0850	Controllo dei processi
P0920	Costruzione di autoveicoli
D0990	Costruzione di ponti
H1060	Costruzioni elettromeccaniche
R1220	Dinamica degli inquinanti
B1250	Dinamica del volo
H1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
M1380	Disegno assistito dal calcolatore
R1460	Economia applicata all'ingegneria
M1490	Economia dell'impresa
L1500	Economia e gestione dei servizi
L1590	Elaborazione numerica dei segnali
R1640	Elementi di ecologia
C1680	Elettrochimica e tecnologie elettrochimiche
C1700	Elettrometallurgia
E1750	Elettronica dello stato solido
L1760	Elettronica di potenza
L1770	Elettronica industriale di potenza
D1870	Esercizio dei sistemi di trasporto
L2030	Fisica matematica
B6100	Fluidodinamica dei sistemi propulsivi
L2150	Fondamenti delle misurazione e metrologia generale elettrica
D2190	Fotogrammetria
G2400	Gestione del processo edilizio
M2460	Gestione industriale della qualità
R2480	Giacimenti minerari
R2490	Idraulica
R2530	Idrogeologia applicata
B2570	Impianti aeronautici
P2730	Impianti meccanici
L2850	Informatica grafica
L3050	Istituzioni di meccanica quantistica
R3090	Localizzazione dei sistemi energetici
P3100	Logistica industriale
L3130	Macchine elettriche
P3230	Meccanica dei fluidi
P3280	Meccanica dei robot
B3300	Meccanica del volo
P3360	Meccanica delle vibrazioni
Q3390	Meccanica statistica
Q3470	Metodi matematici per i reattori nucleari
G3520	Metodologie di rilevamento per la conservazione del patrim. edilizio
F3560	Microelettronica
L3570	Microonde
P3710	Misure termiche e regolazioni
M3770	Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi
H3780	Modellistica dei sistemi elettromeccanici
L3800	Modellistica e identificazione
B3830	Motori per aeromobili
P3840	Motori termici per trazione
H3850	Oleodinamica e pneumatica
D3910	Pianificazione dei trasporti

R3920	Pianificazione e gestione delle aree metropolitane
R3970	Principi di geotecnica
C3980	Principi di ingegneria biochimica
R4000	Principi di ingegneria chimica ambientale
P4020	Principi e metodologie della progettazione meccanica
C4030	Processi biologici industriali
E4050	Processi di produzione dei materiali macromolecolari
R4060	Processi di trattamento degli effluenti inquinanti
P4180	Progettazione di sistemi di trasporto
B4280	Progetto di aeromobili
D4330	Progetto di strutture
B4380	Propulsione aerospaziale
B6110	Propulsori astronautici
Q4410	Protezione e sicurezza negli impianti nucleari
R4470	Recupero delle materie prime secondarie
N4522	Reti di calcolatori II
F4531	Reti di telecomunicazioni I
L4550	Ricerca operativa
L4580	Robotica industriale
E4590	Scienza dei materiali
E4600	Scienza delle costruzioni
L4700	Sensori e trasduttori
F4850	Sistemi di commutazione
N4881	Sistemi di elaborazione I
L4901	Sistemi di radiocomunicazione I
L4920	Sistemi di telecomunicazioni
M5020	Sistemi integrati di produzione
N5030	Sistemi operativi
N5050	Sistemi per la progettazione automatica
G5200	Storia dell'architettura
G5210	Storia dell'architettura e dell'urbanistica
L5240	Strumentazione biomedica
Q5270	Strumentazione e misure degli impianti nucleari
B5330	Strutture aeronautiche
B5370	Strutture spaziali
P5410	Tecnica del controllo ambientale
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti
D5520	Tecnica della produzione edilizia
R5570	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
P5640	Tecnologia meccanica
Q5680	Tecnologie e applicazioni nucleari
L5691	Tecnologie e materiali per l'elettronica I
L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
C5850	Teoria dello sviluppo dei processi chimici
P6030	Trasmissione del calore
F6040	Trasmissione numerica

2° semestre

D0020	Acquedotti e fognature
F0030	Acustica applicata
B0080	Aerodinamica sperimentale
L0220	Analisi funzionale
D0320	Architettura e urbanistiche tecniche
D0330	Architettura tecnica
N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione
N0410	Basi di dati
H0450	Biomeccanica
L0532	Campi elettromagnetici II
G0560	Caratterizzazione tecnologica delle materie prime
R0580	Cartografia numerica
L0760	Compatibilità elettromagnetica
G0790	Composizione urbanistica
L0870	Controllo digitale
E0910	Corrosione e protezione dei materiali metallici
R0930	Costruzione di gallerie
E0940	Costruzione di macchine
P0980	Costruzione di materiale ferroviario
D1000	Costruzione di strade, ferrovie ed aeroporti
B1030	Costruzioni aeronautiche

P1040	Costruzioni biomeccaniche
D1120	Costruzioni marittime
B1260	Dinamica del volo spaziale
D1280	Dinamica delle terre e delle rocce
Q1290	Dinamica e controllo degli impianti nucleari
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
E1430	Disegno tecnico industriale
E1442	Dispositivi elettronici II
M1510	Economia e gestione dell'innovazione
R1520	Economia ed estimo civile
L1532	Economia ed organizzazione aziendale II
M1560	Economia politica
L1570	Elaborazione di dati e segnali biomedici
E1700	Elettrometallurgia
L1730	Elettronica dei sistemi digitali
L1740	Elettronica delle telecomunicazioni
L6120	Elettronica delle microonde
E1920	Fisica degli stati condensati
F1940	Fisica dei laser
R2010	Fisica dell'atmosfera
E1994	Fisica delle superfici (r)
L2000	Fisica dello stato solido
P2080	Fluidodinamica
R2090	Fluidodinamica ambientale
R2160	Fondamenti di chimica industriale
D2200	Fotogrammetria applicata
B2220	Gasdinamica
D2240	Geofisica applicata
R2281	Geologia applicata (ambientale)
R2340	Geotecnica
M2370	Gestione dei progetti di impianto
D2450	Gestione e manutenzione delle infrastrutture viarie
R2500	Idraulica ambientale
F2560	Illuminotecnica
C2610	Impianti chimici e processi dell'industria alimentare
C2660	Impianti di trattamento degli effluenti inquinanti
H2701	Impianti elettrici I
M2720	Impianti industriali
F2940	Ingegneria del software
N3000	Intelligenza artificiale
M3030	Istituzioni di diritto pubblico e privato
F3040	Istituzioni di economia
N3070	Linguaggi e traduttori
R3080	Litologia e geologia
H3110	Macchine
L3200	Meccanica analitica
R3240	Meccanica dei fluidi nel sottosuolo
P3290	Meccanica del veicolo
C3420	Metallurgia
L3460	Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
L3560	Microelettronica
L3620	Misure a iperfrequenze
H3640	Misure e collaudo di macchine e impianti elettrici
L3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
M3740	Modelli per il supporto alle decisioni
L3870	Optoelettronica
E3880	Ottica
L8720	Ottimizzazione (attivato a partire dall'A.A. 96/97)
B3960	Principi di aeroelasticità
C3991	Principi di ingegneria chimica I
R4040	Processi biotecnologici ambientali
C4050	Processi di produzione di materiali macromolecolari
P4110	Progettazione assistita di strutture meccaniche
P4150	Progettazione degli impianti industriali
B4190	Progettazione di strutture aerospaziali
B4260	Progetto dei sistemi aerospaziali
P4270	Progetto delle carrozzerie
P4350	Programmazione e controllo della produzione meccanica
L4360	Propagazione
E4370	Proprietà termofisiche dei materiali

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

G4480	Recupero e conservazione degli edifici
N4521	Reti di calcolatori I
F4532	Reti di telecomunicazioni II
E4640	Scienza e tecnologia dei materiali compositi
E4630	Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
E4680	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
R4740	Sicurezza ed analisi di rischio
R4800	Sismica applicata
F4840	Sistemi di analisi finanziaria
N4882	Sistemi di elaborazione II
L4902	Sistemi di radiocomunicazione II
H4980	Sistemi elettrici per l'energia
M4960	Sistemi elettrici industriali
L5012	Sistemi informativi II
B5100	Sperimentazione di volo
P5110	Sperimentazione e affidabilità dell'autoveicolo
M5175	Statistica aziendale/Marketing industriale (i)
B5230	Strumentazione aeronautica
Q5310	Strumentazione fisica
E5340	Struttura della materia
E5341	Struttura della materia (sperimentale)
E5404	Superconduttività (r)
P5440	Tecnica della sicurezza ambientale
R5460	Tecnica delle costruzioni
D5510	Tecnica urbanistica
G5530	Tecniche della rappresentazione
E5570	Tecnologia dei materiali e chimica applicata
L5692	Tecnologie e materiali per l'elettronica II
B5660	Tecnologie delle costruzioni aeronautiche
L5802	Teoria dei segnali II
L5812	Teoria dei sistemi (discreti)
L5870	Teoria dell'informazione e codici
D5880	Teoria e tecnica della circolazione
H6000	Termotecnica
D6020	Topografia
D6090	Urbanistica

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

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 U.E.

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 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 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 "Informatica" presso le Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali delle Università, 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 l'indirizzo *Automatica e sistemi di automazione industriale*.

L'impostazione specifica del nuovo corso di laurea del Politecnico di Torino riflette la realtà tecnologica ed industriale piemontese. Torino può forse essere considerata la capitale dell'informatica e dell'automazione 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 di *hardware* e *software* di base per calcolatori, verso la pro-

gettazione dei sistemi mediante l'uso dei tecnologie d'avanguardia, 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.

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, e costituita da due insegnamenti di mezza 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:

- un'unità didattica (o annualità) a carattere meccanico, composto da due insegnamenti ridotti: *Meccanica applicata alle macchine* e un corso ridotto a scelta tra *Termodinamica applicata* e *Sistemi energetici*
- un corso di *Economia ed organizzazione aziendale*, nel quale i principi di economia e di gestione aziendale vengono integrati con concetti di macro e microeconomia

- 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, unitamente ai relativi strumenti CAD disponibili sul mercato.

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

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

- *Ricerca operativa*: fornisce le basi algoritmico-metodologiche della ricerca operativa.
- *Teoria dei sistemi (discreti)*: fornisce le basi per l'analisi dei sistemi ad eventi discreti.
- *Controlli automatici (generale)*: 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:

- *Ricerca operativa*: fornisce le basi algoritmico-metodologiche della ricerca operativa.
- *Teoria dei sistemi (continui)*: fornisce le basi per l'analisi dei sistemi continui.
- *Controlli automatici (specialistico)*: 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.

Articolazione in Indirizzi

Il corso di laurea in Ingegneria Informatica si compone di due indirizzi: *Sistemi ed Applicazioni Informatici* ed *Automatica e Sistemi di Automazione Industriale*.

Indirizzo Sistemi ed Applicazioni Informatici

L'indirizzo *Sistemi ed Applicazioni Informatici* fornisce le nozioni relative alla struttura ed 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
- sistemi informativi aziendali.

Lo schema generale degli insegnamenti è il seguente:

Tabella 1: 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 (r) N0234 Analisi Matematica III (r) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r) N5954 Termodinamica Applicata (r) <i>oppure</i> N5004 Sistemi Energetici (r)
3	N1711 Elettronica Applicata I N0460 Calcolatori Elettronici Y (1)	N4540 Reti Logiche Y (6) Y (7)
4	N1712 Elettronica Applicata II N5030 Sistemi Operativi Y (2)	Y (8) Y (9) Y (10) Y (11)
5	N4881 Sistemi di Elaborazione I Y (3) Y (4) Y (5)	Y (12) Y (13) Y (14)

(I successivi paragrafi relativi agli Orientamenti chiariranno il diverso valore da attribuire, caso per caso, alle posizioni contrassegnate con Y(n)).

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

- *Hardware progetto*
- *Hardware sistemi*
- *Reti di calcolatori*
- *Elaborazione dell'informazione non numerica*
- *Ingegneria del software*
- *Informatica gestionale*

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 da sette corsi, di cui:

- tre comuni a tutti:
 - N0410 Basi di dati
 - N2941 Ingegneria del software I
 - N4521 Reti di calcolatori I
- tre caratterizzanti l'orientamento

- uno a scelta dello studente

Orientamento *Hardware progetto*

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 CAE di ausilio alla progettazione e sulle problematiche del collaudo nelle varie fasi della vita di un sistema.

Gli insegnamenti caratterizzanti sono i seguenti:

N5050	Sistemi per la progettazione automatica
N3560	Microelettronica
N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale

Gli insegnamenti "Y(i)" della tabella 1 sono i seguenti:

Y (1)	N0841	Controlli automatici (gen)
Y (2)	N4550	Ricerca operativa
Y (3)	N5050	Sistemi per la progettazione automatica
Y (4)		<i>Scelto nella sottostante Tabella B1</i>
Y (6)	N0801	Comunicazioni elettriche (gen)
Y (7)	N5812	Teoria dei sistemi (discreti)
Y (8)	N3560	Microelettronica
Y (9)	N4521	Reti di calcolatori I
Y (10)	N2941	Ingegneria del software I
Y (12)	N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale
Y (13)	N0410	Basi di dati
Y (14)	N1530	Economia ed organizzazione aziendale.

Tabella B1

P0350	Automazione a fluido
N0370	Automazione industriale
L0510	Calcolo numerico
N0850	Controllo dei processi
B1250	Dinamica del volo
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
M1380	Disegno assistito dal calcolatore
M1490	Economia dell'impresa
F1590	Elaborazione numerica dei segnali
L1760	Elettronica di potenza
L1770	Elettronica industriale di potenza
R1994	Fisica delle superfici (r)
L2150	Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
M2460	Gestione industriale della qualità
N2850	Informatica grafica
N2942	Ingegneria del software II
L3050	Istituzioni di meccanica quantistica
H3130	Macchine elettriche
H3204	Meccanica analitica (r)
B3300	Meccanica del volo
M3500	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
N3800	Modellistica e identificazione
E3880	Ottica
D3910	Pianificazione dei trasporti
D4180	Progettazione dei sistemi di trasporto
N4580	Robotica industriale
E4590	Scienza dei materiali
H4600	Scienza delle costruzioni
L4700	Sensori e trasduttori
N4850	Sistemi di commutazione
L4901	Sistemi di radiocomunicazione I
L5240	Strumentazione biomedica
L5404	Superconduttività (r)
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti
L5690	Tecnologie e materiali per l'elettronica
L5770	Teoria dei circuiti elettronici
F6040	Trasmissione numerica.

Orientamento *Hardware sistemi*

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

Gli insegnamenti caratterizzanti sono i seguenti:

N4882	Sistemi di elaborazione II
N4522	Reti di calcolatori II
N5010	Sistemi Informativi

Gli insegnamenti "Y(i)" della tabella 1 sono i seguenti:

Y (1)	N0841	Controlli automatici (gen)
Y (2)	N4550	Ricerca operativa
Y (3)	N4522	Reti di calcolatori II
Y (4)		<i>Scelto nella sottostante Tabella B1</i>
Y (6)	N0801	Comunicazioni elettriche (gen)
Y (7)	N5812	Teoria dei sistemi (discreti)
Y (8)	N0410	Basi di dati
Y (9)	N4521	Reti di calcolatori I
Y (10)	N2941	Ingegneria del software I
Y (12)	N4882	Sistemi di elaborazione II
Y (13)	N5010	Sistemi informativi
Y (14)	N1530	Economia ed organizzazione aziendale.

Tabella B1

P0350	Automazione a fluido
N0370	Automazione industriale
L0510	Calcolo numerico
N0850	Controllo dei processi
B1250	Dinamica del volo
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
M1380	Disegno assistito dal calcolatore
M1490	Economia dell'impresa
F1590	Elaborazione numerica dei segnali
L1760	Elettronica di potenza
L1770	Elettronica industriale di potenza
R1994	Fisica delle superfici (r)
L2150	Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
M2460	Gestione industriale della qualità
N2850	Informatica grafica
N2942	Ingegneria del software II
L3050	Istituzioni di meccanica quantistica
H3130	Macchine elettriche
H3204	Meccanica analitica (r)
B3300	Meccanica del volo
M3500	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
H3660	Misure elettriche
L3670	Misure elettroniche
N3800	Modellistica e identificazione
E3880	Ottica
D3910	Pianificazione dei trasporti
D4180	Progettazione dei sistemi di trasporto
N4580	Robotica industriale
E4590	Scienza dei materiali
H4600	Scienza delle costruzioni
L4700	Sensori e trasduttori
N4850	Sistemi di commutazione
L4901	Sistemi di radiocomunicazione I
N5050	Sistemi per la progettazione automatica
L5240	Strumentazione biomedica
L5260	Strumentazione e misure elettroniche
L5404	Superconduttività (r)
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti
L5690	Tecnologie e materiali per l'elettronica
L5770	Teoria dei circuiti elettronici
F6040	Trasmissione numerica.

Orientamento Reti di calcolatori

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

Gli insegnamenti caratterizzanti sono i seguenti:

N4522	Reti di calcolatori II
N5801	Teoria dei segnali I
N0802	Comunicazioni elettriche (spec) al posto di Com. elettriche (gen)
N4850	Sistemi di commutazione

Gli insegnamenti "Y(i)" della tabella I sono i seguenti:

Y (1)	N5801	Teoria dei segnali I
Y (2)	N0841	Controlli automatici (gen)
Y (3)	N4550	Ricerca operativa
Y (4)	N4522	Reti di calcolatori II
Y (5)	N4850	Sistemi di commutazione
Y (6)	N0802	Comunicazioni elettriche (spec)
Y (7)	N5812	Teoria dei sistemi (discreti)
Y (8)	N4521	Reti di calcolatori I
Y (9)	N0410	Basi di dati
Y (12)	N2941	Ingegneria del software I
Y (13)		<i>Scelto nella sottostante Tabella B2</i>
Y (14)	N1530	Economia ed organizzazione aziendale.

Tabella B2

D0190	Analisi dei sistemi
L0220	Analisi funzionale
H0380	Azionamenti elettrici
N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione
L0531	Campi elettromagnetici I
N0870	Controllo digitale
P1040	Costruzioni biomeccaniche
L1441	Dispositivi elettronici I
M1560	Economia politica
L1570	Elaborazione dati e segnali biomedici
L6120	Elettronica delle microonde
D1870	Esercizio dei sistemi di trasporto
E1920	Fisica degli stati condensati
F1940	Fisica dei laser
L2000	Fisica dello stato solido
H2701	Impianti elettrici I
M2720	Impianti industriali
N3000	Intelligenza artificiale
M3030	Istituzioni di diritto pubblico e privato
N3070	Linguaggi e traduttori
P3110	Macchine
L3200	Meccanica analitica
N3460	Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
L3560	Microelettronica
L3620	Misure a iperfrequenza
N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale
L3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
L3870	Optoelettronica
L8720	Ottimizzazione (<i>attivato a partire dall'A.A. 96/97</i>)
E4680	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
N4882	Sistemi di elaborazione II
L4290	Sistemi di telecomunicazione
N5010	Sistemi informativi
A3155	Storia della tecnologia
N5802	Teoria dei segnali II
F5870	Teoria dell'informazione e codici
D5880	Teoria e tecnica della circolazione.

Orientamento Elaborazione dell'informazione non numerica

Mira ad approfondire le problematiche relative all'elaborazione dell'informazione non numerica, con particolare riferimento ai metodi per la rappresentazione della co-

noscenza alla Intelligenza Artificiale, al riconoscimento dei segnali, forme ed immagini, all'elaborazione grafica.

Gli insegnamenti caratterizzanti sono i seguenti:

- N3070** Linguaggi e traduttori
- N3000** Intelligenza artificiale
- N2850** Informatica grafica

Gli insegnamenti "Y(i)" della tabella I sono i seguenti:

- Y (1) **N0841** Controlli automatici (gen)
- Y (2) **N4550** Ricerca operativa
- Y (3) **N2850** Informatica grafica
- Y (4) *Scelto nella sottostante Tabella B1*
- Y (6) **N0801** Comunicazioni Elettriche (gen)
- Y (7) **N5812** Teoria dei sistemi (discreti)
- Y (8) **N2941** Ingegneria del software I
- Y (9) **N4521** Reti di calcolatori I
- Y (10) **N3070** Linguaggi e traduttori
- Y (12) **N0410** Basi di dati
- Y (13) **N3000** Intelligenza artificiale
- Y (14) **N1530** Economia ed organizzazione aziendale.

Tabella B1

- P0350** Automazione a fluido
- N0370** Automazione industriale
- L0510** Calcolo numerico
- N0850** Controllo dei processi
- B1250** Dinamica del volo
- G1360** Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
- M1380** Disegno assistito dal calcolatore
- M1490** Economia dell'impresa
- F1590** Elaborazione numerica dei segnali
- L1760** Elettronica di potenza
- L1770** Elettronica industriale di potenza
- R1994** Fisica delle superfici (r)
- L2150** Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
- M2460** Gestione industriale della qualità
- N2942** Ingegneria del software II
- L3050** Istituzioni di meccanica quantistica
- H3130** Macchine elettriche
- H3204** Meccanica analitica (r)
- B3300** Meccanica del volo
- M3500** Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
- H3660** Misure elettriche
- L3670** Misure elettroniche
- N3800** Modellistica e identificazione
- E3880** Ottica
- D3910** Pianificazione dei trasporti
- D4180** Progettazione dei sistemi di trasporto
- N4522** Reti di calcolatori II
- N4580** Robotica industriale
- E4590** Scienza dei materiali
- H4600** Scienza delle costruzioni
- L4700** Sensori e trasduttori
- N4850** Sistemi di commutazione
- L4901** Sistemi di radiocomunicazione I
- N5050** Sistemi per la progettazione automatica
- L5240** Strumentazione biomedica
- L5260** Strumentazione e misure elettroniche
- L5404** Superconduttività (r)
- H5450** Tecnica della sicurezza elettrica
- D5490** Tecnica ed economia dei trasporti
- L5690** Tecnologie e materiali per l'elettronica
- L5770** Teoria dei circuiti elettronici
- F6040** Trasmissione numerica.

Orientamento Ingegneria del software

Mira ad approfondire le problematiche relative al progetto di sistemi software di notevoli dimensioni, con particolare riferimento all'Ingegneria del Software, allo svi-

Gli insegnamenti caratterizzanti sono i seguenti:

N5010	Sistemi Informativi
N1531	Economia ed organizzazione aziendale I <i>al posto di</i> N1530 Economia ed organizzazione aziendale
N1532	Economia ed organizzazione aziendale II
N1510	Economia e gestione dell'innovazione

Gli insegnamenti "Y(i)" della tabella 1 sono i seguenti:

Y (1)	N0841	Controlli automatici (gen)
Y (2)	N1531	Economia ed organizzazione aziendale I
Y (3)	N4550	Ricerca operativa
Y (4)		<i>Scelto nella sottostante Tabella B1</i>
Y (6)	N0801	Comunicazioni elettriche (gen)
Y (7)	N5812	Teoria dei sistemi (discreti)
Y (8)	N1532	Economia ed organizzazione aziendale II
Y (10)	N2941	Ingegneria del software I
Y (11)	N5010	Sistemi informativi
Y (12)	N1510	Economia e gestione dell'innovazione
Y (13)	N0410	Basi di dati
Y (14)	N4521	Reti di calcolatori I.

Tabella B1

P0350	Automazione a fluido
N0370	Automazione industriale
L0510	Calcolo numerico
N0850	Controllo dei processi
B1250	Dinamica del volo
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
M1380	Disegno assistito dal computer
M1490	Economia dell'impresa
F1590	Elaborazione numerica dei segnali
L1760	Elettronica di potenza
L1770	Elettronica industriale di potenza
R1994	Fisica delle superfici (r)
L2150	Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
M2460	Gestione industriale della qualità
N2850	Informatica grafica
N2942	Ingegneria del software II
L3050	Istituzioni di meccanica quantistica
H3130	Macchine elettriche
H3204	Meccanica analitica (r)
B3300	Meccanica del volo
M3500	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
N3800	Modellistica e identificazione
E3880	Ottica
D3910	Pianificazione dei trasporti
D4180	Progettazione dei sistemi di trasporto
N4580	Robotica industriale
E4590	Scienza dei materiali
H4600	Scienza delle costruzioni
L4700	Sensori e trasduttori
N4850	Sistemi di commutazione
L4901	Sistemi di radiocomunicazione I
N5050	Sistemi per la progettazione automatica
L5240	Strumentazione biomedica
L5404	Superconduttività (r)
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti
L5690	Tecnologie e materiali per l'elettronica
L5770	Teoria dei circuiti elettronici
F6040	Trasmissione numerica.

Indirizzo Automatica e sistemi di automazione industriale

Lo schema generale degli insegnamenti è il seguente:

Tabella 2: Automatica e sistemi di automazione industriale

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 (r) N0234 Analisi Matematica III (r) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r) N5954 Termodinamica Applicata (r) <i>oppure</i> N5004 Sistemi Energetici (r)
3	N1711 Elettronica Applicata I N5811 Teoria dei Sistemi (continui) N0460 Calcolatori Elettronici	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N0842 Controlli Automatici (spec)
4	N1712 Elettronica Applicata II N4550 Ricerca Operativa Y (1)	N3460 Metodi di Ottimizzazione nei Sistemi di Controllo N5812 Teoria dei Sistemi (discreti) Y (2)
5	Y (3) Y (5) Y (7)	N1530 Economia ed Organizzazione Aziendale Y (4) Y (6)

(I successivi paragrafi relativi agli Orientamenti chiariranno il diverso valore da attribuire, caso per caso, alle posizioni contrassegnate con Y(n)).

L'indirizzo è articolato nei seguenti orientamenti:

- Automazione della produzione
- Controllo dei processi
- Informatica per l'automazione

Orientamento Automazione della produzione

Mira a fornire le metodologie e le tecniche necessarie per la progettazione e la gestione di sistemi di automazione complessi. Particolare enfasi viene data alla modellistica, al controllo ed alla gestione di sistemi di produzione o di servizio ed alle componenti più complesse di tali sistemi.

- Y (1) N3800 Modellistica e identificazione
 Y (2) N0390 Azionamenti elettrici per l'automazione
 Y (3) N0370 Automazione industriale
 Y (4) Scelto nella Tabella C2 tra quelli non ancora inseriti
 Y (5) N4580 Robotica industriale
 Y (6) Scelto nella Tabella C2 tra quelli non ancora inseriti
 Y (7) Scelto nella Tabella C1 tra quelli non ancora inseriti

Orientamento Controllo dei processi

Mira a fornire le metodologie e le tecniche necessarie per la progettazione e la gestione di sistemi di controllo inseriti in processi di produzione. Particolare enfasi viene data alle metodologie di controllo digitale e alla caratterizzazione di sistemi di attuazione per il controllo.

Indirizzo Automatica e sistemi di automazione industriale

Lo schema generale degli insegnamenti è il seguente:

Tabella 2: Automatica e sistemi di automazione industriale

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 (r) N0234 Analisi Matematica III (r) N1790 Elettrotecnica N3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r) N5954 Termodinamica Applicata (r) <i>oppure</i> N5004 Sistemi Energetici (r)
3	N1711 Elettronica Applicata I N5811 Teoria dei Sistemi (continui) N0460 Calcolatori Elettronici	N0800 Comunicazioni Elettriche N4540 Reti Logiche N0842 Controlli Automatici (spec)
4	N1712 Elettronica Applicata II N4550 Ricerca Operativa Y (1)	N3460 Metodi di Ottimizzazione nei Sistemi di Controllo N5812 Teoria dei Sistemi (discreti) Y (2)
5	Y (3) Y (5) Y (7)	N1530 Economia ed Organizzazione Aziendale Y (4) Y (6)

(I successivi paragrafi relativi agli Orientamenti chiariranno il diverso valore da attribuire, caso per caso, alle posizioni contrassegnate con Y(n)).

L'indirizzo è articolato nei seguenti orientamenti:

- Automazione della produzione
- Controllo dei processi
- Informatica per l'automazione

Orientamento Automazione della produzione

Mira a fornire le metodologie e le tecniche necessarie per la progettazione e la gestione di sistemi di automazione complessi. Particolare enfasi viene data alla modellistica, al controllo ed alla gestione di sistemi di produzione o di servizio ed alle componenti più complesse di tali sistemi.

- Y (1) N3800 Modellistica e identificazione
 Y (2) N0390 Azionamenti elettrici per l'automazione
 Y (3) N0370 Automazione industriale
 Y (4) Scelto nella Tabella C2 tra quelli non ancora inseriti
 Y (5) N4580 Robotica industriale
 Y (6) Scelto nella Tabella C2 tra quelli non ancora inseriti
 Y (7) Scelto nella Tabella C1 tra quelli non ancora inseriti

Orientamento Controllo dei processi

Mira a fornire le metodologie e le tecniche necessarie per la progettazione e la gestione di sistemi di controllo inseriti in processi di produzione. Particolare enfasi viene data alle metodologie di controllo digitale e alla caratterizzazione di sistemi di attuazione per il controllo.

Y (1)	N3800	Modellistica e identificazione
Y (2)	N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale
Y (3)	N0850	Controllo dei processi
Y (4)	N0870	Controllo digitale
Y (5)		<i>Scelto nella tabella C1 tra quelli non ancora inseriti</i>
Y (6)		<i>Scelto nella tabella C2 tra quelli non ancora inseriti</i>
Y (7)		<i>Scelto nella tabella C1 tra quelli non ancora inseriti</i>

Orientamento Informatica per l'automazione

Mira a fornire una preparazione volta all'integrazione delle competenze automatizzate ed informatiche.

Y (1)	N5030	Sistemi operativi
Y (2)	N4521	Reti di calcolatori I
Y (3)	N3800	Modellistica e identificazione
Y (4)		<i>Scelto nella tabella C1 tra quelli non ancora inseriti</i>
Y (5)	N0370	Automazione industriale
Y (6)		<i>Scelto nella tabella C2 tra quelli non ancora inseriti</i>
Y (7)		<i>Scelto nella tabella C1 tra quelli non ancora inseriti</i>

Tabella C1

P0350	Automazione a fluido
N0370	Automazione industriale
C0694	Chimica organica (r)
N0850	Controllo dei processi
B1250	Dinamica del volo
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico ingegneristiche
M1380	Disegno assistito dal calcolatore
M1490	Economia dell'impresa
F1590	Elaborazione numerica dei segnali
L1760	Elettronica di potenza
L2150	Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
M2460	Gestione industriale della qualità
B2570	Impianti aeronautici
H2702	Impianti elettrici II
N2850	Informatica grafica
N2942	Ingegneria del software II
L3130	Macchine elettriche
P3280	Meccanica dei robot
B3300	Meccanica del volo
M3500	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
H3660	Misure elettriche
E3880	Ottica
D3910	Pianificazione dei trasporti
D4180	Progettazione dei sistemi di trasporto
N4522	Reti di calcolatori II
F4531	Reti di telecomunicazioni I
N4580	Robotica industriale
E4590	Scienza dei materiali
H4600	Scienza delle costruzioni
L4700	Sensori e trasduttori
N4850	Sistemi di commutazione
N5030	Sistemi operativi
N5050	Sistemi per la progettazione automatica
G5200	Storia dell'architettura
G5210	Storia dell'architettura e dell'urbanistica
L5260	Strumentazione e misure elettroniche
L5404	Superconduttività (r)
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti
L5690	Tecnologia e materiali per l'elettronica
B5930	Teoria matematica dei controlli
F6040	Trasmissione numerica

Tabella C2

L0220	Analisi funzionale
H0380	Azionamenti elettrici
N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione
N0410	Basi di dati
N0802	Comunicazioni elettriche (spec)
N0870	Controllo digitale
B1260	Dinamica del volo spaziale
L1441	Dispositivi elettronici I
M1560	Economia politica
L6120	Elettronica delle microonde
D1870	Esercizio dei sistemi di trasporto
F1940	Fisica dei laser
L2000	Fisica dello stato solido
B2220	Gasdinamica
H2701	Impianti elettrici I
M2720	Impianti industriali
N2941	Ingegneria del software I
N3000	Intelligenza artificiale
M3030	Istituzioni di diritto pubblico e privato
N3070	Linguaggi e traduttori
L3200	Meccanica analitica
L3620	Misure a iperfrequenze
N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale
L3870	Optoelettronica
L8720	Ottimizzazione (<i>attivato a partire dall'A.A. 96/97</i>)
N4521	Reti di calcolatori I
C4630	Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
E4680	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
M4840	Sistemi di analisi finanziaria
N4882	Sistemi di elaborazione II
N5010	Sistemi informativi
L4920	Sistemi di telecomunicazioni
M5157	Statistica aziendale/Marketing industriale
B5230	Strumentazione aeronautica
R5740	Telerilevamento
D5880	Teoria e tecnica della circolazione.

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI

Profilo professionale

Il corso di laurea in *Ingegneria delle telecomunicazioni* si propone quale obiettivo la formazione professionale di personale che opererà nel settore della produzione e gestione di beni e di servizi riguardanti il trasferimento a distanza di informazioni, generalmente sotto forma di segnali elettrici. Di conseguenza il corso si rivolge specificamente a coloro che opereranno professionalmente:

- nella progettazione e realizzazione, nonché nell'esercizio di apparati e di sistemi per le telecomunicazioni, sia di tipo tradizionale sia di tipo telematico, volti cioè alla realizzazione di colloquio uomo-macchina o macchina-macchina;
- nella progettazione e realizzazione di apparati e sistemi per l'elaborazione numerica dei segnali (codifiche, filtri, compressioni, espansioni, oppure estrazione di informazioni contenute nei segnali stessi);
- nella progettazione e realizzazione di apparati e di sistemi per il rilevamento e il riconoscimento per via elettromagnetica, finalizzati alla localizzazione di oggetti (fissi o in movimento), all'acquisizione di dati meteorologici, al controllo del traffico terrestre, aereo e navale, ecc.

Le caratteristiche tecnico-professionali dell'area descritta si sono venute delineando in modo sempre più preciso negli ultimi vent'anni, distinguendosi da altre figure professionali nel medesimo 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 le telecomunicazioni e il telerilevamento, nonché le tecniche di trattamento dell'informazione.

Il profilo professionale dell'ingegnere delle comunicazioni si forma con il concorso di conoscenze riguardanti in egual misura le tecnologie dei componenti elettronici e ottici, l'*hardware* degli apparati, gli aspetti *software*, le metodologie di studio, progettazione e gestione di sistemi complessi.

La specifica caratterizzazione della laurea in *Ingegneria delle telecomunicazioni* proposta dalla Facoltà di ingegneria del Politecnico di Torino insiste tuttavia in modo particolare da un lato sugli aspetti metodologici e sistemici dei problemi di trasmissione, di rete e di trattamento numerico dei segnali, e dall'altro sullo studio approfondito dei canali di comunicazione, siano essi basati sulla propagazione elettromagnetica libera o guidata, a frequenze radio od ottiche. Ciò traspare dall'elenco dei corsi obbligatori e dai relativi contenuti, illustrati nei paragrafi successivi. La possibilità di approfondire aspetti più specificatamente tecnologici viene offerta agli studenti tramite l'ampia rosa di materie da inserire a completamento del *curriculum* degli studi.

Insegnamenti obbligatori

La scelta proposta per gli insegnamenti obbligatori, globalmente considerati (stabiliti in sede nazionale 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: *Meccanica applicata alle macchine, Sistemi energetici e 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;
- *Controlli automatici*, destinato a fornire una preparazione prevalentemente a livello informativo nel settore dell'automazione e dei controlli;
- *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 quello di *Comunicazioni elettriche*, nel quale vengono impartite le nozioni fondamentali sulle tecniche di modulazione e trasmissione (sia analogiche sia numeriche), sulla teoria dell'informazione e sui codici nonché sulle problematiche fondamentali delle reti di telecomunicazioni.

Seguono tre corsi destinati alla preparazione professionale specifica nei tre settori fondamentali delle telecomunicazioni, la trasmissione (corso di *Trasmissione numerica*), le reti (corso di *Reti di telecomunicazione*) 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*, ed 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 specificamente *hardware*, si prevede un corso di base di *Teoria dei circuiti*, seguito da *Elettronica applicata*, e quindi da *Mi-*

croelettronica, 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 su sistemi di trasmissione e telemisure*) specificamente orientato agli apparati e ai sistemi di telecomunicazioni.

Il quadro didattico di insegnamenti obbligatori sopra delineato vincola rigidamente 21,5 annualità in aggiunta: 2 annualità sono a scelta fra tre corsi e mezza 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 nella tabella seguente. Esso è valido per tutti gli studenti che nel 1994/95 frequentano i primi quattro anni e, limitatamente alle materie al 5° anno, per quelli che nel 1994/95 si iscrivono regolari al 5° anno (non essendo mai stati fuori corso negli anni precedenti).

Tutti gli studenti che non rientrano nelle categorie precedenti devono presentare un piano di studi individuale.

Corso di laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni

<i>Anno</i>	<i>1° Periodo didattico</i>	<i>2° Periodo didattico</i>
1	F0231 Analisi Matematica I F0620 Chimica	F2300 Geometria F1901 Fisica I F2170 Fondamenti di Informatica
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 F5760 Teoria dei Circuiti
3	F5801 Teoria dei Segnali I F0531 Campi Elettromagnetici I F1710 Elettronica applicata	F0800 Comunicazioni elettriche F0532 Campi Elettromagnetici II F5012 Sistemi Informativi II
4	F3560 Microelettronica Z (1) Z (2)	F0840 Controlli Automatici F3214 Meccanica Applicata alle Macchine (r) F5954 Termodinamica Applicata (r) oppure F5004 Sistemi Energetici (r) Y (1)
5	Y (2) Y (3) Y (4)	F3700 Misure su Sistemi di Trasmissione e Telemisure F3040 Istituzioni di Economia Y (5)

(r) Corso ridotto.

Y (1), Y (2), Y (3), Y (4), Y (5) corsi di orientamento.

Orientamenti

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

Gli orientamenti sono individuati da due gruppi di materie.

- Due annualità obbligatorie indicate nei quadri didattici come Z (1) e Z (2) da scegliere tra le materie:
 - **F6040** Trasmissione numerica
 - **F4531** Reti di telecomunicazioni I
 - **F1590** Elaborazione numerica dei segnali

Per ogni singolo orientamento è indicato come operare la scelta tra le due materie.

- Tre o quattro annualità aggiuntive, che, facendo riferimento allo schema di curriculum precedentemente illustrato, rappresentano scelte particolari delle annualità ivi indicate con Y (1), Y (2), Y (3), Y (4), Y (5).

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 degli altri orientamenti e dei corsi appartenenti alla Tabella A.

Orientamento *Trasmisione*

Z (1)	1	F6040	Trasmisione numerica	
Z (2)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	<i>oppure</i>
	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Y (1)	2		Insegnamento a scelta	
Y (2)	1	F0770	Componenti e circuiti ottici	
Y (3)	1	F4920	Sistemi di telecomunicazione	
Y (4)	1		Insegnamento a scelta	
Y (5)	2	F5870	Teoria dell'informazione e codici	

Orientamento *Radiocomunicazioni*

Z (1)	1	F6040	Trasmisione numerica	
Z (2)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	<i>oppure</i>
	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Y (1)	2	F4360	Propagazione	
Y (2)	1	F0270	Antenne	
Y (3)	1	F4901	Sistemi di radiocomunicazione I	
Y (4)	1		Insegnamento a scelta	
Y (5)	2	F0760	Compatibilità elettromagnetica	

Orientamento *Comunicazioni via satellite e a microonde*

Z (1)	1	F6040	Trasmisione numerica	
Z (2)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	<i>oppure</i>
	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Y (1)	2		Insegnamento a scelta	
Y (2)	1	F0270	Antenne	
Y (3)	1	F3570	Microonde	
Y (4)	1	F4920	Sistemi di telecomunicazione	
Y (5)	2	F4360	Propagazione	

Orientamento *Comunicazioni ottiche*

Z (1)	1	F6040	Trasmisione numerica	
Z (2)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	
Y (1)	2		Insegnamento a scelta	
Y (2)	1	F0770	Componenti e circuiti ottici	
Y (3)	1	F3050	Istituzioni di meccanica quantistica	
Y (4)	1	F4850	Sistemi di commutazione	
Y (5)	2	F1940	Fisica dei laser	

Orientamento *Telematica*

Z (1)	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Z (2)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	
Y (1)	2	F4532	Reti di telecomunicazioni II	
Y (2)	1	F4850	Sistemi di commutazione	
Y (3)	1		Insegnamento a scelta	
Y (4)	1		Insegnamento a scelta	
Y (5)	2	F0410	Basi di dati	

Orientamento **Apparati per telecomunicazioni**

Z (1)	1	F6040	Trasmissione numerica	
Z (2)	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Y (1)	2	F1740	Elettronica delle telecomunicazioni	
Y (2)	1	F3570	Microonde	
Y (3)	1		Insegnamento a scelta	
Y (4)	1		Insegnamento a scelta	
Y (5)	2	F0030	Acustica applicata	<i>oppure</i>
	2	F2560	Illuminotecnica	

Orientamento **Telerilevamento**

Z (1)	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Z (2)	1	F6040	Trasmissione numerica	<i>oppure</i>
	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	
Y (1)	2	F5802	Teoria dei segnali II	
Y (2)	1	F5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	
Y (3)	1	F3570	Microonde	
Y (4)	1	F4920	Sistemi di telecomunicazione	
Y (5)	2		Insegnamento a scelta	

Orientamento **Software per telecomunicazioni**

Z (1)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	
Z (2)	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	<i>oppure</i>
	1	F6040	Trasmissione numerica	
Y (1)	2	F3070	Linguaggi e traduttori	
Y (2)	1	F4850	Sistemi di commutazione	
Y (3)	1		Insegnamento a scelta	
Y (4)	1		Insegnamento a scelta	
Y (5)	2	F2940	Ingegneria del software	

Orientamento **Gestionale**

Z (1)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	<i>oppure</i>
	1	F6040	Trasmissione numerica	<i>oppure</i>
	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Z (2)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	<i>oppure</i>
	1	F6040	Trasmissione numerica	<i>oppure</i>
	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Y (1)	2		Insegnamento a scelta	
Y (2)	1	F1530	Economia e organizzazione aziendale	
Y (3)	1	F4550	Ricerca operativa	
Y (4)	1		Insegnamento a scelta	
Y (5)	2	F4840	Sistemi di analisi finanziaria	<i>oppure</i>
	2	F8720	Ottimizzazione (attivato a partire dall'A.A. 96/97)	

Orientamento **Elaborazione dei segnali**

Z (1)	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	
Z (2)	1	F6040	Trasmissione numerica	
Y (1)	2	F5802	Teoria dei segnali II	
Y (2)	1	F5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	
Y (3)	1		Insegnamento a scelta	
Y (4)	1		Insegnamento a scelta	
Y (5)	2	F5870	Teoria dell'informazione e codici	

Orientamento **Reti di telecomunicazioni**

Z (1)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I	
Z (2)	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali	<i>oppure</i>
		F6040	Trasmissione numerica	
Y (1)	2	F4532	Reti di telecomunicazioni II	
Y (2)	1	F4850	Sistemi di commutazione	
Y (3)	1		Insegnamento a scelta	
Y (4)	1	F4920	Sistemi di telecomunicazione	
Y (5)	2		Insegnamento a scelta	

Orientamento Comunicazioni con mezzi mobili

Z (1)	1	F6040	Trasmissione numerica
Z (2)	1	F1590	Elaborazione numerica dei segnali <i>oppure</i>
Y (1)	2	F4360	Propagazione
Y (2)	1	F4531	Reti di telecomunicazioni I
Y (3)	1	F4920	Sistemi di telecomunicazione
Y (4)	1		Insegnamento a scelta
Y (5)	2	F4902	Sistemi di radiocomunicazione II

Nota

Rispetto all'A.A. 1994/95 sono variate alcune materie all'interno degli orientamenti.

Gli studenti iscritti al 4° anno nell'A.A. 94/95 che non varieranno il loro piano di studi, dovranno seguire per gli anni a venire quanto deciso nel 1994/95. (Esempio: se la materia prevista per il 5° anno è variata, lo studente dovrà comunque seguire quella a suo tempo scelta).

Coloro che invece volessero variare il loro piano di studi, sono tenuti a presentare un piano di studi individuale.

Tabella A

1	B0050	Aerodinamica
1	L0300	Architettura dei sistemi integrati
1	L0350	Automazione a fluido
1	N0370	Automazione industriale
2	H0380	Azionamenti elettrici
2	P0450	Biomeccanica
2	H0870	Controllo digitale
1	B1250	Dinamica del volo
2	B1260	Dinamica del volo spaziale
2	P1430	Disegno tecnico industriale
2	L1441	Dispositivi elettronici I
1	R1460	Economia applicata all'ingegneria
2	M1560	Economia politica
2	L1730	Elettronica dei sistemi digitali
1	L1760	Elettronica di potenza
1	H1770	Elettronica industriale di potenza
2	R2010	Fisica dell'atmosfera
2	L2000	Fisica dello stato solido
1	Q2030	Fisica matematica
2	R2090	Fluidodinamica ambientale
1	L2150	Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
1	R2190	Fotogrammetria
2	R2240	Geofisica applicata
2	R2245	Geofisica applicata/Rilevamento geologico-tecnico (i)
1	B2570	Impianti aeronautici
1	N2630	Impianti di elaborazione
2	H2701	Impianti elettrici I
2	M2720	Impianti industriali
2	M3030	Istituzioni di diritto pubblico e privato
2	H3110	Macchine
1	H3204	Meccanica analitica (r)
1	B3300	Meccanica del volo
1	Q3390	Meccanica statistica
2	L3620	Misure a iperfrequenze
2	H3660	Misure elettriche
2	H3640	Misure e collaudo di macchine e impianti elettrici
2	N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale
2	H3740	Modelli per il supporto alle decisioni
1	H3770	Modelli per l'organizzazione e la gestione di sistemi
1	R3790	Modellistica e controllo dei sistemi ambientali
1	L3800	Modellistica e identificazione
2	L3870	Optoelettronica
1	M4090	Produzione assistita da calcolatore
2	M4350	Programmazione e controllo della produzione meccanica
1	L4540	Reti logiche

1	L4550	Ricerca operativa
1	N4580	Robotica industriale
1	H4600	Scienza delle costruzioni
1	N5030	Sistemi operativi
1	N5050	Sistemi per la progettazione automatica
2	B5230	Strumentazione aeronautica
2	L5260	Strumentazione e misure elettroniche
1	Q5404	Superconduttività (r)
2	H5500	Tecnica ed economia dell'energia elettrica
1	H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
1	L5690	Tecnologie e materiali per l'elettronica
2	D6020	Topografia
1	P6030	Trasmissione del calore

ELENCO GENERALE DEI CORSI

ACUSTICA APPLICATA

- Codice: F0030
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica II
 - Teoria dei circuiti
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Alfredo Sacchi**, Dip. di Energetica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa**Modalità di contatto con il docente**

- A. Sacchi: Dip. di Energetica, Tel. 564.4422/4497

4. Introduzione alla teoria spettrale: (6 ore)
 - Definizioni ed esempi. Il caso degli operatori limitati: compattezza dello spettro, analiticità del risolvete, sviluppo in serie del risolvete, raggio spettrale. Funzioni di operatori; teorema spettrale per operatori limitati
5. Misura e integrale di Lebesgue. Spazi L_p : (6 ore)
 - Misura di Lebesgue in \mathbb{R} . Nozione astratta di misura. Funzioni misurabili di variabile reale, a valori reali estesi; teoremi di Egorov e di Lusin. Integrale di Lebesgue di una funzione limitata su un intervallo limitato e confronto con l'integrale di Riemann. Integrale di Lebesgue nel caso generale. Teoremi di passaggio al limite sotto segno di integrale. Spazi L_p
6. Spazi di Hilbert e serie di Fourier: (6 ore)
 - Prodotti scalari. Spazi di Hilbert. Il teorema delle proiezioni. Sistemi ortonormali completi. Identità di Parseval e serie di Fourier astratte. Polinomi ortogonali (Legendre, Hermite, Laguerre)
7. Spazi di Hilbert e applicazioni alle equazioni differenziali: (6 ore)
 - Duale di uno spazio di Hilbert e teorema di Riesz-Frechet. Il lemma di Lax-Milgram. Applicazioni alle equazioni ellittiche lineari (formulazione variazionale) e minimizzazione di funzionali del calcolo delle variazioni di tipo quadratico
8. Operatori compatti: (12 ore)
 - Definizioni, esempi, prime proprietà. La teoria di Riesz-Fredholm. Spettro di un operatore compatto. Decomposizione spettrale degli operatori compatti autoaggiunti in spazi di Hilbert. Applicazioni all'equazione di Helmholtz ed ai sistemi di Sturm-Liouville
9. Operatori non limitati: (4 ore)
 - Operatori non limitati e operatori chiusi. Definizioni, esempi, cenni di teoria spettrale. Esempi di operatori non limitati in meccanica quantistica

Testi di riferimento

1. Verranno fornite dispense sugli argomenti del programma durante il corso
2. H. Brezis, "Analisi funzionale", Liguori, Napoli, 1986
3. V. Hutson - J. S. Pym, "Applications of functional analysis and operator theory", Academic Press, London, 1980
4. E. Kreyszig, "Introductory functional analysis with applications", Wiley, New York, 1978
5. N. Young, "An introduction to Hilbert space", Cambridge University Press, Cambridge, 1988

Testi ausiliari

1. W. Rudin, "Functional analysis"
2. N. Dunford - J. Schwartz, "Linear operators"
3. M. Reed - B. Simon, "Functional analysis"
4. H. Bremermann, Distributions, "Complex variables and Fourier transforms"
5. B. Friedmann, "Principles and techniques of applied mathematics"
6. A. Pipkin, "A course in integral equations"
7. H. Royden, "Real analysis"

Modalità d'esame

L'esame consiste in un colloquio orale sugli argomenti del corso.

Modalità di contatto con il docente

- V. Chiadò Piat: Dip. di Matematica, Tel. 564.7541, Fax. 564.7599, Email: vchiado@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Consultare la bacheca presso il Dip. di Matematica

ANALISI MATEMATICA I

- Codice: L0231 - N0231 - F0231
- Collocazione: Anno: I Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
- Docente:
 - (I corso) Prof.ssa **Anita Tabacco**, Dip. di Matematica
 - (II corso) Prof. **Fulvio Ricci**, Dip. di Matematica
 - (III corso) Prof. **Renato Ascoli**, Dip. di Matematica

Presentazione del corso

Il corso si propone di introdurre innanzitutto al linguaggio e al ragionamento matematico, fornendo, insieme alle basi dell'analisi delle funzioni reali di variabile reale (teoremi sulle funzioni continue e calcolo differenziale e integrale) una metodologia di lavoro che, partendo da una comprensione critica degli strumenti acquisiti, conduca, (attraverso riferimenti a problemi della Fisica e dell'Ingegneria) alla loro applicazione alle successive discipline tecnologiche.

Requisiti

Sono richiesti i concetti fondamentali di algebra, di geometria elementare, di trigonometria e di calcolo dei logaritmi della scuola secondaria superiore.

Programma delle lezioni

1. Introduzione al linguaggio matematico. Inquadramento insiemistico di relazioni e funzioni. Numeri cardinali. Principio di induzione. Concetti di calcolo combinatorio. Insiemi numerici, in particolare numeri reali. Proprietà qualitative delle funzioni reali di variabile reale (12 ore)
2. Continuità in un punto e teoremi sulle funzioni continue; limiti e teoremi sui limiti; limiti di funzioni monotone. Confronto tra funzioni; infiniti e infinitesimi. Asintoti rettilinei. (16 ore)
3. Successioni; Teorema di Bolzano-Weierstrass; funzione esponenziale (6 ore)
4. Proprietà globali delle funzioni continue: teorema degli zeri e applicazioni; continuità della funzione inversa. Teorema di Weierstrass; continuità uniforme (6 ore)
5. Derivata e differenziale; regole di derivazione; applicazioni allo studio della monotonìa e degli estremi (6 ore)
6. Teoremi di Rolle e Lagrange, con applicazioni. Polinomi di Taylor: teoremi sul resto e applicazioni. Calcolo di polinomi di Taylor. Applicazione allo studio della convessità in un punto e dei flessi. Concetti sulla convessità su un intervallo (12 ore)
7. Primitive (integrale indefinito) per funzioni continue a tratti. Regole di integrazione (6 ore)

8. Integrale definito (di Riemann); classi di funzioni integrabili; media integrale; proprietà algebriche e disequazioni relative all'integrale definito. Funzione integrale: proprietà e teorema fondamentale del calcolo integrale (6 ore)
9. Integrali impropri e criteri di convergenza (6 ore)
10. Equazioni differenziali a variabili separabili, equazioni differenziali lineari del primo e secondo ordine (4 ore)

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni seguiranno gli argomenti delle lezioni e potranno essere di due tipi: o svolte alla lavagna dal personale docente, o svolte ai rispettivi tavoli dagli allievi.

Testi di riferimento

1. A. Bacciotti e F. Ricci, "Analisi Matematica I", Liguori (I e II corso)
2. C.D.Pagani e S.Salsa, "Analisi Matematica", Volume I, Masson (III corso)

Testi ausiliari

1. P. Boieri e G. Chiti, "Precorso di Matematica", Zanichelli Editore
2. A. Tabacco e D. Giublesi, "Temi svolti di Analisi Matematica I", Levrotto&Bella, Torino

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale. Il superamento della prova scritta è condizione necessaria per accedere alla prova orale. Per sostenere la prova scritta, gli studenti devono prenotarsi presso la segreteria didattica del Dip.. Maggiori dettagli sulle modalità di svolgimento delle prove saranno forniti all'inizio del corso.

Modalità di contatto con il docente

- R. Ascoli: Dip. di Matematica, Tel. 564.7509
- F. Ricci: Dip. di Matematica, Tel. 564.7506
- A. Tabacco: Dip. di Matematica, Tel. 564.7545
- Orario ricevimento studenti:
 - gli orari di ricevimento saranno concordati con gli studenti all'inizio delle lezioni, tenendo conto dell'orario settimanale

ANALISI MATEMATICA II

- Codice: F0232 - L0232 - N0232
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Analisi matematica I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Andrea Bacciotti**, Dip. di Matematica
 - (II corso) Prof. **Paolo Boieri**, Dip. di Matematica
 - (III corso) Prof.ssa **Valeria Chiadò Piat**, Dip. di Matematica

Presentazione del corso

Il corso si propone di completare la formazione matematica di base dello studente, con particolare riguardo al calcolo differenziale e integrale in più variabili, alla risoluzione delle equazioni e dei sistemi differenziali, e ai metodi di sviluppo in serie.

Requisiti

Geometria.

Programma delle lezioni

1. Calcolo differenziale in più variabili: funzioni di più variabili e topologia dello spazio euclideo n -dimensionale (durata: 8 ore di lezione, 2 di esercitazione); calcolo differenziale per funzioni di più variabili, formula di Taylor, massimi e minimi liberi (durata: 10 ore di lezione, 4 di esercitazione)
2. Calcolo differenziale su curve e superfici, funzioni implicite, massimi e minimi vincolati (durata: 8 ore di lezione, 6 di esercitazione)
3. Calcolo integrale in più variabili: misura degli insiemi, integrali multipli (durata: 8 ore di lezione, 8 di esercitazione)
4. Integrali su curve e superfici, integrali di linea e di flusso, campi vettoriali, Teoremi di Green, Gauss, Stokes (durata: 10 ore di lezione, 4 di esercitazione)
5. Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni; convergenza uniforme (durata: 6 ore di lezione, 2 di esercitazione)
6. Serie numeriche, convergenza assoluta (durata: 6 ore di lezione, 3 di esercitazione)
7. Serie di Taylor e serie potenze (durata: 8 ore di lezione, 3 di esercitazione)
8. Serie di Fourier: convergenza quadratica, puntuale e uniforme (durata: 6 ore di lezione, 3 di esercitazione)
9. Sistemi differenziali: sistemi di equazioni differenziali e problemi di Cauchy (durata: 4 ore di lezione, 1 di esercitazione); equazioni e sistemi lineari a coefficienti costanti (durata: 6 ore di lezione, 4 di esercitazione)

Esercitazioni

Le esercitazioni seguiranno gli argomenti delle lezioni e saranno di due tipi: o svolte alla lavagna dal personale docente, o svolte ai rispettivi tavoli dagli allievi.

Testi di riferimento

1. A. Bacciotti, F. Ricci, "Lezioni di Analisi Matematica 2", Levrotto&Bella, Torino 1991

Testi ausiliari

1. M. Leschiutta, P. Moroni, M.T. Vacca, "Esercizi di Matematica", Levrotto&Bella, Torino, 1977
2. P. Marcellini, C. Sbordone, "Esercitazioni di Matematica", volume secondo, (parte prima e seconda), Liguori, 1991

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale. Il superamento della prova scritta è condizione necessaria per accedere alla prova orale. Per sostenere la prova scritta, gli studenti devono prenotarsi presso la segreteria didattica del Dip.. Maggiori dettagli sulle modalità di svolgimento delle prove saranno forniti all'inizio del corso.

Modalità di contatto con il docente

- A. Bacciotti: Dip. di Matematica, Tel. 564.7548
- P. Boieri: Dip. di Matematica, Tel. 564.7510
- V. Chiadò Piat: Dip. di Matematica, Tel. 564.7541
- Orario ricevimento studenti
 - Gli orari di ricevimento saranno concordati con gli studenti all'inizio delle lezioni, tenendo conto degli orari dei corsi

Testi di riferimento

1. G.Teppati, "*Lezioni di Analisi Matematica III*", Levrotto&Bella, Torino (in corso di stampa)
2. G.Teppati, "*Esercizi svolti di Analisi Matematica III*", (in corso di stampa)

Modalità di contatto con il docente

- G. Teppati: Dip. di Matematica, Tel. 564.7508
- Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 8,30 - 11,30

ANTENNE

- Codice: F0270 - L0270
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici I (ELN)
 - Campi elettromagnetici II (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione ed Esercitazione: 8
 - Laboratorio: 4 (durante tutto il corso)
- Docente: Prof. **Mario Orefice**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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 lezione ed esercitazione. Il corso si svolgerà con 8 ore di lezione settimanali durante le quali saranno anche svolti esercizi; sono inoltre previste 4 ore in laboratorio e visite ad aziende.

Requisiti

È utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (FORTRAN) per lo svolgimento di lavori individuali o di gruppo.

Programma delle lezioni

Il programma qui di seguito indicato, e soprattutto la distribuzione delle ore, ha necessariamente solo valore indicativo, in quanto il corso si deve adattare di lezione in lezione alle esigenze didattiche e del calendario.

1. Concetti fondamentali sull'irradiazione e nozioni generali sulle antenne (4 ore)
2. Irradiazione da antenne ad apertura: (14 ore)
 - Campo vicino e lontano; trattazione di problemi elettromagnetici con metodi quasi ottici; metodi di calcolo del campo diffratto: metodo delle aperture, metodo dell'ottica fisica. Esempi di applicazioni
3. Analisi e progetto di vari tipi di antenne ad apertura: (36 ore)
 - Trombe, paraboloidi, cassegrain, antenna a fascio sagomato, lenti
4. Teoria Geometrica della Diffrazione e sue applicazioni (8 ore)
5. Antenne ad onda progressiva: (2 ore)
 - Antenne "surface wave" e "leaky wave"
6. Antenne a microstriscia (4 ore)
7. Irradiazione da antenne filiformi: (16 ore)
 - 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
8. Schiere di antenne: (12 ore)
 - 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

9. Misure su antenne: (6 ore)

- Guadagno, diagramma di irradiazione. Misure di fase, di polarizzazione e di impedenza. Varie tecniche di misura in campo lontano e in campo vicino

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni vertono sul programma svolto a lezione, e sono integrate con le lezioni.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Misure su antenne

Testi di riferimento

Appunti raccolti sotto forma di dispense

Testi ausiliari

1. Jasik, Johnson, "Antenna engineering handbook", 2nd ed., McGraw Hill, 1984
2. A. Rudge et al., "The handbook of antenna design", 2 vol., Peter Peregrinus, 1983
3. S. Silver, "Microwave antenna theory and design", McGraw Hill, 1949
4. J.D. Kraus, "Antennas", 2nd ed., McGraw Hill, 1988
5. W. Rusch, "Lectures on reflector antennas", CELID, Torino, 1979

Modalità d'esame

L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte:

1. Esame tradizionale:

- Consiste in una prova scritta ed una prova orale che devono essere sostenute nello stesso appello, entrambe le prove vertono sull'intera materia del corso; la prova scritta consiste in un esercizio di progetto o di analisi di una configurazione d'antenna. Durante le prove scritte è possibile consultare qualunque testo. Per accedere alla prova orale è necessario ottenere una valutazione della prova scritta superiore o uguale a 10/30; la valutazione in trentesimi dell'esame consiste nella media dei due voti ottenuti nella prova scritta e nella prova orale. I risultati degli esami di tutti coloro che consegnano la prova scritta vengono registrati, qualunque sia il risultato finale. La prova scritta può essere consegnata non più di una volta per sessione

2. Esame con tesina:

- Consiste nello svolgimento, in sostituzione della prova scritta, di una tesina su un argomento proposto dal docente

Modalità di contatto con il docente

- M. Orefice : Dip. di Elettronica, Tel. 564.4057, Email: orefice@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Verrà concordato all'inizio del corso

ARCHITETTURA DEI SISTEMI INTEGRATI

- Codice: L0300
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione o Laboratorio: 4
- Docente: Prof. **Pierluigi Civera**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso si inquadra nell'ambito di un curriculum di studi di indirizzo circuitale e verte principalmente sullo studio, analisi e progettazione di architetture di sistemi integrati su silicio. Viene data particolare enfasi alla parte metodologica ed allo studio di sistemi da realizzare preferibilmente in forma digitale.

Durante la prima parte del corso si rianalizzano alcuni aspetti tecnologici, elettrici e logici rilevanti sotto l'aspetto della progettazione di sistemi complessi e si illustrano alcune metodologie di progetto.

In seguito si descrivono ed analizzano, come casi di studio, alcune soluzioni architetture significative, a partire da semplici architetture di microcontrollori fino a soluzioni speciali per sistemi complessi di elaborazione e trattamento dei dati.

Requisiti

Il corso verte su aspetti di progettazione integrata di sistemi pertanto è requisito utile l'aver seguito o il corso di *Elettronica dei sistemi digitali*, o preferibilmente il corso di *Microelettronica*.

Programma delle lezioni

1. Considerazioni generali ed aspetti metodologici, definizione dei possibili parametri di misura, metodi base di analisi, sintesi e valutazione.
2. Analisi dei requisiti, decomposizione su più livelli funzionali, descrizione del comportamento, mappe di transizione tra gli stati. Tecniche di ripartizione e di scheduling, generazione di sotto-specifiche funzionali e di interfaccia, criteri di scelta e mappatura tecnologica con elementi base.
3. Analisi e caratterizzazione degli elementi base per la progettazione a livello architetture. Sono ripresi e descritti i blocchi funzionali combinatori, di memoria, sequenziali ed i blocchi di interfaccia. Catalogazione degli elementi base secondo parametri di sistema.
4. Valutazione delle problematiche relative alle sezioni di interfaccia, alle interconnessioni in genere, alla distribuzione delle alimentazioni ed alla distribuzione dei segnali di cadenza (clock) e di evento.
5. Macchine a stati finiti singole, multiple, cooperanti. Microsequenziatori, controllori microprogrammati. Architetture di data-path e di unità di controllo.
6. Tecniche di descrizione data-flow e control-flow. Regimi di funzionamento e protocolli di passaggio dati (sincroni ed asincroni), aree a comune regime temporale

le. Tecniche di parallelizzazione e di scalamento temporale (pipeline) delle operazioni.

7. Strutture regolari (memorie), strutture programmabili/configurabili. Architetture interne di processori (microcontrollori, processori CISC e RISC e VLIW, scalari, vettoriali), architetture specifiche per un dato dominio di applicazioni (digital signal processor, filtri numerici, controllori di periferiche, codificatori e decodificatori,...).

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni in aula vertono sulla applicazione dei concetti visti durante le lezioni, in particolare sono svolti esercizi di analisi, valutazione e progetto relative alle principali parti di sistema.

1. Analisi dei requisiti e generazione delle sottospecifiche.
2. Caratterizzazione di una tecnologia digitale.
3. Estrazione dei parametri di alcuni blocchi base.
4. Valutazione dei ritardi e dell'integrità dei segnali nelle interconnessioni.
5. Simulazioni di sottosistemi combinatori e sequenziali.
6. Macchine astratte e definizione del set di istruzioni.
7. Definizione di microarchitetture e valutazione delle prestazioni.
8. Progetto finale (tema variato di anno in anno, da svolgere a gruppi, facoltativo).

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Le esercitazioni di laboratorio sono suddivise in due fasi:

1. La prima fase consiste nell'impiego di simulatori per l'analisi e la caratterizzazione dei problemi di impatto sulla architettura di sistema.
2. La seconda fase consiste nell'uso di strumenti CAD (basati in particolare sul linguaggio VHDL) per la progettazione di circuiti integrati; questa fase si prolunga facoltativamente con l'uso di tali strumenti per lo svolgimento di un progetto finale.

Testi di riferimento

Il corso non dispone di un testo specifico di riferimento. Durante lo svolgimento dei vari moduli verranno indicati testi ed articoli di riferimento.

Testi ausiliari

1. N.H.E. Weste, K. Eshraghian, "*Principles of CMOS VLSI Design: A system perspective*", Second Edition, Addison Wesley Publishing Company, 1992
2. J.H. Hennessy, D.A. Patterson, "*Computer Architecture: A Quantitative Approach*", Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Mateo CA, 1990

Altri testi di consultazione saranno indicati durante il corso.

Modalità d'esame

Esame orale, con valutazione dell'eventuale lavoro di progetto (svolgimento facoltativo).

Modalità di contatto con il docente

- P. Civera: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4080, Email: civera@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Due ore settimanali con orario da definire

AUTOMAZIONE A FLUIDO

- Codice: P0350
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Guido Belforte**, Dip. di Meccanica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa**Modalità di contatto con il docente**

- G. Belforte: Dip. di Meccanica, Tel. 564.6926

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

- Codice: L0370 - N0370
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 10
- Docente: Prof. **Francesco Donati**, Dip. di Automatica ed Informatica

Presentazione del corso

Il corso intende avviare l'allievo alla progettazione di sistemi per l'automazione industriale. Vengono quindi analizzate le fasi progettative dalla specifica dei requisiti, all'analisi di fattibilità, allo sviluppo della concezione di sistema, alla progettazione ed al collaudo. Particolare attenzione viene data alla progettazione della logica di controllo.

Requisiti

Il corso presuppone le conoscenze di base necessarie alla definizione dei modelli matematici di sistemi fisici e di impianti impiegati nell'industria.

Si presuppone pure un'adeguata conoscenza dei metodi di analisi e trattamento dei segnali, ivi compresi quelli aleatori.

Programma delle lezioni

1. La modellizzazione matematica come strumento base della conoscenza
 - I modelli matematici
 - Criteri e valutazione dell'approssimazione: la misura in norma
 - L'approccio a due modelli con differente livello di approssimazione
2. L'organizzazione di un sistema di controllo automatico digitale nell'ambito di una struttura gerarchica
 - Il generatore dei riferimenti
 - L'osservatore
 - Il controllo di catena chiusa
3. La specifica dei requisiti di sistema
4. La concezione del sistema di automazione
 - l'architettura costruttiva
 - l'organizzazione logica in sottosistemi e in funzioni
 - la specifica dei requisiti relativi ai sottosistemi
5. La progettazione della logica di controllo
 - Il progetto del generatore dei riferimenti
 - Il progetto dell'osservatore
 - Il progetto del controllo di catena chiusa
6. La simulazione numerica come strumento di progetto
7. L'affidabilità ed il comportamento in condizioni di guasto
 - nozioni elementari di affidabilità
 - l'autodiagnostica
 - il degradamento controllato delle prestazioni in condizioni di guasto

8. Sviluppo di casi tipici: i casi trattati saranno variabili di anno in anno e la loro trattazione occuperà un tempo pari al 40% del corso.

Testi di riferimento

Sono in preparazione le dispense del corso.

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta sullo sviluppo di un piccolo progetto, seguita immediatamente dalla prova orale.

Modalità di contatto con il docente

- F. Donati: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7024

AZIONAMENTI ELETTRICI PER L'AUTOMAZIONE
--

- Codice: N0390
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 8
 - Laboratorio: 8
- Docente: Prof. **Alfredo Vagati**, Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale
- Collaboratore: Antonino Fratta, Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale

Presentazione del corso

Scopo del corso è quello di descrivere gli attuali azionamenti industriali impiegati nel campo dell'automazione ad alte prestazioni (macchine utensili, robotica): Vengono trattate le problematiche sia di macchina sia di controllo di azionamento, con un orientamento il più possibile di tipo applicativo.

Requisiti

Il Corso, di carattere interdisciplinare è destinato ad allievi informatici, elettronici, elettrici e meccanici. Sono richieste le nozioni fondamentali di *Elettrotecnica* e di *Controlli automatici*. Pur non essendo strettamente necessaria è consigliabile per gli allievi elettronici ed automatici la frequentazione del Corso di *Macchine Elettriche*.

Programma delle lezioni

1. Introduzione al corso. Elementi caratteristici di un azionamento. Tipologie applicative di azionamenti. Azionamenti ad alte prestazioni dinamiche. Azionamenti tipo asse e tipo mandrino (deflussaggio). Controllo di coppia e controllo di azionamento. (4 ore)
2. Controllo di azionamento. Caso esemplificativo del motore in corrente continua. Struttura "cascade control" e sue motivazioni. Limitazioni fisiche (saturazioni). Compensazione PI ed effetto coda. Fenomeno del wind-up. Effetto dinamico delle risonanze torsionali lato tachimetrico e lato motore. Effetto del ripple di misura della velocità. Impiego di osservatori di carico e/o di filtraggio del ripple tachimetrico. (18 ore)
3. Motori in c.c. ad alte prestazioni. Servomotori a magneti permanenti. Caratteristiche dei moderni materiali. Strutture costruttive diverse e loro impatto sui parametri di controllo. Modello termico del motore in c.c.. Valutazione della temperatura massima durante cicli di sovraccarico. (6 ore)
4. Amplificatori switching (chopper) per il comando di servo-motori in c.c. Quadranti di funzionamento e tecniche di comando. Tecniche di modulazione. confronto tra tecniche di modulazione sulla base dell'ondulazione di corrente. Perdite nel ferro indotte dalla modulazione. Dimensionamento energetico del bus di alimentazione. chopper, inverter, inverter modulato: estensione al comando di motori in c.a.. (8 ore)
5. Analisi della commutazione elettronica. commutazione non assistita (monoquadrante). Impatto della non idealità del diodo di ricircolo, modello del

- diodo. Commutazione assistita al turn-on e al turn-off (monoquadrante). Commutazioni (assistite) di una gamba di inverter. Specificità di diversi tipi di componenti attivi. Cenni sui circuiti di pilotaggio e di protezione. (12 ore)
6. Servomotori brushless. Motivazioni tecnologiche e principi di funzionamento. Generalità costruttive. Modellistica, equazioni di macchina, bilancio energetico. Brushless trapezio isotropo. Caratteristiche costruttive. Alimentazione in tensione e corrente. Definizione della corrente equivalente e controllo PWM. Funzionamento da motore e generatore, limitazione di tensione, ondulazione di coppia. Tachimetro brushless. (15 ore)
 7. Servomotore Brushless sinusoidale. Caratteristiche costruttive. Deduzione delle equazioni trasformate in assi rotanti (d, q). Controllo a $i_d=0$ (caso isotropo). effetto sul controllo dell'eventuale anisotropia rotorica. Controllo vettoriale di corrente. Limitazione di tensione. Tecniche di modulazione per il controllo vettoriale. Resolver e relativa demodulazione. (15 ore)
 8. Controllo a orientamento di campo del motore a induzione. Deduzione delle equazioni in assi generici. Principio del controllo a orientamento di campo. Controllo diretto e indiretto, impiego di osservatori di flusso. Implementazione del controllo vettoriale e prerogative di deflussaggio. (8 ore)
 9. Motori sincroni a riluttanza. Particolarità costruttive. Equazioni in assi d, q. Controllo di corrente in assi fissi ed in assi rotanti, prestazioni caratteristiche. (6 ore)
 10. Confronto applicativo tra le diverse motorizzazioni in corrente alternata: densità di coppia, deflussibilità, costo. (4 ore)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Verranno effettuate dimostrazioni pratiche del funzionamento di azionamenti in corrente alternata per asse e per mandrino. saranno utilizzati azionamento impiegati industrialmente, con visualizzazione dei principali segnali di stato.

Testi di riferimento

Essendo il Corso di carattere decisamente applicativo, non è individuabile alcun testo che possa essere ritenuto di riferimento.

Testi ausiliari

Verranno fornite indicazioni al riguardo, a seconda delle esigenze specifiche.

Modalità d'esame

L'esame sarà svolto oralmente.

Modalità di contatto con il docente

- A. Vagati: Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale, Tel. 564.7108
 - Orario di ricevimento studenti:
 . Martedì: 14.30-16.30
- A. Fratta: Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale, Tel. 564.7146

BASI DI DATI

- Codice: F0410 - N0410
- Collocazione: Anno: IV - V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Calcolatori elettronici
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Claudio Demartini**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Elena Baralis, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso comprende un'ampia trattazione della tecnologia delle basi di dati introducendo anche i risultati più recenti conseguiti nell'ambito delle attività di ricerca del settore. Le attività di laboratorio permettono di prendere contatto con i prodotti commerciali più recenti. Inoltre, i progetti di basi di dati per specifiche applicazioni elaborati in tale contesto permettono agli allievi la sperimentazione di efficienti metodologie di analisi.

Requisiti

Fondamenti di Informatica I e Fondamenti di Informatica II oppure Fondamenti di Informatica e Sistemi Informativi.

Programma delle lezioni

1. I Principi Fondamentali ed Architettura delle Basi di Dati:
 - Fornisce un'ampia introduzione sui concetti dei sistemi di basi di dati in generale ed in particolare evidenzia le differenze tra l'approccio relazionale e non relazionale a tali sistemi. Nel corso viene trattato principalmente l'approccio relazionale
2. I Sistemi Relazionali:
 - Questa parte del corso tratta in modo esaustivo i concetti alla base dei sistemi relazionali con riferimenti a prodotti IBM quali DB2. Viene, inoltre, ampiamente trattato il linguaggio SQL (Structured Query Language) utilizzandolo come veicolo per illustrare i concetti fondamentali dei sistemi relazionali. In particolare, viene anche presentato il prodotto INGRES che rappresenta un altro punto di riferimento nell'area dei sistemi relazionali
3. Il Modello Relazionale:
 - Questa parte consiste in una dettagliata analisi della teoria fondamentale propria del Modello Relazionale. A tale proposito viene effettuata un'indagine approfondita degli aspetti relativi ai tipi di dati (Relazione) delle Regole di Integrità di una base dati e delle operazioni che possono essere effettuate sui dati (Relazioni) coerentemente con i vincoli specificati dalle regole di integrità. In particolare, vengono presentati il Calcolo Relazionale e l'Algebra Relazionale per la definizione delle operazioni proprie del Modello Relazionale. Sono previste esercitazioni in aula

4. L'Ambiente della Base di Dati

- Vengono esaminati alcuni importanti aspetti quali le procedure di Recovery di una base dati danneggiata da anomalie dovute a cause esterne (cadute di tensione), o operazioni condotte in modo errato, le regole per la gestione della Concorrenza negli accessi a dati condivisi, le regole per la Sicurezza ed Integrità dei dati. Inoltre, con particolare attenzione vengono anche definite le procedure ed i compiti relativi alla amministrazione della base dati

5. Il Progetto della base di dati:

- In questa fase viene presentato il Modello Entità-Relazione come approccio metodologico alla progettazione di una base di dati. In particolare vengono trattati dettagliatamente tutti i passi necessari per passare dalla descrizione in linguaggio naturale del problema presente in una specifica di massima alla rappresentazione grafica delle entità individuate nella stessa specifica e delle relazioni che intercorrono tra esse. Viene, inoltre, presentata la metodologia alla base del progetto logico della base dati derivandolo direttamente dallo schema Entità-Relazioni sviluppato per il problema. Sono previste esercitazioni in aula ed in laboratorio su problemi reali

6. L'Evoluzione della Tecnologia delle Basi di Dati

- Viene presentata una panoramica sui sistemi distribuiti ed una introduzione alle base di dati fondate sui principi della logica con particolare riferimento all'elaborazione delle interrogazioni recursive. Vengono esaminate, inoltre, le basi di dati ad oggetti, quale tecnologia emergente nel settore delle basi di dati

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Le esercitazioni di laboratorio hanno come oggetto l'uso da parte degli allievi del linguaggio SQL mediante l'impiego di un prodotto della GUPTA denominato SQL WINDOWS. Inoltre, mediante l'uso di un prodotto CASE gli allievi potranno sperimentare su problemi reali le metodologie di analisi basate sul Modello Entità-Relazioni giungendo alla realizzazione delle basi di dati e delle specifiche applicazioni che ad esse fanno riferimento.

Testi di riferimento

1. C. J. Date, "An Introduction to Database Systems", Vol. I, Fifth Edition, Addison Wesley, 1990
2. C. Batini, S. Ceri, S. B. Navathe, "Conceptual Database Design", Benjamin Cummings, 1992

Testi ausiliari

E. Baralis, C. Demartini, "Appunti di Basi di Dati", 1995

Modalità d'esame

- L'esame consta di uno elaborato scritto comprendente due parti:
 1. Teoria
 2. Progetto (Modello E-R)
- Segue un colloquio orale per la discussione dell'elaborato
- Condizione necessaria, ma non sufficiente, per il superamento dell'esame è il conseguimento del risultato positivo nella parte di Teoria presente nell'elaborato

Modalità di contatto con il docente

- C. Demartini: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7010,
Email: demartini@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 16.30 - 18.30
- E. Baralis: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7010,
Email: baralis@polito.it

BIOMECCANICA

- Codice: P0450
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione o Laboratorio: 4
- Docente: Prof.ssa **Cristina Bignardi**, Dip. di Meccanica

Presentazione del corso

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi una panoramica delle problematiche della biomeccanica e delle principali metodologie numeriche e sperimentali utilizzate in questa disciplina. Vengono approfondite tematiche riguardanti i materiali biologici e di sostituzione e il comportamento del corpo umano in particolare alle azioni dinamiche.

Requisiti

Concetti fondamentali di *Meccanica razionale*, *Meccanica applicata alle macchine*, *Scienza delle Costruzioni* (a coloro che non hanno frequentato tali corsi verrà fornito materiale didattico all'inizio del corso).

Programma delle lezioni

1. Introduzione alla biomeccanica (8 ore)
 - Origini e problematiche della biomeccanica
 - Richiami di fisiologia
2. Metodi sperimentali utilizzati in biomeccanica (6 ore)
 - Tecniche, attrezzature e metodologie di rilevazione dei dati meccanici relativi al corpo umano
 - Metodi per l'analisi delle tensioni e delle deformazioni in strutture biologiche
3. Materiali (28 ore)
 - Caratterizzazione di materiali biologici (osso, muscoli, cartilagine, pelle)
 - Biomateriali: caratteristiche, biocompatibilità, problematiche
4. Biomeccanica cardiocircolatoria (4 ore)
5. Resistenza del corpo umano alle azioni dinamiche (4 ore)
6. Interazione uomo-veicolo (4 ore)
 - Modelli matematici e modelli sperimentali
 - Studio in condizioni normali per la valutazione del comfort
 - Studio in condizioni d'urto per la valutazione del danno
7. Analisi del movimento (8 ore)
 - Tecniche sperimentali per l'analisi del movimento umano
 - Modelli matematici per la simulazione del movimento

Programma delle esercitazioni in laboratorio

È prevista la suddivisione in squadre per la realizzazione di relazioni inerenti le esercitazioni condotte in laboratorio e per la stesura di una tesina sulla base di materiale bibliografico fornito dal docente.

1. Caratteristiche meccaniche osso (6 ore)
2. Muscoli (2 ore)
3. Modelli segmentali apparato locomotore e analisi del movimento (5 ore)
4. Biomeccanica cardiocircolatoria (2 ore)
5. Biomateriali (4 ore)
6. Visita al Centro Sicurezza Fiat (4 ore)
7. Svolgimento tesine (10 ore)

Testi di riferimento

Dispense fornite dal docente.

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta ed una verifica orale. La valutazione finale tiene conto anche della partecipazione dimostrata, della qualità delle relazioni relative alle esercitazioni e della tesina.

Modalità di contatto con il docente

- C. Bignardi: Dip. di Meccanica, Tel. 564.6944, Email: Bignardi@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Esposto nella bacheca del Dip. di Meccanica

CALCOLATORI ELETTRONICI

- Codice: N0460
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Fondamenti di informatica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
- Docente: Prof. **Matteo Sonza Reorda**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Maurizio Rebaudengo, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

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

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

L'esemplificazione pratica verrà effettuata tramite l'analisi delle famiglie Intel 80x86 e Motorola 680x0.

Programma delle lezioni

1. Presentazione del Corso (1 ora)
2. Architettura dei Sistemi di Elaborazione:
 - Evoluzione dei Calcolatori (4 ore)
3. Metodologie di Progetto:
 - Livello gate, livello register, livello system, analisi delle prestazioni (4 ore)
4. I Processori:
 - Architettura e Funzionamento, Rappresentazione dell'Informazione, i linguaggi Assembler (4 ore)
5. Input-Output:
 - Principali dispositivi e modalità di gestione (interrupt, polling, DMA) (6 ore)
6. Organizzazione della Memoria:
 - Tipi di memorie, memoria virtuale, memorie ad alta velocità (8 ore)
7. Unità Aritmetiche (6 ore)
8. Le Unità di Controllo:
 - Controllo hardwired e microprogrammazione (10 ore)
 - I processori RISC (Sparc, PowerPC) e superscalari (Alpha, Pentium) (6 ore)
9. Le comunicazioni:
 - I bus (4 ore)
10. Cenni sulle Architetture Parallele (2 ore)
11. La famiglia Intel 80x86:
 - Architettura (2 ore)
 - Il linguaggio Assembler 80x86 (20 ore)
 - Assembler 80x86: programmazione avanzata (recursione, procedure richiamabili dal C) (2 ore)

- Le periferiche (8 ore)
- 12. La famiglia Motorola 680x0
 - Architettura (2 ore)
 - Il linguaggio Assembler (4 ore)
 - Le periferiche (2 ore)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Sono previste esercitazioni sperimentali in laboratorio su Personal Computer relative alla programmazione in linguaggio assembler ed alla gestione di schede di interfaccia di varia natura. Le esercitazioni sono assistite da un borsista.

Testi di riferimento

1. W. Stallings, "Computer Organization and Architecture", MacMillan Publishing Co., 1993
2. Yu-Cheng Liu, G.A. Gibson, "Microcomputer Systems: the 8086/8088 Family", Prentice-Hall, 1986
3. M. Rebaudengo, P. Prinetto, M. Sonza Reorda, "Il Linguaggio Assembler 8086/8088", Levrotto&Bella, Torino, 1995
4. J. L. Antonakos, "The 68000 Microprocessor", MacMillan Publishing Co., 1993
5. I docenti metteranno a disposizione degli studenti copia dei lucidi utilizzati a lezione ed esercitazione

Modalità d'esame

- L'esame si compone di 2 parti:
 1. esame scritto: consiste nella scrittura di un programma Assembler di 50/100 righe
 2. esame orale
- Il superamento dell'esame scritto è condizione necessaria per l'ammissione all'esame orale
- La validità della prova scritta è limitata ai 3 appelli successivi
- L'esame scritto può essere sostituito dallo svolgimento di un lavoro di laboratorio assegnato durante il corso e consistente nella scrittura di un programma Assembler per una scheda 8086

Modalità di contatto con il docente

- M. Sonza Reorda: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7055, Email: sonza@polito.it
- M. Rebaudengo: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7067, Email: reba@polito.it

CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

- Codice: F0490
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Giovanni Pistone**, Dip. di Matematica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa**Modalità di contatto con il docente**

- G. Pistone: Dip. di Matematica, Tel. 564.7550

CALCOLO DELLE PROBABILITÀ (R)

- Codice: L0494 - N0494
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Analisi matematica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Stefano Olla**, Dip. di Matematica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa**Modalità di contatto con il docente**

- S. Olla: Dip. di Matematica, Tel. 564.7533

CALCOLO NUMERICO

- Codice: L0510
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Giovanni Monegato**, Dip. di Matematica
 - (II corso) Prof.ssa **Paola Baratella**, Dip. di Matematica

Presentazione del corso

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.

Requisiti

Analisi I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

Programma delle lezioni

1. Aritmetica, errori: (5 ore)
 - Rappresentazione dei numeri in un calcolatore. Errori di arrotondamento, operazioni di macchina. Cancellazione numerica. Condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo
2. Sistemi lineari: (12 ore)
 - Metodo di eliminazione di Gauss. Decomposizione di Gauss e fattorizzazione LU. Determinazione matrice inversa. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR
3. Autovalori di matrici: (8 ore)
 - Metodo delle potenze. Metodo delle potenze inverse. Trasformazioni di similitudine e trasformazioni di Householder. Cenni sul metodo QR
4. Approssimazione di dati e di funzioni: (12 ore)
 - Interpolazione polinomiale: formule di Lagrange e di Newton. Interpolazione con funzioni polinomiali a tratti. Funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati
5. Equazioni non lineari: (4 ore)
 - Radici di equazioni non lineari: metodi di bisezione, secanti, tangenti; metodi iterativi in generale. Sistemi di equazioni non lineari: metodo di Newton e sue varianti; metodi iterativi in generale
6. Calcolo di integrali: (6 ore)
 - Formule di quadratura di tipo interpolatorio: formule di Newton Cotes e formule Gaussiane. Formule composte. Routines automatiche
7. Equazioni differenziali ordinarie: (12 ore)
 - Metodi one-step espliciti. Metodi Runge-Kutta. Metodi multistep lineari. Metodi di Adams. Convergenza e stabilità dei metodi numerici. Sistemi stiff

8. Equazioni alle derivate parziali: (15 ore)
- Caratteristiche. Classificazione delle equazioni quasi-lineari di ordine 2. Metodi alle differenze finite. Metodi dei residui pesati (collocazione, Galerkin). Elementi finiti

Programma delle esercitazioni

Vengono sottolineati, con esempi, aspetti particolarmente importanti degli argomenti trattati nelle lezioni, svolti esercizi che contribuiscono ad una miglior comprensione della teoria e costruiti algoritmi di calcolo. Vengono infine proposte allo studente delle esercitazioni al calcolatore da svolgere a casa o presso i LAIB del Politecnico.

Testi di riferimento

1. G.Monegato, "Fondamenti di Calcolo Numerico", Levrotto&Bella, Torino, 1990

Modalità d'esame

1. È prevista, per i soli iscritti al corso, una prova scritta di metà semestre (15-20 dicembre). Il superamento di questa prova comporta l'esonero della corrispondente parte di programma, purché l'esame finale sia sostenuto negli appelli n. 1,2,3
- L'esame finale è solo orale
 - Nel corso della prova non è ammessa la consultazione di testi
 - L'eventuale ritiro durante la prova di esonero non comporta alcuna conseguenza
2. Negli appelli previsti dal calendario l'esame è solo orale

Modalità di contatto con il docente

- P. Baratella: Dip. di Matematica, Tel. 564.7559
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Mercoledì: 10.30 - 12.00
 - . Venerdì: 10.30 - 12.00
- G. Monegato: Dip. di Matematica, Tel. 564.7517
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Mercoledì: 10.30 - 12.00
 - . Venerdì: 10.30 - 12.00

CALCOLO NUMERICO (R)

- Codice: F0514
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 3
 - Esercitazione: 1
- Docente: Prof. **Giovanni Monegato**, Dip. di Matematica

Presentazione del corso

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.

Requisiti

Analisi I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

Programma delle lezioni

1. Aritmetica del calcolatore e algoritmi numerici (3 ore)
 - Errori di arrotondamento, operazioni di macchina. Cancellazione numerica. Condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo
2. Sistemi lineari (8 ore)
 - Metodo di eliminazione di Gauss. Decomposizione di Gauss e fattorizzazione LU. Determinazione matrice inversa. Metodi iterativi: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR
3. Autovalori di matrici (4 ore)
 - Metodo delle potenze. Metodo delle potenze inverse. Cenni sul metodo QR
4. Approssimazione di dati e di funzioni (8 ore)
 - Interpolazione polinomiale: formule di Lagrange e di Newton. Interpolazione con funzioni polinomiali a tratti. Funzioni spline. Metodo dei minimi quadrati
5. Equazioni non lineari (3 ore)
 - Radici di equazioni non lineari: metodi di bisezione, secanti, tangenti; metodi iterativi in generale. Sistemi di equazioni non lineari: metodo di Newton e sue varianti; metodi iterativi in generale
6. Calcolo di integrali (4 ore)
 - Formule di quadratura di tipo interpolatorio: formule di Newton Cotes e formule Gaussiane. Formule composte
7. Equazioni differenziali ordinarie (4 ore)
 - Metodi one-step espliciti. Metodi Runge-Kutta. Metodi multistep lineari. Metodi di Adams. Convergenza e stabilità dei metodi numerici

Programma delle esercitazioni in aula

Vengono sottolineati, con esempi, aspetti particolarmente importanti degli argomenti trattati nelle lezioni, svolti esercizi che contribuiscono ad una miglior compren-

sione della teoria e costruiti algoritmi di calcolo. Vengono infine proposte allo studente delle esercitazioni al calcolatore da svolgere a casa o presso i LAIB del Politecnico.

Testi di riferimento

G.Monegato, "*Elementi di Calcolo Numerico*", Levrotto&Bella, Torino, 1995

Modalità d'esame

1. Per i soli iscritti al corso è prevista una prova scritta finale, su tutto il programma svolto, sostitutiva dell'esame orale. Tale prova è da considerarsi alternativa al primo appello d'esame
 - Nel corso della prova non è ammessa la consultazione di testi
 - L'eventuale ritiro durante la prova di esonero non comporta alcuna conseguenza
2. Negli appelli previsti dal calendario l'esame è solo orale

Modalità di contatto con il docente

- G. Monegato: Dip. di Matematica, Tel. 564.7517
- Orario di ricevimento studenti:
 - Mercoledì: 10.30-12.00
 - Venerdì: 10.30-12.00

CAMPI ELETTROMAGNETICI I (ELN)

- Codice: L0531
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Analisi matematica III
 - Teoria dei circuiti elettronici
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 6 (annuali)
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Renato Orta**, Dip. di Elettronica
 - (II corso) Prof. **Giuseppe Vecchi**, Dip. di Elettronica
- Collaboratore:
 - (I corso) Paola Pirinoli, Dip. di Elettronica
 - (II corso) Guido Perrone, Dip. di Elettronica

Requisiti

Fisica II, Elettrotecnica.

Programma delle lezioni

1. Introduzione (2 ore)
 - Presentazione corso. Presentazione delle applicazioni dell'elettromagnetismo
2. Linee di trasmissione (12 ore)
 - Modello fenomenologico di linea di trasmissione. Equazioni delle linee nel dominio della frequenza. Soluzione generale, onde progressive e regressive. Trasformazione dell'impedenza locale. Definizione dei coefficienti di riflessione. Diagrammi di tensione, corrente, impedenza. Linee con perdite: equazioni differenziali, soluzione generale. Calcolo della potenza, linee con piccole perdite
3. Adattamento di impedenza (2 ore)
 - Adattatore di uniformità a L, stub. Adattatore energetico a L. Adattatore a T e a Π . Adattatore a $\lambda/4$.
4. Matrice scattering (4 ore)
 - Matrice scattering: definizione, relazione con $[Z]$, utilità. Calcolo della potenza dissipata. Strutture attive, passive, senza perdite, reciproche. Spostamento dei piani di riferimento, cambiamento impedenze di riferimento. Connessione di due strutture: matrice S risultante. Matrice di trasmissione
5. Transitori su linee di trasmissione (6 ore)
 - Soluzione generale eq. linee nel dominio del tempo. Velocità di gruppo. Distorsione di un impulso gaussiano. Cenni a compressione di impulsi, solitoni, Zero Dispersion Point. Riflessioni multiple su linea ideale disadattata agli estremi. Diagramma a traliccio e interpretazioni varie
6. Linee di trasmissione multiconduttore (5 ore)

- Linee multifilari: Circuito equivalente e equazioni. Autovalori, autovettori di tensione e corrente. Equazioni delle linee nella base modale. Circuito con linee multifilari e sua soluzione
- 7. Equazioni di maxwell (4 ore)
 - Generalità. Definizioni, unità di misura, algebra vettoriale, fasori, diadiche
- 8. Irradiazione in un mezzo omogeneo (20 ore)
 - Soluzione nel dominio trasformato e funzione di Green. Dipolo elementare. Approssimazione di Fraunhofer. Parametri caratteristici: guadagno, impedenza di ingresso, ecc.. Equazione della trasmissione. Antenne ad apertura. Schiere di antenne
- 9. Onde piane (3 ore)
 - Onde omogenee e non omogenee, polarizzazione. Flusso di potenza
- 10. Guide d'onda metalliche (16 ore)
 - Equazioni di Marcuvitz e Schwinger. Modi TE, TM, TEM. Linee di trasmissione modali. Guida rettangolare. Cavo Coassiale. Discontinuità nelle guide metalliche: iridi. Sorgenti in guida d'onda. Perdite sulle pareti

Programma delle esercitazioni

1. Linee di trasmissione ed adattatori (16 ore)
2. Matrice scattering (6 ore)
3. Transitori su linee di trasmissione (4 ore)
4. Linee multifilari (5 ore)
5. Onde piane e polarizzazione (3 ore)
6. Irradiazione e antenne (7 ore)
7. Guide d'onda metalliche (7 ore)

Testi di riferimento

1. F. Canavero, I. Montrosset, R. Orta, "*Linee di trasmissione*", Levrotto&Bella, Torino
2. P.Savi, G.Vecchi, "*Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti*", CLUT
3. Appunti dalle lezioni

Testi ausiliari

1. G. Franceschetti, "*Campi Elettromagnetici*", Boringhieri
2. G. Conciauro, "*Introduzione alle onde elettromagnetiche*", McGraw Hill

Modalità d'esame

Scritto ed orale; dettagli esposti in bacheca.

Modalità di contatto con il docente

- R. Orta: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4058, Fax. 564.4099, Email: orta@polito.it
- G. Vecchi: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4055, Fax. 564.4099, Email: vecchi@polito.it
- G. Perrone: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4071, Fax. 564.4099, Email: perrone@polito.it
- P. Pirinoli: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4090, Fax. 564.4099, Email: paolap@alpha.polito.it

CAMPI ELETTROMAGNETICI I (TLC)

- Codice: F0531
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Analisi matematica III (r)
 - Teoria dei circuiti
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 6
- Docente: Prof. **Rodolfo Zich**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso fornisce le basi teoriche per la comprensione dei fenomeni di propagazione guidata di onde elettromagnetiche. In particolare, scopo principale del corso è quello di mostrare come molti problemi di propagazione guidata possano essere risolti in termini di un circuito modale equivalente. Vengono pertanto date le basi per l'analisi dei circuiti a parametri distribuiti e viene affrontato in modo generale il problema della propagazione guidata. Vengono quindi discusse le caratteristiche di vari tipi di guide d'onda metalliche e dielettriche.

Requisiti

Fisica II.

Programma delle lezioni

1. Introduzione: (8 ore)
 - Spettro elettromagnetico e sua utilizzazione. Equazione di Maxwell ed equazione d'onda nel dominio del tempo e della frequenza. Onde piane e teoremi generali. Condizioni al contorno
2. Circuiti a parametri distribuiti: (10 ore)
 - 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 ad una singola frequenza e adattamento a larga banda
3. Linee di trasmissione nel dominio del tempo: (6 ore)
 - 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
4. Matrice scattering: (6 ore)
 - Definizione e uso della matrice scattering per caratterizzare componenti ad alta frequenza.
5. Linee multifilari: (6 ore)
 - Equazioni delle linee multifilari e loro soluzione in termini modali. Risposta nel dominio del tempo e analisi di fenomeni di interferenza e di distorsione di segnali
6. Analisi modale di guide d'onda metalliche: (18 ore)
 - Guide d'onda a sezione trasversale non omogenea, formulazione di Marcuvitz-Schwinger. Equazioni trasversali. Modi TM, TE, TEM, ibridi e loro proprietà.

Linee modali costanti di propagazione e impedenze modali. Eccitazione in guida d'onda. Discontinuità e analisi modale. Accoppiamento modale. Perdite in guida d'onda

7. Esempi di guide d'onda per microonde: (8 ore)
 - Guida metallica rettangolare, circolare e cavo coassiale. Microstriscia e stripline
8. Guide dielettriche: (6 ore)
 - Riflessione ad un'interfaccia dielettrica: coefficienti di Fresnel. Strutture dielettriche stratificate. Guida planare: interpretazione raggistica della propagazione e risonanza trasversale
9. Fibre ottiche: (2 ore)
 - Generalità. Fibre ottiche step index e graded index. Modi, condizioni di monomodalità. Fenomeni di dispersione e attenuazione nelle fibre

Programma delle esercitazioni

1. Calcolo diadico e vettoriale (4 ore)
2. Onde piane (6 ore)
3. Analisi di circuiti a parametri distribuiti: carta di Smith (4 ore)
4. Adattatori a frequenza singola: ad L, a T, a Π (6 ore)
5. Adattatori a larga banda (4 ore)
6. Parametri scattering (6 ore)
7. Linee di trasmissione nel dominio del tempo (4 ore)
8. Analisi di guide d'onda metalliche (4 ore)
9. Analisi di strutture dielettriche stratificate (4 ore)
10. Componenti in guida d'onda: divisori di potenza, accoppiatori direzionali, anello ibrido, filtri (2 ore)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Sono previste esercitazioni di laboratorio di linea a fessura in guida d'onda rettangolare e con componentistica in microstriscia.

Testi di riferimento

1. Appunti del docente
2. F.Canavero, I.Montrosset, R.Orta, "Linee di trasmissione", Levrotto&Bella, Torino
3. P.Savi, G.Vecchi, "Campi elettromagnetici: temi d'esame svolti", CLUT

Testi ausiliari

1. G.Franceschetti, "Campi Elettromagnetici", Boringhieri, Torino, 1983
2. D.M.Pozar, "Microwave engineering", Addison Wesley, 1990

Modalità d'esame

Scritto e orale.

Modalità di contatto con il docente

- R. Zich: Dip. di Elettronica, Tel. 564.6300, Fax. 564.4015

CAMPI ELETTROMAGNETICI II (ELN)
--

- Codice: L0532
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6/8
- Docente: da nominare
- Collaboratore: il corso verrà tenuto in collaborazione con esperti di elettromagnetismo applicato (tramite seminari)

Presentazione del corso

Lo scopo del corso è quello di presentare le metodologie più moderne per il progetto e l'analisi di componenti (passivi) e sottosistemi a microonde. Ampio spazio verrà dato alla descrizione dettagliata delle varie tecniche ed ai problemi relativi alla loro numerizzazione. Durante il corso verranno sviluppati alcuni programmi di simulazione che permetteranno allo studente di verificare l'attendibilità delle metodologie impiegate attraverso il confronto con risultati presenti in letteratura. Lo studente alla fine del corso sarà in grado, a partire alle specifiche elettriche, di progettare e successivamente analizzare il componente o sottosistema richiesto, arrivando persino a definirne la sua geometria.

Programma delle lezioni

1. *Teoria elettromagnetica*: Equazioni di Maxwell; condizioni al contorno; comportamento del campo in prossimità di discontinuità. Relazioni costitutive: mezzi isotropi, anisotropi; non omogenei, dispersivi nel tempo e nello spazio, dielettrici artificiali. Potenza del campo elettromagnetico; derivazione del vettore di Poynting a partire dalla rappresentazione della potenza associata alla forza di Lorentz. Energia elettrica e magnetica; energia di scambio (reattiva), analogie circuitali. Quantità del campo elettromagnetico; tensore degli sforzi di Maxwell; pressione di radiazione; applicazioni per la navigazione nello spazio profondo. Deduzione nel dominio del tempo e della frequenza. Esempi di calcolo su interfaccia piana, slab con e senza perdite. Teorema di reciprocità; lemma di Lorentz; applicazioni: simmetria della matrice scattering, relazione tra guadagno ed area equivalente di un'antenna; calcolo del campo irradiato da una sorgente arbitraria. Teorema di equivalenza e sue applicazioni. Identità vettoriali: l'uso di considerazioni spettrali per la loro derivazione (10 ore)
2. *Calcolo asintotico*: Metodo del punto di sella nel caso di sella isolata del primo ordine; contributo degli estremi (deduzione). applicazioni al calcolo del campo diffratto da una superficie illuminata da un'onda elettromagnetica. Corrispondenza con le tecniche raggistiche (contributi di riflessione e di diffrazione). Applicazioni: per es. calcolo del guadagno di una lente gravitazionale, regione di focalizzazione, diagramma di irradiazione (8 ore)
3. *Diffrazione da corpi dielettrici*: Formulazione del problema, esposizione delle varie tecniche per corpi di dimensioni piccole e grandi in termini della lunghezza d'onda. Risoluzione con il metodo dei momenti (formulazione superficiale). Corpi

dieletrici posti nella zona vicina di un'antenna: calcolo delle degradazioni del diagramma di irradiazione e delle perdite di trasmissione. Applicazioni: radome dielettrici di aeromobili (8 ore)

4. *Discontinuità in guida d'onda*: Tecniche di analisi: metodo dei momenti e tecnica del mode matching; confronti fra i due metodi. discontinuità trasversali: giunzioni, diaframmi, biforcazioni e setti metallici. Scelta delle funzioni di base; criteri di troncamento; determinazione della matrice scattering generalizzata; Interazione fra discontinuità in guida: modi accessibili e localizzati. Applicazioni: discontinuità in guida d'onda rettangolare, circolare e coassiale, calcolo delle matrici di proiezione, stesura del programma di calcolo della matrice scattering generalizzata; ricostruzione del campo sulla discontinuità per verificare le condizioni al contorno (14 ore)
5. *Modi di propagazione in guide d'onda di sezione arbitraria*: Formulazione del problema integrale e soluzione con il metodo dei momenti: scelta delle funzioni di base e di proiezione, funzioni a dominio intero e a sottodominio; il problema degli impulsi coincidenti. Formulazione differenziale: metodo di Kuhn; metodo dell'operatore esteso. Tecnica della risonanza trasversale. Confronto tra i vari metodi. Applicazioni: polarizzatore in guida d'onda circolare (progetto e analisi); guide d'onda a larga banda (guide ridge); accoppiamento modale (8 ore)
6. *Strutture guidanti periodiche*: Formulazione del problema. Teorema di Floquet; armoniche spaziali; onde di Bloch; curve di dispersione. strutture chiuse e aperte (modi di propagazione superficiale). Applicazioni (7 ore)
7. *Sintesi di filtri a parametri distribuiti*: Esposizione della procedura di sintesi per filtri a cavità monomodale. Realizzazioni in guida d'onda rettangolare per mezzo di diaframmi e setti (analisi delle configurazioni ottenute). Realizzazioni in microstriscia. Filtri in guide dielettriche. Sintesi di filtri a cavità bimodali: tecniche impiegate per realizzare l'accoppiamento modale (14 ore)
8. *Tecniche spettrali*: Formulazione del problema; valutazione della rappresentazione spettrale della funzione di Green in un mezzo dielettrico stratificato. Applicazione del metodo dei momenti nel dominio spettrale: Esempi: schermi perforati, griglie di polarizzazione, superfici selettive in frequenza. Applicazioni delle varie strutture (12 ore)

Testi di riferimento

Appunti dalle lezioni

Testi ausiliari

1. R. E. Collin, "Foundations for microwave engineering", McGraw Hill
2. D. M. Pozar, "Microwave Engineering", Addison Wesley Publishing Company
3. R. Mittra e S.W. Lee, "Analytical techniques in the theory of guided waves", The MacMillan Company, New York

Modalità d'esame

Orale.

CAMPI ELETTROMAGNETICI II (TLC)
--

- Codice: F0532
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione e Esercitazione: 6/8
 - Laboratorio: 8 durante tutto il corso
- Docente: Prof. **Giuseppe Vecchi**, Dip. di Elettronica

Requisiti

Elettrotecnica, Analisi matematica III, Fisica II.

Programma delle lezioni

1. Introduzione: (2 ore)
 - Presentazione delle applicazioni dell'elettromagnetismo nelle telecomunicazioni
 - Presentazione del corso
2. Irradiazione in un mezzo omogeneo: (18 ore)
 - Equazioni di Maxwell in mezzo omogeneo e definizione del problema; richiami di algebra vettoriale e diadica
 - Soluzione nel dominio trasformato (di Fourier) e funzione di Green
 - Onde sferiche
 - Formulazione coi potenziali; riduzione al caso statico
 - Dipolo elementare; relazioni energetiche
 - Approssimazione di Fraunhofer per sorgenti estese
 - Polarizzazione del campo elettromagnetico
3. Antenne: (30 ore)
 - Descrizione dell'antenna come componente di un sistema
 - Parametri caratteristici: guadagno, impedenza di ingresso, ecc.
 - Teorema di reciprocità e applicazioni
 - Antenne filari
 - Antenne ad apertura
 - Schiere di antenne
4. Formulazione numerica di problemi elettromagnetici: (6 ore)
 - Formulazione del problema dello scattering con equazione integrale
 - Discretizzazione dell'equazione integrale (metodo "dei momenti")
 - Introduzione al metodo agli elementi finiti (problemi interni)
5. Sistemi di trasmissione via radio: (18 ore)
 - Equazione della trasmissione
 - Rumore in collegamenti via radio; "link budget"
 - Effetto del terreno e dell'atmosfera in comunicazioni terrestri
 - Radar e sezione radar (RCS)
6. Argomenti complementari: (6 ore)
 - (variabili di anno in anno)

Testi di riferimento

1. Appunti dalle lezioni
2. "*Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti*", CLUT, 1994

Testi ausiliari

1. G. Franceschetti, "*Campi Elettromagnetici*", Boringhieri, 1983
2. R.E Collin, "*Antennas and Radiowave Propagation*", McGraw Hill, 1985

Modalità d'esame

Scritto e orale, dettagli esposti in bacheca.

Modalità di contatto con il docente

- G. Vecchi: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4055, Fax. 564.4099,
Email: vecchi@poito.it

CHIMICA

- Codice: F0620 - L0620 - N0620
- Collocazione: Anno: I Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
- Docente:
 - (I corso) Prof.ssa **Emma Angelini**, Dip. di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica
 - (II corso) Prof. **Alessandro Delmastro**, Dip. di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica
 - (III corso) Prof. **Daniele Mazza**, Dip. di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica

Presentazione del corso

Il corso si propone di fornire le basi teoriche necessarie per la comprensione e l'interpretazione dei fenomeni chimici e di dare una breve rassegna delle proprietà degli elementi più comuni e dei loro principali composti.

Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia ed alla nomenclatura.

Programma delle lezioni

1. Struttura atomica della materia
 - Il modello atomico di Bohr e sua applicazione all'atomo di idrogeno. Energia di ionizzazione e affinità elettronica. Massa atomica, massa molecolare e concetto di mole. Modello ondulatorio ed equazione di Schrödinger; ulteriori numeri quantici. Distribuzione degli elettroni negli orbitali atomici per $Z > 1$. Sistema periodico degli elementi e configurazioni elettroniche
2. Legame Chimico
 - Legame ionico. Legame covalente, elettronegatività e polarità del legame. Delocalizzazione elettronica e risonanza. Struttura e geometria molecolare, ibridazione. La teoria degli orbitali molecolari, formazione di legami. Il legame metallico
3. Reazioni chimiche e stechiometria
 - Numeri di ossidazione e nomenclatura dei composti chimici. Reazioni chimiche e loro bilanciamento
4. Gli stati di aggregazione della materia
 - Le leggi classiche dei gas ideali. Equazione di stato ideale. Equazione di stato di Van der Waals. Teoria cinetica dei gas ed equazione fondamentale. Distribuzione delle energie e delle velocità (curve di Maxwell-Boltzmann). Interazioni intermolecolari e fenomeni critici nei gas reali. Proprietà e caratteristiche dello stato solido. Reticoli cristallini e celle elementari. Solidi covalenti, molecolari, ionici e metallici. Proprietà e caratteristiche dello stato liquido. Sistemi polifasici e diagrammi di stato

5. Soluzioni
 - Proprietà colligative di soluzioni di non-elettroliti. Dissociazione elettrolitica. Conduttività di soluzioni elettrolitiche
6. Cenni di Termodinamica Chimica
 - 1° Principio della Termodinamica. Termochimica: legge di Hess e legge di Kirchoff. Energia libera ed entropia
7. Cinetica Chimica
 - Velocità e ordine di reazione. Energia di attivazione e catalizzatori
8. Equilibrio Chimico
 - Legge dell'azione di massa. Equilibri omogenei ed eterogenei. Equilibri in soluzione acquosa (definizioni di acidi e basi). Prodotto ionico dell'acqua e pH. Idrolisi e soluzioni tampone. Prodotto di solubilità
9. Elettrochimica
 - Elettrolisi e leggi di Faraday. Pile e f.e.m.. Potenziali normali di ossidoriduzione ed equazione di Nernst. Celle galvaniche di pratico impiego
10. Cenni di radiochimica
 - Nuclidi stabili ed instabili. Tipi di decadimento. Reazioni nucleari
11. Chimica Organica
 - Cenni di nomenclatura ed isomeria. Proprietà e reattività di: idrocarburi saturi ed insaturi, alogenoderivati, alcoli eteri, esteri, aldeidi e chetoni, acidi carbossilici, ammine, ammidi e nitrili. Polimeri e meccanismi di polimerizzazione; addizione e condensazione
12. Chimica Inorganica Sistemática
 - Proprietà e reattività degli elementi e dei loro principali composti. I metalli alcalini. I metalli alcalino-terrosi. L'alluminio e alcuni metalli di transizione. Gli elementi del IV gruppo. Gli elementi del V gruppo. Ossigeno e zolfo, gli alogeni

Programma delle esercitazioni

1. Nomenclatura e semplici reazioni di ossidi, anidridi, acidi ossigenati, idruri e perossidi
2. Nomenclatura di sali e semplici reazioni. Unità di misura
3. Esercizi sui gas ideali
4. Esercizi sul significato quantitativo di formule e reazioni chimiche
5. Esercizi sulla concentrazione delle soluzioni e sulle proprietà colligative delle soluzioni di non elettroliti
6. Esercizi di termochimica
7. Calcoli su reazioni chimiche di equilibrio
8. Equilibri chimici di dissociazione termica
9. Soluzioni di elettroliti: conducibilità, equilibri di dissociazione ionica
10. Acidi e basi in soluzione: il pH
11. Calcoli su prodotto di solubilità, leggi di Faraday ed equazione di Nernst
12. Esercizi sulla nomenclatura di Chimica Organica. Esercizi di riepilogo

Testi di riferimento

1. P. Corradini, "Chimica generale"
2. C. Brisi, "Esercizi di chimica", Levrotto & Bella, Torino

Testi ausiliari

1. L.Fine e H.Beall, "Chimica per scienze ed ingegneria", UniSES, Napoli
2. C.Brisi e V.Cirilli, "Chimica generale ed inorganica", Levrotto&Bella, Torino
3. P.Silvestroni, "Fondamenti di chimica", Masson, Milano
4. J.L.Rosenberg, "Chimica generale", collana Schaum n°5, ETAS Libri

Modalità d'esame

- L'esame si articola in due prove:
 1. Prova scritta
 2. Prova orale
- L'esame è valido con il superamento di entrambe le prove
- L'insufficienza conseguita nella prima prova comporta automaticamente il fallimento dell'esame e la conseguente registrazione della bocciatura
- La sufficienza conseguita allo scritto non assicura una votazione minima né tantomeno il superamento dell'esame
- La prova scritta avrà durata di due ore e consisterà in 30 quesiti, alcuni di natura teorica ed altri che richiederanno l'impostazione di un calcolo, a cui sarà riconosciuto un punteggio maggiorato
- Durante l'esecuzione della prova scritta gli studenti potranno avere con sé unicamente una calcolatrice tascabile e quanto necessario per scrivere
- Il punteggio massimo raggiungibile allo scritto è fissato in 30/30
- Tutti gli esaminandi che abbiano conseguito un punteggio minimo di 18/30 si presenteranno alla prova orale che si articolerà su tutto il programma del corso, esercitazioni comprese

Modalità di contatto con il docente

- E. Angelini: Dip. di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica, Tel. 564.4642
- A. Delmastro: Dip. di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica, Tel. 564.4681
 - Orario ricevimento studenti:
 - . Lunedì: 14.30 - 16.30
- D. Mazza: Dip. di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica, Tel. 564.4688, Email: mazza@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Giovedì: 14.00 - 15.00

COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

- Codice: F0760 - L0760
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Flavio Canavero**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

L'obiettivo del corso riguarda la comprensione dei meccanismi di emissione, di diffusione e di captazione delle interferenze nei sistemi elettronici analogici e digitali, e la descrizione delle tecniche di progettazione che rendono tali sistemi elettromagneticamente compatibili con l'ambiente in cui operano.

Nel corso si pone particolare attenzione agli aspetti applicativi, mediante esercitazioni di calcolo, simulazioni numeriche ed esercitazioni di laboratorio.

Requisiti

Elettrotecnica.

Programma delle lezioni

(orientativamente articolato su una decina di argomenti descritti in modo più ampio dell'attuale)

1. Motivazioni allo studio della Compatibilità elettromagnetica: descrizione delle interferenze e classificazione delle modalità di accoppiamento
2. Dai campi ai circuiti: modellazione del comportamento non ideale di componenti (p. es. conduttori, piste di circuiti stampati, ferriti) e di dispositivi elettromeccanici e digitali
3. Emissione di interferenze per via radiata: modelli di emissione del modo comune e del modo differenziale
4. Emissione di interferenze per via condotta: reti di alimentazione, filtri e alimentatori
5. Captazione dei disturbi e loro propagazione sui conduttori: diafonia su linee multiconduttore; linee schermate e intrecciate
6. Schermi elettromagnetici: meccanismi di schermatura in condizioni di campo prossimo e lontano; effetti delle aperture
7. Scariche elettrostatiche: origine, effetti e tecniche di riduzione
8. Normativa: cenni sulla normativa civile e metodi di misura
9. Tecniche di progetto orientate al soddisfacimento dei requisiti di compatibilità degli apparati: masse, dislocazione di componenti e sistemi

Programma delle esercitazioni

(cfr. il programma delle lezioni)

1. Richiami dei principi fondamentali di elettromagnetismo (onde piane, linee di trasmissione e antenne) e di teoria dei segnali (spettri di forme d'onda utilizzate nei circuiti digitali; segnali aperiodici)
2. Esercitazioni di calcolo sugli argomenti 2, 3, 4, 5, 6, 7 delle lezioni
3. Simulazioni di progetto mediante l'utilizzo di strumenti CAD

Programma delle esercitazioni in laboratorio

(cfr. il programma delle lezioni)

1. Misure sperimentali di diafonia e di accoppiamento in bassa frequenza

Testi di riferimento

C.R. Paul, "*Introduction to Electromagnetic Compatibility*", J. Wiley, 1992

Testi ausiliari

1. C.R. Paul, "*Analysis of Multiconductor Transmission Lines*", J. Wiley, 1994
2. H.W. Ott, "*Noise Reduction Techniques in Electronic Systems*", J. Wiley, 1988

Modalità d'esame

- Verifica della conoscenza dei fondamenti mediante due accertamenti scritti in corso d'anno
- Lavoro di approfondimento valutato sia sui contenuti sia sulla presentazione

Modalità di contatto con il docente

- Recapito: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4060, Email: canavero@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Su appuntamento

COMPONENTI E CIRCUITI OTTICI

- Codice: F0770 - L0770
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici I (ELN)
 - Campi elettromagnetici II (TLC)
 - Trasmissione numerica (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 8
 - Esercitazione: non hanno cadenza regolare
 - Laboratorio: un paio di esperienze e visita ai laboratori CSELT
- Docente: Prof. **Renato Orta**, Dip. di Elettronica
- Collaboratore: Guido Perrone, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Questo corso mira a fornire una conoscenza di base delle varie tecniche impiegate per l'analisi e il progetto di componenti e sottosistemi usati nel campo delle comunicazioni ottiche. L'approccio è metodologico piuttosto che descrittivo e gli studenti dopo questo corso dovrebbero essere in grado di leggere la letteratura specialistica sull'argomento. Il corso tratta sia la propagazione libera che quella. Sono presentati i più importanti strumenti analitici e numerici per l'analisi di circuiti ottici.

Programma delle lezioni

1. Introduzione: (2 ore)
 - Presentazione del corso, discussione della sua collocazione nell'ambito delle comunicazioni ottiche, panoramica storica dell'evoluzione del settore, dall'ottica classica all'ottica moderna.
2. Analisi modale di guide dielettriche: (8 ore)
 - Guide d'onda a sezione trasversale non omogenea, formulazione di Marcuvitz-Schwinger. Determinazione delle autofunzioni modali a partire dalle componenti longitudinali. Proprietà di biortogonalità delle autofunzioni, calcolo dell'eccitazione dei modi
3. Analisi di mezzi isotropi stratificati: (6 ore)
 - Analisi dei mezzi dielettrici isotropi stratificati con la tecnica delle linee modali vettoriali. Propagazione di un campo specificato su un'apertura
4. Diffrazione: (12 ore)
 - Approssimazione di Fresnel a partire dalle rappresentazioni spettrale e spaziale. Fasci gaussiani, propagazione e interazione con strutture dielettriche stratificate
5. Ottica geometrica e applicazioni: (10 ore)
 - Ottica geometrica, caustiche e teoria geometrica della diffrazione, lenti e specchi. Formalismo ABCD, guide a lenti
6. Guide dielettriche planari: (16 ore)
 - Guida dielettrica planare, analisi con risonanza trasversale. Modi guidati e ir-radiati, onde leaky. Eccitazione delle guide dielettriche: accoppiatori a prisma, reticoli

7. Risonatori e filtri: (6 ore)
 - Risonatori chiusi e aperti, definizione di Q, finesse, free spectral range. Interferometri Fabry-Perot con dielettrico passivo e attivo. Strati $\lambda/4$ antiriflesso, o strati ad alta riflettività
8. Strutture periodiche: (6 ore)
 - Strutture dielettriche stratificate periodiche, onde di Bloch e relative curve di dispersione. Riflettori di Bragg, birifrangenza di forma, teorema di Floquet Reticoli di diffrazione
9. Metodi analitici e numerici per l'analisi di guide diffuse: (10 ore)
 - Linee non uniformi per studio di guide planari diffuse. Metodi numerici: differenze finite, elementi finiti, metodo dei momenti. Metodi analitici: profilo lineare. Metodo WKB e "metodo della funzione di confronto". Guide dielettriche tridimensionali: metodo dell'indice di rifrazione efficace e "beam propagation method"
10. Dielettrici anisotropi: (6 ore)
 - Mezzi anisotropi omogenei, superficie normale, ellissoide indice. Analisi di mezzi anisotropi stratificati, formalismo 4×4
11. Fibre ottiche: (12 ore)
 - Fibre ottiche step index e graded index. Fenomeni di dispersione e attenuazione nelle fibre. Fenomeni non lineari, automodulazione di fase, solitoni
12. Accoppiamento modale: (4 ore)
 - Teoria dell'accoppiamento modale codirezionale e controdirezionale. Effetto elettroottico e acustoottico

Programma delle esercitazioni

Diffrazione di Fresnel e di Fraunhofer. Propagazione di fasci gaussiani. Analisi di guide dielettriche planari: determinazione dello spettro modale e delle relative configurazioni di campo. Risonatori. Strutture periodiche. Mezzi anisotropi. Fibre ottiche. Accoppiamento modale.

Testi di riferimento

Appunti del docente

Testi ausiliari

1. B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "*Fundamentals of Photonics*", Wiley, 1991
2. D. Marcuse, "*Light transmission optics*", Van Nostrand Reinhold, 1972

Modalità d'esame

Orale.

Modalità di contatto con il docente

- R. Orta: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4058, Fax. 564.4099, Email: orta@polito.it
- G. Perrone: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4071, Fax. 564.4099, Email: perrone@polito.it

COMUNICAZIONI ELETTRICHE (GEN)

- Codice: L0801 - N0801
- Collocazione: Anno: III-IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Analisi matematica III (r) (ELN)
 - Elettronica applicata (ELN)
 - Calcolo delle probabilità (INF)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
- Docente: Prof. **Guido Albertengo**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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 gaussiano additivo. Dopo aver esaminato i tradizionali sistemi di trasmissione analogici, vengono analizzati i sistemi di trasmissione numerica ed il sistema di codifica PCM di segnali analogici.

Programma delle lezioni

1. Metodi analitici per la rappresentazione del segnale elettrico e per la sua caratterizzazione. Sviluppo in serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Spettro di potenza e di ampiezza
2. Richiami sui processi casuali. Il rumore termico. Caratterizzazione di doppi bipoli rumorosi. Il canale hertziano
3. Rappresentazione analitica del segnale numerico. Spettro di potenza del segnale numerico. La trasmissione in banda base del segnale numerico. Interferenza intersimbolica e primo criterio di Nyquist. Equalizzazione di canale. Calcolo della probabilità di errore in sistemi numerici in banda base
4. La trasmissione del segnale numerico in banda traslata. Modulazioni numeriche di ampiezza e fase. Prestazioni in presenza di rumore gaussiano additivo
5. Il teorema del campionamento e sue applicazioni. Quantizzazione e rappresentazione dei campioni in forma numerica. Il sistema PCM e le sue prestazioni
6. La trasmissione del segnale analogico in banda base ed in banda traslata. Modulazione d'ampiezza e modulazioni angolari. Prestazioni dei sistemi analogici in presenza di rumore

Testi di riferimento

L.W.Couch II, "*Digital and Analog Communication Systems*", Maxwell McMillan International Editions (in inglese)

Modalità di contatto con il docente

- G. Albertengo: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4062

COMUNICAZIONI ELETTRICHE (SPEC)

- Codice: F0800 - L0802 - N0802
- Collocazione: Anno: III - IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Teoria dei segnali
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

CONTROLLI AUTOMATICI (GEN) (ELN/TLC)

- Codice: F0840 - L0840
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Analisi matematica III (r) (ELN)
 - Elettronica applicata (ELN)
 - Teoria dei circuiti (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: da stabilirsi anno per anno
- Docente: Prof. **Enrico Canuto**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Gli obiettivi dell'insegnamento, rivolto ad allievi non specialisti, è di fornire sia una formazione di base nel campo dei controlli automatici, ovvero quelle conoscenze teoriche utili anche a chi non dovrà mai occuparsi di problemi specifici, sia una formazione professionale, come possibile *trait-d'union* verso gli specialisti del controllo.

La formazione di base avrà come scopo la comprensione dei seguenti concetti:

- il concetto di stato e il principio di causalità, alla base della nozione di sistema dinamico
- il principio della catena chiusa, come metodo generale di governo di sistemi in presenza di incertezza
- i problemi di controllabilità, osservabilità e stabilità, insiti in ogni operazione di catena chiusa

Per quanto riguarda gli aspetti professionali, verranno accennati i seguenti argomenti:

- la specificazione dei requisiti funzionali di un sistema di controllo
- l'architettura tipica di un moderno sistema di controllo

Requisiti

Il corso presuppone le conoscenze di base dei fenomeni e dispositivi trattati dalla Fisica Sperimentale e Applicata (meccanica, elettrotecnica, elettronica, termodinamica, dinamica dei fluidi), necessarie per la loro formulazione matematica. Si presuppone pure un'adeguata conoscenza dei metodi di analisi e trattamento dei segnali, ivi compresi quelli aleatori.

Programma delle lezioni e delle esercitazioni

1. Concetti introduttivi ed esempi
2. La descrizione matematica di sistemi dinamici:
 - Fondamenti delle equazioni di stato discrete e continue. Elementi dinamici della fisica sperimentale. Soluzione di equazioni di stato lineari e stabilità. Equazioni di stato a dati campionati
3. I problemi fondamentali del controllo automatico
 - Controllabilità e sintesi dei comandi. Sintesi dei comandi ad anello chiuso. Osservabilità e stima degli stati

4. I moderni sistemi di controllo automatico
 - Classi di problemi e requisiti. Schema funzionale di un controllo digitale.
 - Schema costruttivo di un controllo digitale
5. Un caso tipico: il controllo di posizione di un braccio meccanico

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Le modalità delle esercitazioni di laboratorio verranno stabilite di anno in anno.

Di regola l'allievo dovrà sviluppare e provare su elaboratore numerico un progetto completo di controllo automatico digitale, quale il controllo di posizione di un braccio meccanico ad un grado di libertà.

Testi di riferimento

Durante lo svolgimento del corso verranno distribuite dispense sugli argomenti principali.

Modalità d'esame

Le seguenti modalità sono da intendersi di massima; di anno in anno potranno essere adeguate alle esigenze del corso e in particolare modificate per gli allievi che hanno completato le prove di laboratorio. Per poter accedere all'esame orale l'allievo dovrà aver sostenuto una prova scritta preliminare della durata di 3 ore. Di norma verrà preparata una prova scritta per ognuna delle sessioni di esame (attualmente cinque).

L'esame orale è di due tipi:

- prova orale sintetica, da sostenersi da tutti coloro che sono stati giudicati sufficienti alla prova scritta; essa verrà sostenuta in concomitanza con la correzione della prova scritta e tenderà ad approfondire i temi proposti in tale prova
- prova orale estesa, da sostenersi a volontà da coloro che sono stati giudicati sufficienti alla prova orale sintetica o insufficienti alla prova scritta; verterà su tutto il programma del corso

Modalità di contatto con il docente

- E. Canuto: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7026
- Orario di ricevimento studenti:
 - Di norma, il Martedì: 9.00 - 10.00

CONTROLLI AUTOMATICI (GEN) (INF)

- Codice: N0841
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Analisi matematica III (r)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Giovanni Fiorio**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

L'insegnamento riguarda sia l'analisi di sistemi fisici di varia natura (elettrica, meccanica, termica, idraulica, pneumatica, ecc.), con lo scopo di determinarne le leggi di funzionamento in regime transitorio, sia la struttura dei sistemi di controllo, sia le proprietà richieste per i sistemi dotati di controllo, sia le procedure per il progetto degli organi di controllo di sistemi dinamici che garantisca la verificarsi delle proprietà richieste.

Requisiti

Le nozioni propedeutiche necessarie per seguire il corso e prepararne l'esame sono quelle di *Elettrotecnica*, di *Geometria* e di *Matematica*, soprattutto per quanto riguarda l'uso di vettori, matrici e trasformate di Laplace.

Programma delle lezioni

1. Il problema del controllo automatico. Concetto di sistema. Ingressi (comandi e disturbi), uscite (primarie e secondarie). Enunciato del problema in forma operativa. Schema generale di un sistema dotato di controllo. Proprietà degli elementi componenti. Elenco delle competenze richieste ad un esperto di controlli automatici
2. La costruzione di modelli matematici di sistemi fisici. Rappresentazione grafica dei modelli schemi a blocchi e loro regole di elaborazione. Modelli matematici approssimati per sistemi elettrici, meccanici, elettromeccanici, termici, idraulici e pneumatici
3. Elementi di analisi di segnali e di sistemi. Risposte nel dominio del tempo e della frequenza. Cenni su processi stocastici e dinamica statistica. Proprietà strutturali
4. L'incertezza nei modelli di sistemi e di segnali. La costruzione di modelli dinamici approssimati come lineari, a parametri concentrati ed invarianti nel tempo, a partire dalle leggi fisiche dei corrispondenti sistemi. Errori di modello in termini di incertezza dei rispettivi parametri. Sensitività
5. Dinamica dei sistemi monovariabili (un comando, una uscita con retroazione. Criteri di Routh e di Nyquist. Costruzione dei diagrammi di Nyquist. Margini di stabilità. Costruzione dei luoghi delle radici. Proprietà dei luoghi delle radici
6. Specifiche per la qualificazione dei sistemi di controllo. Enunciato del problema del controllo automatico in forma matematica. Specifiche sulla rapidità di risposta e sulla stabilità relativa. Specifiche sulla precisione a regime stazionario. Specifiche sull'attenuazione dei disturbi e della sensitività. Specifiche sulla sicurezza

7. Strutture particolari dei sistemi di controllo monovariabili, e loro proprietà ai fini del soddisfacimento delle specifiche. Compensazione in cascata ed in retroazione; retroazione dalle variabili di stato e da generiche uscite secondarie; filtraggio del riferimento e filtraggio (previa misura dei disturbi. Strutture miste
8. Progetto degli organi di controllo per sistemi monovariabili. progetto di compensatori in cascata sulla base di specifiche assegnate, con particolare riguardo ai compensatori di larga diffusione industriale. Progetto di compensatori di forma prefisata relativi ad altre strutture. Orientamenti per la scelta della forma degli organi di controllo. Sintesi diretta con uno o due gradi di libertà nella forma dei blocchi componenti
9. Introduzione allo studio del controllo digitale. Componenti digitali dei sistemi di controllo. I sistemi a tempo discreto. La trasformata zeta e le sue principali proprietà. Le funzioni di trasferimento impulsive. Cenni al progetto di sistemi di controllo digitali

Programma delle esercitazioni

Alle esercitazioni in aula è dedicata una quaterna di ore consecutive ogni settimana. Le settimane dedicate alle esercitazioni sono circa una dozzina, ed ogni esercitazione riguarda l'argomento trattato a lezione la settimana precedente. A ciascuno dei nove capitoli del programma delle lezioni è dedicata una esercitazione settimanale, salvo a quelli di maggior estensione, cui sono dedicate due esercitazioni successive. Il testo di riferimento per le esercitazioni ne riporta 13, per 13 settimane successive. Per ogni esercitazione sono presentati una decina di problemi da risolvere. Nella seconda parte del testo è riportata la risoluzione completa di alcuni di questi problemi.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Vedi "modalità di esame".

Testi di riferimento

Per le lezioni:

1. G.Fiorio, "*Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi*", CLUT, 1992

Per le esercitazioni:

2. G.Fiorio ed S.Malan, "*Esercitazioni di controlli automatici*", CLUT, 1990

Modalità d'esame

L'esame consiste di due parti, entrambe orali la prima riguarda la discussione di una tesina, preparata durante il corso con l'uso dei mezzi del Laboratorio di Informatica di Base; la seconda riguarda tutto il programma delle lezioni e delle esercitazioni.

Modalità di contatto con il docente

- Recapito: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7011, Email: fiorio@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Venerdì: 10.30 - 12.30

CONTROLLI AUTOMATICI (SPEC)

- Codice: L0842 - N0842
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Teoria dei sistemi continui
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 7
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 4
- Docente: Prof. **Giuseppe Menga**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso affronta lo studio della teoria dei servomeccanismi, ed ha come obiettivo portare gli allievi al progetto di sistemi di controllo in catena chiusa ad un ingresso ed un'uscita integrando tecniche classiche e moderne.

Requisiti

Sono prerequisiti per poter seguire il corso: gli argomenti di *Teoria dei Sistemi* e sapere sviluppare modelli di sistemi dinamici in variabili di stato ed in forma di funzioni di trasferimento a partire da componenti elettrici (motori elettrici, circuiti elettrici), elettronici (amplificatori operazionali) e meccanici (corpi rigidi in moto di traslazione e rotazione)

Programma delle lezioni

1. Preliminari
 - Sistemi dinamici a tempo continuo nelle rappresentazioni in variabili di stato e funzione di trasferimento
 - Il controllo in catena chiusa: funzioni di trasferimento caratteristiche e proprietà fondamentali, relazioni fra rappresentazioni di controllo con reazione sull'uscita; reazioni sugli stati, reazione mediante l'uso del ricostruttore degli stati
 - Controllo mediante calcolatore: la presenza del campionamento in un anello di controllo, relazioni fra segnali continui e segnali a dati campionati; relazioni fra trasformate di Laplace e trasformate Z.
2. Analisi
 - Le specifiche di un sistema di controllo in catena chiusa: specifiche di anello e specifiche riferimento/uscita
 - Analisi di stabilità dell'anello di controllo nel dominio della frequenza: diagrammi di Nyquist e di Nichols, criterio di Nyquist. Il luogo delle radici: regole di tracciamento, analisi di sensitività
3. Progetto
 - Un grado di libertà: l'uso di reti di compensazione elementari (derivativa ed integrativa) per soddisfare in modo parziale le specifiche di controllo
 - Due gradi di libertà: limiti del progetto ad un grado di libertà, soddisfacimento contemporaneo di specifiche di anello e riferimento/uscita
 - Progetto di compensatori digitali

- Progetto con reazioni parziali degli stati e ricostruttori dello stato

Programma delle esercitazioni

1. Sistemi dinamici lineari a tempo continuo e tempo discreto, costruzione dei modelli in variabili di stato, ed in forma di funzione di trasferimento, risposta del sistema ad ingressi caratteristici, rappresentazione di sistemi dinamici nel dominio della frequenza
2. Analisi di stabilità, tracciamento di diagrammi di Nyquist, Nichols e Bode in modo comparato ed verifica della stabilità dell'anello di controllo, tracciamento del luogo delle radici, analisi di sensitività del luogo a variazioni dei parametri
3. Progetto, uso di tecniche di sintesi diretta del controllo per la realizzazione di F. di T. in catena chiusa che soddisfano specifiche riferimento/uscita, uso delle reti di compensazione elementari per soddisfare le specifiche d'anello, progetto a due gradi di libertà per integrare specifiche ingresso/uscita e specifiche di anello

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Modelli di sistemi continui (sala terminali), uso di MATLAB per rappresentare e calcolare la risposta di sistemi dinamici, esempi di sistemi dinamici in catena aperta e chiusa, con valutazione della risposta, confronti fra la risposte di sistemi continui e sistemi a dati campionati
2. Progetto di un sistema di controllo a dati campionati (Ladispe), analisi del modello, progetto del controllo digitale, realizzazione e collaudo sperimentale su uno degli esempi disponibili in laboratorio

Testi di riferimento

1. Alberto Isidori, "Sistemi di Controllo", Siderea
2. Giovanni Fiorio, "Controlli Automatici", CLUT
3. Giuseppe Menga, "Controlli Automatici per ingegneria elettronica ed informatica - ipertesto delle lezioni"

Modalità d'esame

- Le esperienze in sala calcolatori ed in laboratorio sperimentale sono obbligatorie. La loro documentazione sotto forma di una relazione scritta è prerequisito per il superamento dell'esame
- Durante il corso verranno effettuate tre verifiche, (modellistica, analisi di stabilità e progetto) il superamento delle quali porta al superamento dell'esame
- Agli appelli l'esame sarà composto da una prova scritta di 4 ore su un progetto completo (modellistica, analisi delle specifiche e progetto) di un sistema di controllo, e da un orale. Fra coloro che hanno superato lo scritto alcuni candidati potranno, a giudizio del docente, essere esonerati dal sostenere l'orale.

Modalità di contatto con il docente

- G. Menga: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7012, Email: menga@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Nella 1/2 ora successiva alle lezioni
 - Su appuntamento

CONTROLLO DEI PROCESSI

- Codice: L0850 - N0850
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Donato Carlucci**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso si propone di illustrare le principali metodologie di progetto del controllo dei processi con particolare riferimento ai processi industriali. Nel corso, vengono presentati i metodi di sintesi del controllo con particolare enfasi per quelli che si prestano per una progettazione interattiva, assistita dal calcolatore. Ampio spazio viene dedicato alle moderne teorie di controllo per sistemi reali, cioè per sistemi in presenza di incertezze dovute a conoscenze sempre imperfette sia del sistema fisico da controllare sia dell'ambiente in cui esso opera. A questo scopo, la teoria rigorosa del controllo viene applicata a numerosi esempi di applicazione in prevalenza di carattere industriale dove il progetto viene sviluppato secondo teoria e nei minimi dettagli: dalla scelta dei trasduttori e degli attuatori, alla modellistica del processo, alla individuazione degli aspetti energetici dominanti, al progetto propriamente detto, fino alla valutazione delle prestazioni ed al bilancio tra costi e benefici.

Requisiti

Controlli Automatici, Teoria dei Sistemi.

Programma delle lezioni

Il programma comprende i seguenti punti principali

1. Fondamenti di Teoria del Controllo Ottimale per Sistemi Lineari con funzionale di costo quadratico e disturbi a statistica gaussiana. Deduzione dello schema generale del controllo basato sull'uso di uno stimatore dello stato e del controllore. Generalizzazione dello schema per controlli basati su criteri di soddisfacimento di specifiche diverse da quelle ottimali
2. Analisi di sistemi lineari multivariabili nel dominio della frequenza. Principali proprietà della matrice di trasferimento, zeri e poli: definizioni e significato fisico.
3. Diverse espressioni della matrice di trasferimento in catena chiusa per i sistemi multivariabili. Matrice di Trasferimento d'anello
4. Stabilità di un sistema reazionato e generalizzazione del teorema di Nyquist ai sistemi multivariabili
5. Tecniche di progetto del controllo nel dominio della frequenza per sistemi multivariabili
6. Teoria del piazzamento dei poli in catena chiusa per sistemi multivariabili. Criteri generali di esistenza della soluzione
7. Algoritmi per il piazzamento dei poli mediante reazione sullo stato del sistema

8. Uso di reazione sull'uscita e progetto assistito dal calcolatore del compensatore dinamico
9. Le strutture di controllo più diffuse nel campo industriale: filtri, compensatore PID. Trattamento dell'incertezza e tecniche di progetto del controllo per sistemi incerti
10. Valutazione dell'affidabilità di un sistema di controllo: criteri generali e metodi di simulazione
11. Validazione del progetto, valutazione di costi (hardware e software) e dei benefici

Programma delle esercitazioni in aula

1. Modellistica dettagliata di sistemi elettromeccanici industriali, satelliti artificiali, impianti termoelettrici
2. Uso di modelli semplificati per il progetto del controllo. Applicazioni delle differenti tecniche di progetto. Trattamento dell'incertezza tra sistema reale e modello usato per il progetto
3. Trattazione dettagliata di numerosi esempi di progetto di sistemi reali

Programma delle esercitazioni assistite in laboratorio

1. Progetto del controllo di un sistema elettromeccanico e simulazione al calcolatore delle prestazioni del sistema
2. Progetto del controllo di velocità angolare e di orientamento di un satellite, simulazione al calcolatore e valutazione della precisione sull'orientamento
3. Progetto del controllo di un sistema di prova per motori a combustione interna. Simulazione al calcolatore
4. Progetto del controllo di un robot. Simulazione al calcolatore
5. Localizzazione e controllo mediante semafori stradali di un veicolo viaggiante su una rete viaria conosciuta. Simulazione al calcolatore

Testo di riferimento

Sono a disposizione appunti del corso, lezioni ed esercitazioni, scritti dal docente e forniti su supporto magnetico.

Testi ausiliari

1. Tibaldi, "Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox", Progetto Leonardo, Bologna
2. Desoer, Vidyasagar, "Feedback Systems: input-output properties", Academic Press
3. Singh, Tidli, "Systems: decomposition", Optimization and Control

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale nella quale viene fra l'altro richiesta la discussione dei progetti sviluppati durante il corso.

Modalità di contatto con il docente

- D. Carlucci: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7028.
- Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 16.30 - 18.30

COSTRUZIONI BIOMECCANICHE

- Codice: P1040
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Pasquale Calderale**, Dip. di Meccanica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- P. Calderale: Dip. di Meccanica, Tel. 564.6919

identificazione (MIAS): identificazione "on-line" di processi dinamici e segnali stocastici, e dell'anello di regolazione chiuso. Regolatori adattivi nei parametri

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni consistono nella discussione, in aula, di problemi di carattere applicativo riguardanti gli argomenti del corso, risolti o illustrati dopo essere stati assegnati per lo svolgimento a casa, e altresì nella esposizione di argomenti di carattere matematico complementari alla materia del corso, quali taluni capitoli della teoria delle matrici.

Testi di riferimento

All'inizio del corso viene messa a disposizione degli allievi una copia riproducibile di note manoscritte che coprono quasi integralmente il programma del corso

Testi ausiliari

Per eventuali approfondimenti possono essere utilmente consultati:

1. O. Föllinger, "*Lineare Abtastsysteme, 4*", Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München-Wien, 1990
2. R. Iserman, "*Digitale Regelsysteme, 2*", Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1987.
3. V. Strejc, "*State Space Theory of Discrete Linear Control*", John Wiley & Sons, New York, 1981
4. M. Athans et al., "*Systems, Networks, and Computation. Multivariable Methods*", McGraw-Hill Book Co., New York, 1974

Altri riferimenti bibliografici vengono forniti, quando del caso, durante il corso.

Modalità d'esame

- Gli esami consistono in una prova scritta, un tema di carattere teorico da sviluppare senza materiale di riferimento e, immediatamente dopo, uno o più problemi che possono essere svolti con libera consultazione di libri, note ecc.
- Un eventuale successivo accertamento orale se il candidato lo desidera

Modalità di contatto con il docente

- M. Vallauri: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7028
- Orario di ricevimento studenti:
 - Affisso sulla porta dell'ufficio presso il Dip.
 - Di regola, lunedì: 8.30 - 10.30
 - Altri giorni ed ore, previo appuntamento

DISPOSITIVI ELETTRONICI I

- Codice: L1441
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Carlo Naldi**, Dip. di Elettronica
 - (II corso) Prof. **Ivo Montrosset**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso è il primo corso dell'albero di insegnamenti di Elettronica Applicata, con il compito di spiegare il funzionamento dei componenti. Il successivo corso di Teoria dei Circuiti Elettronici ne studierà l'inserimento nei circuiti attivi. Inoltre è l'insegnamento fondamentale per gli orientamenti rivolti verso i componenti e le tecnologie elettroniche.

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

Programma delle lezioni

- Parte prima
 1. Cenni di fisica dei solidi:
 - Equazione di Schrödinger barriera di potenziale: effetto tunnel; struttura cristallina, legami covalenti; semiconduttori IV e III-V gruppo (9 + 4)
 2. Fenomeni di trasporto:
 - Teoria delle bande di energia nei cristalli; fenomeni di generazione e ricombinazione; meccanismo della conduzione, massa efficace e fononi. Funzione distribuzione degli elettroni
 - Resistori reali. Tecnologia del film sottile e del film spesso, circuiti ibridi. (9 + 6)
 3. Materiali magnetici:
 - Richiami su paramagnetismo, ferromagnetismo, ferrimagnetismo e antiferromagnetismo. Perdite per isteresi e per correnti parassite. Cenni su materiali magnetici dolci: leghe Fe-Si, Fe-Ni, Ferriti
 - Induttori reali: parametri parassiti. Nuclei compressi di materiali polverizzati (tecniche di progetto). Induttori con nucleo di ferrite. Magneti permanenti. Nastri magnetici. (6 + 2)
 4. Materiali dielettrici:
 - Richiami sulle proprietà dielettriche. Materiali ferroelettrici e piezoelettrici. Isolanti inorganici: mica, quarzo, zaffiro, ceramiche. Polimeri dielettrici: polietilene, polipropilene, poliolefine, resine poliviniliche, polistirolo, teflon e teflon "caricato", poliammidi. Resine epossidiche

- Condensatori reali: condensatori ceramici, condensatori elettrolitici e a tantalio condensatori a carta, a film plastico, a mica. Fibre ottiche (6 + 0)
- 5. Tecnologia dei circuiti integrati ibridi:
 - Circuiti stampati. Substrati per circuiti ibridi. Circuiti a film sottile: deposizione (evaporazione e "sputtering") e fotolitografia, componenti passivi (condensatori e induttori). Circuiti a film spesso: serigrafia e vernici, taratura per "trimming", resistori, interconnessioni ("bonding"). Circuiti integrati a microonde (6 + 0)
- Parte seconda
- 6. Teoria elementare dei semiconduttori:
 - Semiconduttore intrinseco e semiconduttori drogati; fenomeno di diffusione. Equazione di continuità (6 + 10)
- 7. Tecnologia dei circuiti integrati:
 - Circuiti integrati ibridi: substrati, componenti passivi. Tecnologia planare: fasi del processo. Crescita del monocristallo (metodo Czochralski). Ossidazione, litografia, attacco chimico. Impiantazione ionica, diffusione e solubilità dei droganti. Processi CVD: crescita epitassiale, deposizione di polisilicio, di ossidi e di strati metallici. Cenni sulla tecnologia dell'arseniuro di gallio. Interconnessioni, packaging e testing. Resistori integrati (6 + 4)
- 8. Giunzione metallo semiconduttore:
 - Barriera di Schottky; capacità differenziale. Tecnica di misura C(V) dei profili di drogaggio; diodo Schottky e contatti ohmici. (3 + 4)
- 9. Giunzione p-n:
 - Giunzione all'equilibrio, capacità di transizione; correnti nel diodo; diodo reale: effetto della temperatura. Tecnologia dei diodi integrati: isole, defocalizzazione della corrente, strato sepolto. Comportamento dinamico del diodo: modello a controllo di carica. Fenomeni di rottura: effetto Zener, effetto valanga. Diodi Zener e diodi tunnel (5 + 7)
- 10. Transistore a effetto di campo a giunzione (2 + 0)
- 11. Transistore bipolare:
 - Effetto transistorore; regioni di funzionamento; modelli di Ebers-Moll e modelli SPICE. Effetto Early. Tempi di commutazione, modello a controllo di carica. Effetto della resistenza distribuita di base. Breakdown a valanga e perforazione diretta.
 - Tecnologia dei transistori integrati: transistorore planare npn; transistorore parassita, transistori pnp. Modello di processo; transistorore Schottky e isolamento a ossido (7 + 4)
- 12. MOSFET:
 - Diodo MIS: inversione di popolazione, tensione di soglia di diodi ideali e reali. Modelli analitici dei MOS. MOS ad arricchimento e a svuotamento. Tecniche per il controllo della tensione di soglia. Tecnologia metal gate e silicon-gate (NMOS) (6 + 2)
- 13. Tecnologia VLSI. Ciclo di progetto dei circuiti integrati:
 - Livelli di astrazione. Metodologie di progetto VLSI: full custom, standard cell, gate array. Tecniche di scalamento e limiti di integrazione. Interfaccia progettista-fabbrica: regole di progetto. Invertitori (4 + 2)
- 14. Uso del simulatore di componenti SPICE presso il LAIB

Testi di riferimento

1. Naldi, Piccinini, "Dispositivi Elettronici", CELID, 1995
2. Masera, Naldi, Piccinini, "Introduzione all'analisi dei dispositivi a semiconduttore", Hoepli, 1995
3. Tabelle e grafici dei materiali e componenti per l'Elettronica, CELID, 1995

Testi ausiliari

1. S.M. Sze, "Dispositivi a semiconduttore", Hoepli, Milano
2. R.S. Muller, T.I. Kamins, "Dispositivi Elettronici" 2 ediz., Bollati-Boringhieri, Torino, 1993

Modalità d'esame

- L'esame è relativo alle due parti in cui è diviso il corso. Usualmente (ma non necessariamente) vengono superate separatamente, soprattutto perché durante il corso si ha la possibilità di superare la prima parte con un esonero.
- Il voto della prima parte fa media pesata con quello della seconda (pesi 1/3, 2/3)
- Con i soli scritti si può superare l'esame con un massimo di 27/30, per voti superiori, su richiesta, vi è una prova orale sulla seconda parte

Modalità di contatto con il docente

- I. Montrosset: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4059
- C. Naldi: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4069

ECONOMIA E GESTIONE DEI SERVIZI

- Codice: L1500
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

ECONOMIA E GESTIONE DELL'INNOVAZIONE

- Codice: L1510 - N1510
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

- Codice: F1530 - L1530 - N1530
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I - II (INF)
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE I

- Codice: L1531 - N1531
- Collocazione: Anno: IV - V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE II

- Codice: L1532 - N1532
- Collocazione: Anno: IV - V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

ELABORAZIONE DATI E SEGNALI BIOMEDICI
--

- Codice: L1570
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 8
 - Laboratorio: 4 (facoltativo)
- Docente: Prof. **Marco Knafnitz**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Scopo del corso è il fornire una panoramica su alcune delle tecniche più attuali di elaborazione di dati sperimentali e segnali di interesse biomedico. Generalmente lezioni ed esercitazioni non saranno separate in modo preciso, ma all'esposizione della teoria seguiranno esempi applicativi ed esercizi in misura tale da rendere agevole la comprensione degli argomenti presentati. Il materiale esposto durante le lezioni può essere suddiviso in due parti: l'analisi statistica dei dati sperimentali, che copre circa un terzo del corso, e l'esposizione di tecniche specifiche di analisi dei segnali, che copre i rimanenti due terzi. Sono previste alcune esercitazioni di laboratorio non assistite, che consisteranno nello studio di problemi specifici utilizzando dati e segnali reali.

Requisiti

È necessaria una discreta familiarità con le tecniche di analisi dei segnali e le nozioni di teoria delle probabilità presentate nel corso di *Teoria dei segnali*. È consigliata la frequenza del corso di *Strumentazione biomedica*.

Programma delle lezioni

Il piano degli argomenti proposto nel seguito è stato preparato in modo da raggruppare temi trattati in circa 6-10 ore cadauno. Il livello di approfondimento con cui un argomento è trattato dipende in parte dall'importanza applicativa dell'argomento stesso ed in parte dalla necessità di preparare in modo adeguato i seminari specialistici, che non è sempre possibile programmare in modo certo con largo anticipo. Lo spazio dedicato ad ogni argomento potrà pertanto variare di anno in anno entro i limiti indicati.

1. Presentazione dei metodi propri della statistica descrittiva e nozioni introduttive di statistica: differenze tra statistica descrittiva ed inferenziale, misure di tendenza centrale, definizione dei momenti statistici, misure di asimmetria, istogrammi ed altre rappresentazioni grafiche
2. Richiami di teoria delle probabilità: proprietà delle distribuzioni di probabilità e delle funzioni densità di probabilità, estensioni al caso di più variabili casuali, descrizione delle proprietà di alcune distribuzioni di uso comune (binomiale, di Poisson, esponenziale, gaussiana,...)
3. La teoria della stima puntuale ed intervallare: il concetto di distribuzione campionaria, proprietà degli stimatori puntuali, esempi di costruzione di stimatori puntuali a massima verosimiglianza, concetto di intervallo di confidenza ed esempi di stima intervallare

4. I test di ipotesi: ipotesi semplici e composte, il teorema di Neyman-Pearson e la costruzione della regione critica, test unilateri e bilateri, analisi di osservazioni dicotome, osservazioni appartenenti ad una tra k classi, test sul valor medio e sulla varianza nel caso di due variabili casuali definite su una popolazione o una variabile casuale definita su due popolazioni, ipotesi di omogeneità ed indipendenza, le tavole di contingenza
5. Applicazioni di analisi statistica multivariata e regressione lineare: analisi degli outlier e test di ipotesi su vettori di valori medi, applicazione all'analisi del cammino ed al monitoraggio in terapia intensiva, regressione lineare ai minimi quadrati e regressione robusta, il coefficiente di correlazione
6. La rivelazione di eventi: tecniche statistiche e morfologiche, rivelazione statistica dell'attivazione muscolare, il matched filter, la tecnica dell'averaging applicata ai potenziali evocati somatosensoriali, detezione del complesso QRS nel segnale elettrocardiografico, rivelatori e classificatori basati su tecniche neurali
7. Analisi spettrale di segnali stazionari: i metodi non parametrici (FFT based), la finestatura ed altri metodi per la riduzione della varianza della stima; applicazioni al segnale elettroencefalografico ed elettromiografico
8. Analisi spettrale di segnali stazionari: i metodi parametrici (AR, MA, ARMA), metodi per il calcolo dei coefficienti, stima spettrale a risoluzione infinita, limiti teorici. Applicazioni al caso del segnale elettroencefalografico ed al segnale di variabilità del ritmo cardiaco (intervalli R-R). Il filtro sbiancante
9. La stima del ritardo tra due segnali deterministici e stocastici: tecnica della cross-correlazione, spectral matching, tecnica della risposta all'impulso; applicazione alla stima della velocità di conduzione muscolare. Il segnale EMG di superficie e la fatica muscolare localizzata. Allineamento di segnali ad alta risoluzione: applicazione all'analisi dei potenziali tardivi
10. Riduzione del rumore e tecniche numeriche per la riduzione dell'interferenza di rete: filtraggio ottimo di Wiener, cenni alle possibilità offerte dagli spettri di ordine superiore (HOS), filtri notch FIR, IIR ed adattivi
11. Compressione e riduzione dei dati ed il problema della ricostruzione: tecniche tipiche delle applicazioni all'elettrocardiografia dinamica ed all'elettroencefalografia
12. Applicazioni di metodi tempo-frequenza a segnali a supporto limitato nel tempo, ciclostazionari ed a processi casuali fortemente non stazionari: la trasformazione di Wigner-Ville e le versioni modificate, trasformazioni della classe di Cohen, proprietà. Applicazioni al segnale elettrocardiografico ed al segnale elettromiografico ottenuto in condizioni isocinetiche

Programma delle esercitazioni

(cfr. il programma delle lezioni)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

(cfr. il programma delle lezioni)

Saranno proposte 4-6 esercitazioni di laboratorio tra quelle presentate nel seguito. Temi specifici potranno essere aggiunti di anno in anno.

Ogni esercitazione richiede mediamente un impegno di 5-6 ore. Al fine di poter sostituire parte dell'esame orale con la valutazione dei laboratori, ogni studente dovrà redigere una relazione sui risultati ottenuti ed i problemi incontrati in ogni esercitazione.

1. Applicazione della statistica descrittiva all'analisi delle caratteristiche dei campioni di due popolazioni ottenute nel corso di uno studio sull'efficacia di un farmaco per la riduzione della colesterolemia
2. Applicazione della statistica descrittiva, degli stimatori puntuali e dei test di ipotesi ai dati relativi a pazienti critici ricoverati in terapia intensiva
3. Rivelazione di complessi QRS simulati ed originali mediante tecniche diverse. Estrazione e rivelazione di potenziali evocati somatosensoriali
4. Analisi spettrale mediante metodi parametrici e non parametrici di brani di segnale elettroencefalografico. Suddivisione dello spettro in bande alfa, beta, delta e teta
5. Analisi spettrale mediante metodi parametrici e non parametrici di brani di segnale elettromiografico volontario e stimolato elettricamente. Studio delle manifestazioni elettriche di fatica muscolare localizzata
6. Riduzione del rumore e dell'interferenza di rete in segnali elettrocardiografici, elettroencefalografici ed elettromiografici
7. Riduzione dell'artefatto dovuto all'elettrocardiogramma materno nell'ECG fetale
8. Applicazione di trasformazioni tempo-frequenza e wavelets all'analisi del ciclo cardiaco e del segnale elettromiografico ottenuto durante contrazioni isocinetiche

Testi di riferimento

Non esiste un testo di riferimento che contenga tutti e solo gli argomenti trattati nel corso. Sarà disponibile materiale didattico aggiuntivo (fotocopie di lucidi, articoli,...).

1. P. Galeotti, *"Elementi di probabilità e statistica"*, Levrotto&Bella, Torino, 1984
2. C. Marchesi, *"Tecniche numeriche per l'analisi dei segnali biomedici"*, Pitagora Editrice S.r.l., Bologna, 1992

Testi ausiliari

1. A.A. Afifi, S.P. Azen, *"Statistical analysis. A computer oriented approach"*, Academic Press Inc., San Diego, California, 92101, 1979
2. S.L. Marple, *"Digital spectral analysis with applications"*, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, NJ, 1987
3. C.J. De Luca and M. Knaflitz, *"Surface electromyography: what's new?"*, CLUT, Torino, 1992
4. AA. VV. *"Time-frequency analysis. Methods and applications"*, Edited by B. Boashash, John Wiley and Sons Inc, New York, Toronto, Chichester, 1992

Modalità d'esame

L'esame si basa su una prova orale, parte della quale può opzionalmente essere sostituita dalla valutazione delle relazioni che descrivono i risultati ottenuti nel corso dell'attività di laboratorio. Tale opportunità vale unicamente per l'anno solare in cui si è ottenuta la frequenza al corso.

Modalità di contatto con il docente

- M. Knaflitz: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4135, Fax. 564.4134, Email: knaflitz@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Esposto in bacheca. Gradita la prenotazione telefonica

ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI

- Codice: F1590 - L1590
- Collocazione: Anno: IV - V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Comunicazioni elettriche (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: da 6 a 10 durante tutto il corso
- Docente: Prof. **Ezio Biglieri**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

L'insegnamento si propone di studiare l'elaborazione numerica dei segnali, con particolare riguardo alle sue applicazioni alla codifica (quantizzazione) del segnale vocale. Dopo un richiamo dei concetti principali relativi ai segnali e sistemi discreti (trasformata z , ecc.) viene affrontato lo studio dei processi casuali discreti, con particolare riguardo al problema della predizione e della loro modellizzazione con schemi AR, MA, e ARMA. Viene poi affrontato lo studio della quantizzazione del segnale vocale, con particolare riferimento agli standard in uso per la trasmissione telefonica (rete terrestre e rete radio-mobile).

Programma delle lezioni

(Ognuno degli argomenti qui elencati occupa circa 3 ore)

1. Introduzione al corso. Campionamento e quantizzazione. Sistemi e segnali discreti. Sistemi lineari
2. Invarianza. Risposta all'impulso di un sistema lineare invariante. Trasformata z , sua convergenza, sua inversione
3. Sistemi lineari e invarianti. Causalità e stabilità di un sistema discreto dato tramite la risposta all'impulso e la funzione di trasferimento
4. Cenni ai metodi di progetto dei filtri numerici (FIR e IIR). Strutture a reticolo
5. Finestre temporali. Filtraggio omomorfo
6. Processi casuali discreti. Stazionarietà in senso lato. Correlazione di un processo. La matrice R e le sue proprietà
7. Spettro di densità di potenza di un processo casuale discreto. Sua definizione e sua stima: il metodo dell'autocorrelazione e il metodo del periodogramma. Metodi di Bartlett e di Welch
8. Predizione lineare di un processo casuale discreto. Algoritmo di Levinson-Durbin, formula di Kolmogorov
9. Processi AR, MA, ARMA: correlazioni e spettri di potenza. Stima dei parametri di un modello AR
10. Ancora sui modelli AR, MA, ARMA. Campionamento, interpolazione e decimazione
11. Trasformazioni discrete di segnali numerici: Fourier, trasformata del coseno, di Hadamard, di Karhunen-Loeve
12. Introduzione al segnale vocale: il meccanismo di fonazione
13. Il segnale vocale: Analisi dei suoi parametri statistici a breve e a lungo termine

14. Introduzione alla quantizzazione. La quantizzazione scalare fissa
15. La quantizzazione uniforme. La quantizzazione robusta. Legge μ e legge A
16. Il quantizzatore a legge di compressione ottima. Quantizzazione adattativa
17. Quantizzazione predittiva
18. Quantizzazione vettoriale
19. Quantizzazione LPC (standard LPC-10)
20. Altri tipi di quantizzatori. Applicazioni ai sistemi radio-mobili
21. Quantizzatori per i sistemi di telefonia radio-mobile

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni consistono in calcoli svolti sugli argomenti presentati durante le lezioni precedenti.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Predizione lineare di processi casuali
2. Algoritmi di quantizzazione vettoriale

Testi di riferimento

Appunti del docente distribuiti all'inizio del corso

Testi ausiliario

N. Jayan and P. Noll, "Digital Coding of Waveforms", Prentice Hall, 1984

Modalità d'esame

- L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte: esame tradizionale, esame con esoneri
 1. L'esame tradizionale consiste in una prova scritta che verte sull'intera materia del corso. Ci si può presentare alla prova scritta non più di una volta per sessione
 2. L'esame con esoneri consiste nel superamento di due prove di esonero durante lo svolgimento del corso. La prima prova di esonero si svolge dopo circa 7 settimane dall'inizio del corso e verte sugli argomenti trattati fino alla sesta settimana di lezione. La seconda prova di esonero si svolge immediatamente dopo la fine del corso e verte sugli argomenti trattati a partire dalla settima settimana di lezione. A chi abbia sostenuto entrambe le prove di esonero viene proposto un voto in trentesimi. L'accettazione di questo voto deve essere fatta prima del primo appello di esame regolare
- Le prove scritte (esoneri ed esami) consistono in alcuni esercizi (tipicamente da tre a cinque) da svolgere in 3 ore
- Durante le prove scritte è possibile consultare qualunque testo o appunto

Modalità di contatto con il docente

- B. Biglieri: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4030, Email: biglieri@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Verrà concordato all'inizio del corso

ELETTRONICA APPLICATA (ELN)

- Codice: L1710
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Analisi matematica III (r)
 - Teoria dei circuiti elettronici
 - Dispositivi elettronici I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4/2
 - Laboratorio: 0/2
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Vincenzo Pozzolo**, Dip. di Elettronica
 - (II corso) Prof. **Franco Maddaleno**, Dip. di Elettronica
- Collaboratore: Luciano Lavagno, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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 sulla parte di metodologia di progetto di circuiti, evidenziando le varie fasi che permettono di passare dalle specifiche di un circuito alla sua realizzazione, tenendo conto delle caratteristiche dei componenti reali.

Requisiti

Per una proficua frequenza, gli studenti devono conoscere approfonditamente e padroneggiare con sicurezza gli argomenti trattati nei corsi di *Elettrotecnica* ed in quelli indicati sotto la voce precedenze.

Programma delle lezioni

1. Elettronica digitale: (circa 8 lezioni)
 - Definizione di porta logica e parametri caratteristici (livelli, soglie, transcaratteristica, ritardi, caratteristiche di ingresso e di uscita, prodotto velocità-potenza, immunità ai disturbi). Circuiti elementari di porte logiche (bipolari TTL ed ECL, CMOS). Flip-Flop, metastabilità. Memorie. Logica programmabile
2. Elettronica analogica: (circa 5 lezioni)
 - Non idealità dei circuiti (offset, derive, slew-rate, dinamica). circuiti elementari per operazionali (specchi di corrente, differenziale). Tecniche di realizzazione di operazionali bipolari e MOS. Dipendenza dei parametri dell'operazionale dal circuito interno. Modelli dell'operazionale in linearità
3. Retroazione e stabilità: (circa 4 lezioni)
 - Sistemi del primo e secondo ordine retroazionati. Posizione dei poli, risonanze. Compensazione a pole splitting, zero-polo, due poli e feed forward. Impedenze di ingresso e uscita
4. Utilizzo degli operazionali: (circa 5 lezioni)

- Amplificatori da strumentazione. Uso dell'operazionale fuori linearità. Comparatori con e senza isteresi. Generatori di forme d'onda. VCO e monostabili, Caratteristiche non lineari e lineari a tratti
- 5. Elettronica di interfaccia: (circa 4 lezioni)
 - Sistemi e circuiti per l'acquisizione dati. Condizionamento di segnale. Multiplexer. Convertitori A/D e D/A. Circuiti di campionamento e mantenimento
- 6. Elettronica di ampio segnale: (circa 5 lezioni)
 - Amplificatori di potenza in classe A e B. SOA, resistenza termica e dissipatori. Alimentatori lineari e a commutazione. Regolatori di tensione

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni in aula seguono fedelmente gli argomenti trattati a lezione e riguardano il progetto completo di semplici circuiti, mettendo in evidenza le varie scelte che il progettista deve compiere per tener conto ad esempio di limitazioni imposte dai componenti reali e per il soddisfacimento di specifiche contrastanti. Essendo questo un corso di Elettronica applicata è fondamentale, anche in sede di esame, la capacità di leggere i fogli tecnici dei componenti e il corretto dimensionamento numerico dei progetti.

Esercizi a casa

Ogni settimana vengono consigliati degli esercizi facoltativi tratti dal libro di testo da svolgere a casa, preferibilmente in gruppo, in modo da stimolare il confronto fra diverse soluzioni. I docenti correggono questi esercizi e li restituiscono agli interessati. Lo svolgimento di questi "homework" non comporta nessun vantaggio istituzionalizzato in sede di esame.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Sono previste sei esercitazioni facoltative di laboratorio, della durata di circa 2 ore l'una, svolte in gruppi di quattro persone. Ogni gruppo deve avere un quaderno sul quale annotare, durante le ore di laboratorio, le osservazioni relative alla esercitazione svolta. Durante l'esercitazione di laboratorio è previsto il montaggio di semplici circuiti elettronici, sui quali rilevare e misurare alcuni dei comportamenti visti a lezione. Gli argomenti delle esercitazioni di laboratorio sono:

1. Transistore in commutazione
2. Comportamento elettrico delle porte logiche
3. Circuiti fondamentali con operazionali
4. Misura dei parametri di un operazionale
5. Diodo ideale e raddrizzatore a doppia semionda
6. Generatore di onda quadra e triangolare

Testi di riferimento

- Per la parte di elettronica digitale, e alcuni aspetti della parte analogica:
 1. Sedra, Smith, "Microelectronics Circuits", Saunders College Publishing
 2. J. Millman, A. Grabel, "Microelectronics", McGraw Hill
- Per la parte di utilizzo e progetto dei circuiti analogici:
 3. S. Franco, "Design with operational amplifier and analog integrated circuits", McGraw Hill
- Per le esercitazioni
 4. Pózzolo, "Caratteristiche di componenti elettronici", CELID

- Alcuni argomenti sono trattati su articoli indicati durante il corso
- Altro materiale di studio preparato dai docenti è disponibile in copisteria.

Testi ausiliari

1. Soclof, "*Design and application of analog integrated circuits*", Prentice Hall

Modalità d'esame

- Nella sessione di esame vi è un appello ogni martedì
- L'esame è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria presso la segreteria di Elettronica) e da un orale
- Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di 30 minuti
- All'esame si deve essere muniti di calcolatrice, libro delle caratteristiche dei componenti e tabelle fornite durante il corso
- Durante lo scritto è possibile ritirarsi senza lasciare traccia, si possono consultare libri ed appunti, non si devono consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto
- L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o a esercitazione in aula e ha durata media di un'ora
- Pur non essendo fiscalmente richiesto il superamento dei corsi propedeutici, sono comunque possibili in sede di esame richiami ai corsi di Teoria dei Circuiti, Elettrotecnica, Dispositivi Elettronici ecc. La mancata conoscenza di concetti fondamentali dei corsi precedenti provoca l'immediata riprovazione
- Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto). In caso di non superamento dell'orale il candidato può ripresentarsi all'esame (scritto e orale) al più solo una seconda volta nella stessa sessione, ad opportuna distanza di tempo suggerita dal docente, (normalmente due o più settimane)
- In caso di rifiuto del voto proposto vengono seguite le stesse norme

Modalità di contatto con il docente

- V. Pozzolo: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4048
- F. Maddaleno: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4042, Email: maddaleno@polito.it
- L. Lavagno: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4150, Email: lavagno@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Consulenza in orario di ufficio, previo accordo telefonico

ELETTRONICA APPLICATA I (INF)

- Codice: N1711
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Elettrotecnica
- Docente: Prof. **Marco Giordana**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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

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

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

Il programma delle esercitazioni comprende alcuni cenni alla tecnologia dei dispositivi elettronici, la definizione e l'inquadramento delle tecniche di progettazione per circuiti digitali VLSI, l'utilizzo di strumenti elettronici di base per la misura e la valutazione di semplici circuiti elettronici.

Le esercitazioni si svolgeranno sia in aula sia in laboratorio. Le modalità delle esercitazioni in laboratorio dipendono dal numero di studenti.

Programma delle lezioni

- I PARTE: Introduzione
 1. Definizione di segnale analogico e discreto
 2. Panoramica sui circuiti analogici
 - Amplificatori. Filtri. Circuiti non lineari. Generatori di forme d'onda. Alimentatori
 3. Panoramica sui circuiti digitali
 - Circuiti combinatori. Circuiti sequenziali. Circuiti misti sequenziali e combinatori
 4. Problematiche di progetto
 - Progettazione mediante componenti discreti. Progettazione mediante circuiti integrati. Progettazione mediante circuiti ibridi
 5. Considerazioni termiche
 - Definizione di resistenza termica. Contenitori e dissipatori
- II PARTE: Segnali e circuiti logici
 6. Definizione di segnale logico
 - Assegnazioni logiche, logica positiva e negativa. Definizione del margine dell'uno e dello zero logico. Definizione del margine di rumore. Temporizzazioni. Capacità di pilotaggio: fan out, carichi capacitivi
 7. Famiglie logiche
 - Famiglia logica TTL e sue derivate. Famiglia logica CMOS e sue derivate. Famiglia ECL e sue derivate. Confronto fra le diverse famiglie logiche
 8. Analisi delle prestazioni. Applicazioni principali. Esempi di circuiti combinatori

9. Esempi di circuiti sequenziali
 - . Flip flop di tipo elementare. Flip flop sincronizzati con il segnale di clock. Contatori. Registri a scalamento
- III PARTE: Memorie
 10. Classificazione delle memorie elettroniche
 - . Memorie statiche e dinamiche. Memorie seriali ed ad accesso casuale. Memorie a lettura e scrittura. Memorie a sola lettura
 11. Memorie per applicazioni particolari
 - . Memorie a doppia porta. Memorie FIFO
 12. Organizzazione di un banco di memoria
 13. Dispositivi logici programmabili
- IV PARTE: Amplificatori
 14. Generalità sugli amplificatori
 - . Definizione di curva di risposta. Amplificatori a larga banda. Amplificatori per grandezze continue. Amplificatori selettivi
 15. Amplificatori operazionali
 - . Separazione dei modi. Amplificatore operazionale ideale. Il concetto di reazione: negativa, positiva. L'amplificatore operazionale reale. Applicazioni lineari dell'amplificatore operazionale. Applicazioni non lineari dell'amplificatore operazionale
- V PARTE: Alimentatori stabilizzati
 16. Generalità sugli alimentatori
 17. Principali fonti di energia
 18. Circuiti di raddrizzamento
 19. Regolatori lineari dissipativi
 20. Regolatori a commutazione (cenni)

Programma delle esercitazioni

1. Componenti passivi
2. Componenti attivi e modelli
3. Il simulatore elettrico SPICE
4. Circuiti digitali e metodologie di progetto VLSI
5. Esempi di architetture semplici sistemi digitali

Testi di riferimento

1. R. Muller, T. Kamins, "Device electronics for integrated circuits" Second Edition, John Wiley & Sons, 1986
2. C. Mead, L. Conway, "Introduction to VLSI systems", Addison Wesley, 1980
3. D. Pucknell, K. Eshraghian, "Basic VLSI design Systems and circuits", Prentice Hall, 1988
4. D. Schilling, C. Belove, "Electronic circuits" Third Edition, McGraw Hill, 1989
5. S. Franco, "Operational Amplifier and Analog Integrated circuits", McGraw Hill, 1988

Modalità di contatto con il docente

- M. Giordana: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4039

ELETTRONICA APPLICATA II

- Codice: N1712
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Elettronica applicata I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Maurizio Zamboni**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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.

Requisiti

Elettrotecnica.

Programma delle lezioni

- PARTE I: Strutture di interconnessione
 1. Classificazione dei sistemi di interconnessione
 - Interconnessioni tra sistemi. Interconnessioni tra sottosistemi. Interconnessioni nei circuiti integrati (VLSI)
 2. Canali di comunicazione
 - Bus paralleli. Comunicazione seriale (con accenni al formato RS232). Accenni ai Bus ottici
 3. Protocolli di comunicazione e loro realizzazione con componenti elettronici
 - Standard di comunicazione (VME, EISA, MICROCHANNEL, IEEE488). Circuiti di interfaccia
 4. Problemi elettrici
 - Teoria delle linee, riflessioni, coefficiente di riflessione, metodi per il calcolo delle riflessioni con componenti lineari e non. Terminazioni, adattamento. Disturbi sulle linee. Disturbi sull'alimentazione. Driver e ricevitori. Metastabilità
- PARTE II: Sistemi di acquisizione dati
 5. Teoria del campionamento nel dominio del tempo e della frequenza
 - Teorema di Nyquist, Aliasing, Quantizzazione. Schema a blocchi di un sistema di acquisizione dati
 6. Condizionamento del segnale

- Amplificatori, Amplificatori per Strumentazione, Filtri. Multiplexer
- 7. Convertitori Digitali/Analogici
 - Errori/prestazioni. DAC a resistenze pesate. DAC a rete a scala R-2R. DAC a capacità commutate. Multiplying DAC
- 8. Convertitori Analogici/Digitali
 - Errori/prestazioni. ADC ad inseguimento e ad approssimazioni successive. ADC flash e subranging flash. ADC a doppia rampa. ADC per applicazioni speciali (sigma-delta)
- 9. Sample and Hold
 - Errori/prestazioni. Analisi dei principali circuiti
- 10. Convertitori Frequenza/Tensione e Tensione/Frequenza
 - Circuiti a duty cycle fisso (VCO). Circuiti a duty cycle variabile
- 11. Trasduttori (dal punto di vista elettronico)
 - Rilevamento del segnale (trasduttori di posizione, velocità, accelerazione, forza, coppia, prossimità, temperatura). Amplificazione e filtraggio
- 12. Attuatori (interfacciamento elettrico)
 - Pilotaggio di un solenoide. Pilotaggio di un motore corrente continua, brushless, passo passo

Programma delle esercitazioni

Interfacciamento di canali di comunicazione. Descrizione di una scheda basata sul microcontrollore 68HC11 che sarà usata nelle esercitazioni di laboratorio. Sistemi di Acquisizione Dati

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Interfacciamento con 68HC11. Riflessioni e disturbi. Sistemi di acquisizione dati I (ADC, DAC, filtri analogici). Sistemi di acquisizione dati II (Filtri numerici). Sensori e attuatori (sensore di temperatura, di posizione, motorino passo passo)

Testi di riferimento

Sono in fase di stesura le dispense del corso.

Testi ausiliari

1. D. Del Corso, H. Kirrman, J.D. Nicoud, "Microcomputer buses and links", Academic Press, 1986
2. S. Franco, "Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits", McGraw Hill, 1988

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

Modalità d'esame

Prova orale.

Modalità di contatto con il docente

- M. Zamboni: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4079, Email: zamboni@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Tutti i giorni

ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI

- Codice: L1730
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Reti logiche
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Eros Pasero**, Dip. di Elettronica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- E. Pasero: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4043

ELETTRONICA DELLE MICROONDE

- Codice: L6120
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Dispositivi elettronici I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 8 annuali
- Docente: Prof. Carlo Naldi, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso si occupa della parte più elettronica-dispositivistica dei sistemi a microonde, lasciando ad altri corsi (Microonde) il compito di analizzare i problemi di tipo elettromagnetico quali la propagazione lungo le linee di trasmissione. Dopo una breve parte iniziale volta a garantire la conoscenza di alcuni strumenti fisici di base per l'esame dei dispositivi si studiano i più importanti dei dispositivi nel campo delle alte frequenze per telecomunicazioni, non rinunciando al tentativo di presentarne lo studio in modo sistematico e unitario al fine di suggerire una metodologia per la comprensione di altri dispositivi non esaminati. Di ogni dispositivo si studiano le principali applicazioni. Per completezza si esaminano brevemente anche alcuni dispositivi per comunicazioni ottiche. Parte essenziale del corso è costituita da un progetto individuale di un circuito integrato (Monolitico o ibrido) a microonde. Il corso deriva dal corso Dispositivi Elettronici II di cui conserva ancora una parte in comune, pertanto allo stato attuale i due sono mutuamente esclusivi.

Programma delle lezioni

- I PARTE
 1. *Cenni di meccanica quantistica*: Equivalenza pacchetto d'onde-particella. Distribuzioni di Maxwell, di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac. Hamiltoniana del sistema. Emissione e assorbimento (12 ore)
 2. *Elettrone in un reticolo*: Relazione di dispersione. Equazione di Schrödinger Teorema di Bloch. Modello di Kronig-Penney (8 ore)
 3. *Semiconduttori per applicazioni in alta frequenza*: Proprietà dei semiconduttori composti III-V, II-VI. Eterostrutture: adattamento reticolare e strati sotto tensione. Leghe ternarie e quaternarie (6 ore)
 4. *Fenomeni di trasporto*: Condizioni di non equilibrio, pseudolivello di Fermi. Collisioni con impurità ionizzate e con vibrazioni reticolari. Fononi acustici e ottici. Interazione elettrone-fonone. Curva velocità-campo. Equazione di Boltzmann (9 ore)
- II PARTE
 5. *Dispositivi a effetto di volume*: Diodi gunn. Mobilità differenziale negativa. Operazioni con circuito risonante. Tecniche di progetto di oscillatori a resistenza negativa (4 ore)
 6. *Principi generali sul rumore nei dispositivi*: Rumore termico e di diffusione (3 ore)

7. *Tecnologia dell'arseniuro di gallio*: Crescita monocristallina. Semiisolante (compensazione dislocazioni-carbonio). Tecniche epitassiali: LPE, MOCVD, MBE. Impiantazione ionica (6 ore)
8. *Fenomeni di breakdown*: Soglia per la valanga. Dispositivi a valanga e tempo di transito. Diodi IMPATT. Analisi di piccolo segnale e oscillatori. Tecnologia del dissipatore integrato (5 ore)
9. *Fenomeni di generazione-ricombinazione*: Centri di ricombinazione; teoria SRH (4 ore)
10. *Dispositivi optoelettronici*: Diodi a emissione 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 striscia, a reazione distribuita (8 ore)
11. *Modelli matematici dei dispositivi*: Modello stazionario continuità - Poisson. Modelli non stazionari: equazioni dell'energia e del momento. Tecniche Montecarlo (3 ore)
12. *MESFET all'arseniuro di gallio*: Amplificatori di basso rumore e di potenza, oscillatori, mescolatori. Tecnologie epitassiali e per impiantazione (6 ore)
13. *Circuiti integrati Monolitici (MMIC)*: Componenti passivi e loro modelli. Linee di trasmissione. Tecniche di progetto: (6 +4)
14. *Dispositivi a superreticolo*: "Multi-quantum well" e modulazione del drogaggio; HEMT, pseudomorfici; transistori bipolari a eterogiunzione HBT. Dispositivi a tunneling risonante (6 ore)
15. *Progetto individuale di un amplificatore integrato a microonde*: Studio degli strumenti di simulazione (ACCAD, Touchstone). Tecniche di sintesi di reti di adattamento e interconnessione. Esecuzione presso il LAIB del progetto (0 + 6 + 8)

Testi di riferimento

Copie dei lucidi presentati a lezione vengono distribuite agli studenti

Testi ausiliari

Michael Shur, "Physics of semiconductor devices", Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990

Modalità d'esame

- L'accertamento è relativo alle due parti in cui è diviso il corso. Usualmente (ma non necessariamente) vengono superate separatamente; durante il semestre viene data la possibilità con una prova di esonero di superare la prima parte. Il voto della prima parte fa media con quello della seconda e con il voto ottenuto sul progetto.

Modalità di contatto con il docente

- C. Naldi: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4069

ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI

- Codice: L1740 - F1740
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Microelettronica
 - Reti logiche (ELN)
 - Comunicazioni elettriche (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 1
 - Laboratorio: 4
- Docente: Prof. **Dante Del Corso**, Dip. di Elettronica
- Collaboratore: Luciano Lavagno, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso è dedicato allo studio e al progetto dei circuiti e sistemi elettronici, con particolare riferimento a quelli usati nei sistemi di telecomunicazione. Sono esaminati in dettaglio alcune unità funzionali (indicate nel programma), delle quali si analizzano il comportamento esterno e le realizzazioni con diverse tecniche (componenti discreti, circuiti integrati, componenti programmabili). Sono approfonditi i legami tra aspetti circuitali e comportamento dei sottosistemi.

Il principale obiettivo del corso di Elettronica delle Telecomunicazioni è sviluppare le capacità di progetto. Il corso comprende esercitazioni in laboratorio che consentono di verificare la rispondenza dei circuiti reali con quanto progettato.

Requisiti

Il corso presuppone le conoscenze relative ai corsi di *Elettronica Applicata* (e precedenti corsi di elettronica).

Programma delle lezioni

1. Transistori fuori linearità; loro uso come limitatori, moltiplicatori di frequenza, negli amplificatori accordati e negli oscillatori sinusoidali
2. Circuiti lineari con amplificatori operazionali: amplificatori AC a larga banda, filtri attivi
3. Circuiti non lineari con amplificatori operazionali: convertitori logaritmici ed esponenziali, miscelatori e moltiplicatori, diodo ideale, convertitore AC-DC
4. Sistemi di conversione A/D/A: principi generali, rumore di quantizzazione, classificazione, analisi degli errori. Convertitori per uso telefonico, a residui, a sovracampionamento, log-PCM, differenziali
5. Aspetti sistemistici dell'integrazione di sottosistemi analogici
6. Anelli ad aggancio di fase (PLL): analisi lineare e non lineare, campi di funzionamento, banda equivalente, componenti base (VCO e demodulatori di fase)
7. Applicazioni dei PLL: demodulatori AM, FM, PM, FSK, PSK, separazione del clock, moltiplicazione e risincronizzazione di segnali di cadenza. Generatori di segnali e modulatori con PLL e con sintesi digitale diretta
8. Progetto di sottosistemi con logiche programmabili

9. Strutture di interconnessione per sottosistemi numerici: linee di trasmissione, propagazione di segnali binari, tecniche di sincronizzazione, problemi di EMC nelle interconnessioni
10. Il corso è completato da alcuni seminari tenuti da progettisti operanti nell'industria, su argomenti definiti anno per anno (controllo qualità, metodi di progetto, gestione di progetti, collaudo,...)

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni in aula sono strettamente abbinate alle lezioni, e prevedono principalmente lo sviluppo dei progetti da realizzare in laboratorio.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Ogni esercitazione consiste in un piccolo progetto da sviluppare secondo le specifiche indicate, da realizzare e verificare in laboratorio. Sul progetto e sui risultati delle misure deve essere stesa una relazione, da preparare durante l'esecuzione dell'esperienza.

Gli argomenti delle esercitazioni sono: Amplificatore AC a transistori; Filtro attivo; Amplificatore logaritmico; Convertitore D/A; Circuiti PLL (2); Logiche programmabili; Propagazione di segnali logici.

Testi di riferimento

1. D. Del Corso, "Elettronica delle telecomunicazioni", Levrotto&Bella, Torino (edizione 1995)

Testi ausiliari

Indicati nei vari capitoli del testo di riferimento.

Modalità d'esame

- Singoli allievi o gruppi di 2 possono svolgere "tesine" su argomenti attinenti il corso, concordati con il docente. Per ciascuna tesina deve essere presentata una relazione scritta, e deve essere fatta una breve presentazione in aula. Lo svolgimento di una tesina esonera, in sede di esame, da una parte degli argomenti svolti nel corso
- Nella data fissata per l'appello vengono raccolte le prenotazioni per sostenere l'esame da quel momento fino al successivo (entro la sessione)
- L'esame comprende un breve scritto, svolto immediatamente prima dell'orale

Modalità di contatto con il docente

- D. Del Corso: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4044, Email: delcorso@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - Indicato nel calendario settimanale affisso alla porta dell'ufficio
- L. Lavagno: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4150, Email: lavagno@polito.it

ELETTRONICA DI POTENZA

- Codice: L1760
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4/2
 - Laboratorio: 0/2
- Docente: Prof. **Franco Maddaleno**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso di Elettronica di Potenza ha lo scopo di presentare sia gli aspetti teorici (modelli dei circuiti), sia gli aspetti progettuali e realizzativi dei più importanti circuiti amplificatori e alimentatori utilizzati nei sistemi elettronici di piccola potenza (<1kW). La prima parte riguarda l'attuazione e l'amplificazione di potenza, con particolare enfasi sulla amplificazione a bassa frequenza, usata per il comando di piccoli attuatori. Nella seconda parte vengono esaminati gli alimentatori, visti dapprima come sistemi e poi più in dettaglio dal punto di vista circuitale. Vengono trattati i regolatori lineari e quelli a commutazione ad onda quadra (switching).

Requisiti

Essendo questo un corso di tipo circuitale applicativo, è richiesta una forte propensione per gli argomenti di tipo circuitale e un'ottima conoscenza dei corsi circuitali precedenti.

Programma delle lezioni

1. Cenni ai dispositivi di potenza: (4ore)
 - Diodo, transistor bipolare, transistor ad effetto di campo (MOSFET)
2. Interruttori elettronici: (12 ore)
 - Interruttori elettronici (MOSFET, BJT), caratteristiche e uso. Amplificazione di segnali digitali per il comando di attuatori. Pilotaggio di carichi resistivi, induttivi e misti. Topologie hi side e low side
3. Amplificatori lineari: (14 ore)
 - Retroazione e stabilizzazione. Tecniche di analisi, progetto e misura dell'anello di retroazione. Amplificatori in classe B, G e H, caratteristiche e rendimenti. Operazionali di potenza, caratteristiche e uso. Distorsioni e intermodulazioni. Amplificatori a commutazione (classe D). Problemi termici in regime transitorio
4. Caratteristiche generali degli alimentatori: (4 ore)
 - Classificazione, Specifiche, Affidabilità, Prestazioni, Protezioni, Standard, Interferenze elettromagnetiche
5. Alimentatori dissipativi: (4 ore)
 - Conversione AC/DC, stabilizzazione serie e parallelo. Regolatori integrati e discreti
6. Analisi di alimentatori ad onda quadra: (14 ore)

- Configurazioni fondamentali: Buck, Boost e Buck-boost. Caratteristiche stazionarie in modo continuo e discontinuo. Comportamento dinamico. Modelli linearizzati, media nello spazio degli stati, media degli interruttori, media del circuito. Linearizzazione. Controllo in voltage mode e current mode. Correttori di fattore di potenza
- 7. Configurazioni derivate: (8 ore)
 - Analisi e dimensionamento di alimentatori Buck derivati (Forward, Push Pull, Mezzo ponte e ponte intero). Analisi e dimensionamento di flyback
- 8. Componenti magnetici: (10 ore)
 - Progetto di induttori e trasformatori ad alta frequenza. Scelta del nucleo con il prodotto delle aree. Scelta dei conduttori. Valutazione delle perdite
- 9. Circuiti ausiliari: (4 ore)
 - Reti snubber. Separazione galvanica. Alimentazioni ausiliarie. Sensori di corrente. Circuiti integrati di controllo

Programma delle 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 sono poi simulati su calcolatore (LAIB).

Programma delle esercitazioni in laboratorio

In laboratorio sono misurate le caratteristiche di componenti e di circuiti visti a lezione. Le esercitazioni previste riguardano:

1. Misure sui diodi
2. Misura del guadagno di anello
3. Misure su Buck e Buck Boost ad anello aperto
4. Progetto, realizzazione e misura del controllo di Buck e Buck Boost
5. Misura su Forward e Flyback ad anello aperto
6. Misura su Forward e Flyback ad anello chiuso

Testi di riferimento

Non vi è un testo di riferimento. Il corso si basa su articoli indicati dal docente. Alcuni argomenti sono trattati su dispense disponibili in copisteria.

Testi ausiliari

1. Bloom, Severns, "*Modern DC-DC Switchmode Power Conversion Circuits*", Van Nostrand Reinhold
2. Kassakian, Schlecht, Verghese, "*Principles of Power Electronics*", Addison Wesley
3. Pressman, "*Switching Power Supply Design*", McGraw Hill
4. Mitchell, "*DC-DC Switching Regulator Analysis*", McGraw Hill

Modalità d'esame

- Nella sessione di esame vi è un appello ogni martedì
- L'esame è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria presso la segreteria di Elettronica) e da un orale
- Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di circa 3 ore

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

- È possibile presentarsi allo scritto e ritirarsi senza lasciare traccia
- Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto
- L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o a esercitazione in aula e ha durata media di un'ora
- Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto)
- In caso di non superamento dell'orale il candidato può ripresentarsi all'esame (scritto e orale) al massimo solo una seconda volta nella stessa sessione, ad opportuna distanza di tempo suggerita dal docente, tipicamente maggiore o uguale a due settimane

Modalità di contatto con il docente

- F. Maddaleno: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4042,
Email: maddaleno@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Consulenza in orario di ufficio, previo accordo telefonico

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

- Dimensionamento termico di massima
- Dissipatori
- 8. Protezioni: (9 ore)
 - Protezioni da sovraccarichi
 - Sovratensioni
- 9. Sistemi di regolazione: (8 ore)
 - Generalità sulle strutture di regolazione
 - Sfasatori
 - Regolazione ad anelli separati
 - Regolazione ad anelli in cascata
 - Doppio controllo armatura eccitazione
 - Regolatore per doppio convertitore antiparallelo
- 10. Trasduttori: (4 ore)
 - Trasduttore di tensione quasi isolato
 - Trasduttori di corrente ad effetto Hall
 - Trasduttori di corrente che impiegano TA
 - Reattori saturabili
 - TA ad impulsi

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni consistono nella applicazione dei metodi e delle nozioni fornite nelle lezioni per l'analisi del funzionamento od il dimensionamento di convertitori alternata-continua. Esse saranno svolte parte in aula, parte nel laboratorio informatico del Dip. di Ingegneria Elettrica.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

I laboratori consistono nell'analisi del funzionamento di sistemi di conversione con visualizzazione delle forme d'onda di tensione e di corrente più significative: Essi saranno svolti presso i laboratori del Dip. di Ingegneria Elettrica.

Testi di riferimento

1. H. Buhler, "Traité d'Electricité", vol. XV, "électronique industrielle 1", "électronique de puissance", Georgi, Lausanne.
2. G. Montessori, "Elettronica di potenza", Delfino

Modalità d'esame

L'esame consiste in un colloquio orale teso ad accertare l'acquisizione da parte dell'allievo dei metodi di studio e delle problematiche dei sistemi descritti nelle lezioni. I temi sviluppati nelle esercitazioni e nei laboratori possono fornire spunto per la discussione.

Modalità di contatto con il docente

- F. Villata: Dip. di Ingegneria Elettrica Industriale, Tel. 564.7146
- Orario di ricevimento studenti:
 - Mercoledì: 10.30 - 12.30
 - Venerdì: 10.30 - 12.30

tori. Reti con una costante di tempo. Relazione tra i poli della rete e gli autovalori della matrice A

5. Doppi bipoli lineari: (3 ore di lezione, 4 ore di esercitazione)
 - Rappresentazione generale, Thevenin e Norton. Parametri Z, Parametri Y, Parametri H, Parametri G. Parametri A,B,C,D o di trasmissione. Parametri di trasmissione inversa. Relazioni tra i parametri di un doppio bipolo. Impedenze iterative ed immagini (cenni). Interconnessioni di doppi bipoli
6. Reti magnetiche: (4 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)
 - Equazioni degli avvolgimenti. Calcolo di una rete magnetica. Applicazioni

• Il Parte:

7. Metodi generali per il calcolo di reti: (3 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)
 - Metodo dei nodi Matrice di incidenza. Teoremi di Tellegen e di Boucherot. Equazioni delle tensioni ai nodi di una rete. Metodo delle corde o delle maglie fondamentali. Metodo dei rami o dei tagli fondamentali
8. Considerazioni elettromagnetiche: (6 ore di lezione)
 - Caratterizzazione elettromagnetica dei multipoli e delle reti elettriche. Realizzazione di Resistori, induttori e condensatori. Realizzazione dei multipoli induttivi. Forze dovute a campi elettromagnetici. Elettrodinamica dei corpi in movimento
9. Impianti elettrici e macchine elettriche: (9 ore di lezione)
 - Distribuzione dell'energia elettrica. Normativa impianti elettrici (cenni). Effetti della corrente elettrica sul corpo umano (Cenni). Relè di tensione. Interruttore automatico di massima corrente. Interruttore automatico differenziale. Dispensori. Tensioni di passo. Trasformatore reale. Circuito equivalente e misura dei parametri. Costruzione (Cenni). Sollecitazioni nelle macchine elettriche. Valori nominali e dati di targa. Trasformatori trifase. Connessioni degli avvolgimenti. Macchine in c.c.. Espressione della f.e.m. indotta e della coppia. Reazione di indotto. Motori in c.c.. Caratteristiche meccaniche. Tipi di eccitazione. Campo magnetico ruotante. Macchina sincrona. Alternatore. Motore sincrono. Inserzione nella rete (Cenni). Macchina asincrona. Motori ad induzione. Caratteristica meccanica. Motori asincroni monofase (Cenni). Principio di funzionamento di motori passo passo

Testi di riferimento

1. V.Daniele, A.Liberatore, R.Graglia, S.Manetti, "Elettrotecnica", Monduzzi Editore, Bologna, 1994
2. Dispense distribuite dai docenti

Testi ausiliari

1. C.Paul, "Analysis of Linear Circuits", McGraw Hill
2. A.Laurentini, A.Meo, R.Pomè, "Esercizi di Elettrotecnica", Levrotto&Bella, Torino

Modalità d'esame

- L'esame di Elettrotecnica è a prenotazione obbligatoria. Questa si fa presso la Segreteria Studenti dei Dipartimenti Elettrici (Piano terreno, davanti l'aula 12)
- Le prenotazioni sono chiuse a partire dal pomeriggio di due giorni prima dell'appello
- Sono previsti due tipi di esame: esame di tipo A ed esame di tipo B

- L'esame di tipo B consiste in una prova scritta seguita dopo qualche giorno da una discussione sull'elaborato consegnato dallo Studente. Il programma da svolgere per l'esame di tipo B è relativo al Programma svolto nel primo ciclo di Lezioni. Il voto massimo previsto per questo tipo di esame è di 28/30
- L'esame di tipo A è costituito dalla stessa prova scritta dell'esame di tipo B integrata con una parte orale che verte su tutto il Programma con particolare riferimento a quello svolto durante il secondo ciclo di lezioni. L'ammissione alla parte orale è consentita agli Allievi che abbiano ottenuto nella prova scritta un voto non inferiore ai 18/30. Il voto finale per chi sostiene l'esame di tipo A è un'opportuna media dei risultati della prova scritta e di quella orale
- La durata della prova scritta è di circa 3-4 ore
- È possibile rinunciare all'Appello non consegnando l'elaborato oppure, chiedendo la sua restituzione nel momento che verrà indicato di volta in volta dalla Commissione d'esame. In caso contrario l'Esame si intende cominciato ed il voto viene comunque registrato. A tale proposito si ricordi che vale l'art.43 R.D. del 4/6/1938: lo studente riprovato non può ripetere l'esame in altri Appelli della stessa sessione
- Durante lo svolgimento dello scritto lo Studente deve avere con sé solo l'occorrente per scrivere (penna e carta), e per fare calcoli e disegni. Pena l'espulsione dall'Aula, sono vietati l'uso di Appunti, Libri, Note, ecc...
- L'elaborato deve contenere lo Statino. Gli elaborati privi di Statino non vengono corretti

Modalità di contatto con il docente

- V. Daniele: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4068
- R. Graglia: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4056
- Orario di ricevimento studenti:
 - Sono esposti nella bacheca di Elettrotecnica

ELETTROTECNICA (INF)

- Codice: N1790
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 1
- Docente: Prof. **Ivan Maio**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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 dei circuiti per mezzo di calcolatore.

Il corso è organizzato in lezioni ed esercitazioni che completano, da un punto di vista applicativo, gli argomenti teorici trattati, in modo da facilitarne l'apprendimento. Nella seconda metà del periodo didattico lo studente avrà accesso al Laboratorio di Informatica di Base (LAIB), ove potrà usare un moderno programma di simulazione circuitale (PSpice).

Requisiti

Per un'adeguata comprensione degli argomenti trattati, oltre alle precedenti, si richiede la conoscenza dei contenuti del corso di *Analisi Matematica*.

Programma delle lezioni

(orientativamente articolato su una decina di argomenti descritti in modo più ampio dell'attuale)

Circuiti elettrici e condizioni di applicabilità del modello circuitale. Correnti tensioni e direzioni di riferimento. Leggi di Kirchhoff. Potenza assorbita e passività. Caratteristiche e bipoli ideali. Connessione di resistori in serie e in parallelo, partitori. Trasformazioni topologiche. Teorema di Millman. Principio di sovrapposizione degli effetti. Teoremi di Thevenin e Norton. Adattamento energetico. Bipoli resistivi non lineari. Analisi di reti resistive con un bipolo non lineare. Resistori lineari a tratti e reti con resistori lineari a tratti. Connessione in serie e in parallelo di resistori non lineari. Diodo ideale. Analisi di reti con diodi ideali. Generatori pilotati e analisi di reti con generatori pilotati. Dualità. Descrizione delle reti elettriche mediante grafì. Scrittura sistematica delle equazioni di Kirchhoff. Metodo dei nodi. Metodo dei nodi semplificato. Metodo dei nodi modificato. Matrice di incidenza. Equazioni di Kirchhoff in forma matriciale. Teorema di Tellegen. Metodo dei nodi mediante le matrici di incidenza. Metodo del Tableau sparso. Condizioni per la risolubilità delle reti resistive lineari. Multipoli e multiporta resistivi. Rappresentazioni Thevenin e Norton per multipoli/porta resistivi. Matrice di trasmissione. Trasformatore ideale. Giratore ideale. Amplificatore operazionale, modelli e connessioni. Bipoli reattivi e loro connessioni. Induttori mutuamente accoppiati. Analisi di reti dinamiche con un solo elemento reattivo.

tivo. Equazioni di stato e di uscita. Ordine di una rete dinamica. Soluzione delle equazioni di stato. Frequenze naturali. Stabilità. Risposta a ingresso zero e a stato zero. Il simulatore circuitale SPICE. Risposte all'impulso e al gradino. Convoluzione. Analisi di reti lineari a tratti con un solo elemento reattivo e sorgenti costanti. Trasformata di Laplace unilatera. Funzioni di trasferimento, poli e frequenze naturali della rete. Calcolo simbolico ed estensione dei metodi di analisi per reti resistive al dominio s . Teorema fondamentale delle reti in regime armonico stazionario. Calcolo fasoriale. Risposta in frequenza, filtri e risonatori. Potenza nelle reti in regime armonico stazionario: istantanea, attiva, apparente, reattiva. Teorema di Bucherot. Rifasamento. Valori efficaci. Circuiti trifase: vantaggi tecnici ed economici, generatori, principali tipi di connessione. Connessioni di reti a 2 porte. Matrici Z e T per la connessione in cascata. Relazioni tra Z e T . Reciprocità. Circuiti equivalenti di multipoli/porta.

Programma delle esercitazioni

(cfr. il programma delle lezioni)

1. Uso delle leggi di Kirchhoff
2. Circuiti resistivi elementari
3. Circuiti resistivi elementari: connessioni serie e/o parallelo
4. Circuiti resistivi elementari: teoremi di Thevenin, Norton, ecc.
5. Circuiti con resistori non lineari I
6. Circuiti con resistori non lineari II
7. Circuiti resistivi, metodi generali di analisi
8. Circuiti resistivi con elementi con 2 o più porte I
9. Circuiti resistivi con elementi con 2 o più porte II
10. Connessione di L e C, condizioni iniziali
11. Circuiti RC e RL del I ordine I
12. Circuiti RC e RL del I ordine II
13. Equazioni di stato I
14. Equazioni di stato II
15. Metodo simbolico I
16. Metodo simbolico II
17. Regime sinusoidale I
18. Regime sinusoidale II
19. Sistemi trifase
20. Doppi bipoli I
21. Doppi bipoli II

Programma delle esercitazioni in laboratorio

(cfr. il programma delle lezioni)

Esecuzione di tre differenti tipi di analisi mediante il simulatore SPICE.

Testi di riferimento

1. V. Daniele, A. Liberatore, R. Graglia, S. Manetti, "Elettrotecnica", Monduzzi Editore, Bologna, 1994
2. M. Biey, "Esercitazioni di elettrotecnica", CLUT, Torino, 1988

Testi ausiliari

1. L.O. Chua, C.A. Desoer, E.S. Kuh, "*Linear and nonlinear circuits*", McGraw Hill, 1987
2. M. Biey, "*Spice e PSpice: introduzione all'uso*", CLUT, Torino, 1993

Modalità d'esame

- L'esame consiste in una prova scritta di durata opportuna, seguita dopo qualche giorno da una discussione dell'elaborato consegnato dallo studente e da un'eventuale prova orale.
- La prova scritta verte su tutto il programma svolto nelle lezioni e nelle esercitazioni e consiste nel rispondere a:
 - Un gruppo di quesiti elementari, volti a valutare l'apprendimento delle conoscenze di base della teoria dei circuiti
 - Un gruppo di domande di varia difficoltà, diretto a valutare il grado di approfondimento raggiunto nell'apprendimento della materia

Modalità di contatto con il docente

- Recapito: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4100
- Orario di ricevimento studenti:
 - Su appuntamento

FISICA I

- Codice: F1901 - L1901 - N1901
- Collocazione: Anno: I Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente:
 - (I corso) Prof.ssa **Ottavia Borello**, Dip. di Fisica
 - (II corso) Prof. **Giovanni Barbero**, Dip. di Fisica
 - (III corso) Prof. **Alfredo Strigazzi**, Dip. di Fisica
- Collaboratore : Anna Ceresole, Dip. di Fisica

Presentazione del corso

Il corso consta di cinque capitoli. Quello introduttivo è dedicato alla metrologia, dando un'idea generale della misura, della sua incertezza intrinseca ed un panoramica sul lato statistico. Il secondo capitolo tratta gli elementi dell'analisi vettoriale che sono necessari a descrivere le proprietà dei campi conservativi. La terza parte concerne la meccanica delle particelle classiche ed i sistemi di particelle, utilizzando sia l'approccio energetico che quello cardinale. Il quarto capitolo è dedicato alla descrizione del campo elettrostatico confrontato con quello gravitazionale, tenendo anche conto di diverse distribuzioni di carica e le proprietà dei conduttori nel vuoto ed in condizione di equilibrio. L'ultima parte tratta dell'ottica geometrica, partendo dal principio di Fermat e descrivendo le proprietà degli specchi e delle lenti sottili.

Totale ore di lezione (80h)

Programma delle lezioni

1. Metrologia: (7 ore)
 - Misurazione (diretta e indiretta), misura e incertezza (assoluta e relativa). Sensibilità e precisione. Grandezze fondamentali e derivate. Sistemi di unità di misura. Sistema Internazionale. Analisi dimensionale. Propagazione dell'incertezza in misurazioni indirette [Cfr. 5]. Metodo dei minimi quadrati [Cfr. 2]
2. Analisi vettoriale: (5 ore)
 - Prodotto scalare e vettoriale. Riferimenti e rappresentazioni di vettori. Matrice delle rotazioni. Convenzione della somma. Delta di Kronecker. Operatore d'inversione. Vettori e pseudo-vettori. Doppio prodotto vettoriale. Nabla (∇) in coordinate cartesiane. Campi. Gradiente. Divergenza. Rotore [Cfr. 3,5]
3. Meccanica: (50 ore)
 - Cinematica del punto: Moto rettilineo e curvilineo. Velocità (scalare e vettoriale). Accelerazione. Componenti intrinseche. Moti ad accelerazione non costante. Velocità e accelerazione angolari. Riferimenti inerziali e non. Relatività galileiana. Moto relativo: regole di composizione delle velocità e delle accelerazioni [Cfr.4]

- Dinamica del punto: Forza, massa, quantità di moto. Le tre leggi di Newton. I equazione cardinale in riferimenti inerziali. Interazioni: gravitazionale, elettrostatica, elastica. Vincoli e attrito radente (statico e dinamico). Attrito del mezzo (viscoso e idraulico). Forze d'inerzia (pseudo-forze) di trascinamento e di Coriolis. Campo di forze. Teorema dell'impulso. Lavoro. Potenza. Teorema lavoro-energia cinetica in riferimenti inerziali e non
 - Statica del punto
 - Campi conservativi: Vettore intensità di campo. Circuitazione. Potenziale ed energia potenziale (e loro gradiente). Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Generalizzazione della conservazione dell'energia. Campi centrali. Forze elastiche. Legge di Gauss per campi gravitazionale e coulombiano. Teorema della divergenza (o di Gauss)
 - Oscillazioni: Moto armonico semplice. Moto armonico smorzato. Oscillazioni forzate. Risonanza. Pendolo anarmonico [Cfr.6]
 - Dinamica dei sistemi: Momento statico. Centro di massa. Quantità di moto. I equazione cardinale. Impulso. Teorema dell'impulso. Conservazione della quantità di moto. Urti elastici e anelastici. Moto classico con massa variabile. Cinematica rotazionale. Momento di una forza. Baricentro. Coppia di forze. Momento di una coppia. Dinamica rotazionale. Momento angolare. II equazione cardinale. Teorema dell'impulso del momento. Conservazione del momento angolare. Teorema di König per l'energia cinetica e per il momento angolare. Momento d'inerzia. Teorema di Huygens - Steiner. Rotazione di corpo rigido attorno a un asse fisso. Rototraslazione. Matrice d'inerzia. Elissoide d'inerzia. Assi principali d'inerzia. Moti giroscopici [Cfr.6]. Gravità. Leggi di Keplero
 - Statica dei sistemi
 - Meccanica dei fluidi: Pressione. Legge di Stevino in forma integrale e in forma differenziale. Legge di Archimede. Equazione di continuità in forma integrale e in forma differenziale. Teorema di Bernoulli. Viscosità. Effetto Magnus
4. Ottica geometrica: (4 ore)
- Riflessione e rifrazione. Principio di Fermat. Approssimazione parassiale (o di Gauss). Specchio sferico. Diottra. Prismi. Lenti sottili
5. Elettrostatica nel vuoto: (14 ore)
- Campo e potenziale di una carica, di una distribuzione statica di cariche e di un dipolo. Dipolo in un campo elettrico costante. Interazione tra due dipoli. Moto di una carica in un campo elettrico. Equazione di Poisson e di Laplace. Capacità. Conduttori in equilibrio. Teorema di Coulomb. Condensatori in serie e in parallelo. Energia del campo elettrostatico

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Misurazione di spostamenti, velocità e accelerazione di gravità per un corpo in caduta libera. Misurazione del periodo di oscillazione del pendolo semplice in funzione della lunghezza del filo e dell'ampiezza di oscillazione. Misurazione dell'indice di rifrazione del vetro con il metodo del prisma in condizione di deviazione minima

Testi di riferimento

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci, "Fisica (Meccanica + Elettrostatica e Ottica geometrica)", SES, Napoli 1992

Testi ausiliari

1. R. Resnick, D. Halliday, K. S. Krane, "Fisica I", CEA, Milano, 1993
2. J.R. Taylor, "Introduzione all'analisi degli errori", Zanichelli, Bologna, 1990
3. C. Mencuccini, V. Silvestrini, "Fisica", Liguori, Napoli, 1987
4. M. Alonso, E. J. Finn, "Elementi di Fisica per l'Università", Vol. I, Masson-Addison Wesley, Milano, 1982
5. G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli, "Appunti di FISICA I", Torino, 1982
6. AAVV, "La Fisica di Berkeley", Zanichelli, Bologna
7. G.A. Salandin, "Problemi di Fisica", Ambrosiana, Milano, 1986

Modalità d'esame

- L'esame consta di una prova orale che si svolge dopo che il docente ha acquisito vari elementi di giudizio (fra i quali: l'esito di una prova scritta e le relazioni di laboratorio)
- La prova scritta consta di tre esercizi che possono riguardare ogni argomento trattato durante il corso. Gli interessati devono portare con sé il libretto
- La prova scritta superata in uno dei tre appelli della sessione estiva vale come *esonero* da ogni scritto successivo, fino all'appello di maggio 1996 compreso. Nel senso che: se è stata superata con una votazione $\geq 18/30$, la prova orale può essere sostenuta in un qualunque appello a partire da quello in cui si è svolta la prova scritta stessa entro il primo giugno 1996. Superato tale limite, senza aver sostenuto l'esame orale con esito positivo, la prova scritta deve essere ripetuta. Nel limite temporale indicato, la validità della prova scritta (sostenuta in uno dei tre appelli della sessione estiva) continua a permanere anche nel caso di non superamento della prova orale
- La validità di ogni altra prova scritta, superata con votazione $\geq 18/30$, è limitata alla sessione nella quale si è svolta
- Durante la prova scritta è possibile consultare **solo** il libro di testo adottato
- La prenotazione all'esame è obbligatoria. Sugli appositi elenchi, che verranno affissi almeno una settimana prima dell'appello nella bacheca del corso, nell'ingresso del Dip. di Fisica, lo studente dovrà apporre il proprio cognome e nome con la dizione: **S**: solo scritto, **O**: solo orale, **S + O**: scritto e orale
- Gli studenti esonerati dallo scritto devono in ogni modo presentarsi nella data e nell'ora stabilita per l'appello
- Lo statino deve essere presentato all'atto di sostenere la prova orale

Modalità di contatto con il docente

- G. Barbero: Dip. di Fisica, Tel. 564.7339
- O. Borello: Dip. di Fisica, Tel. 564.7313
- A. Strigazzi: Dip. di Fisica, Tel. 564.7334
- A. Ceresole: Dip. di Fisica, Tel. 564.7358

FISICA II

- Codice: F1902 - L1902 - N1902
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Fisica I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Bruno Minetti**, Dip. di Fisica
 - (II corso) Prof. **Marco Omini**, Dip. di Fisica
- Collaboratore: Renato Gonnelli, Dip. di Fisica

Programma del corso

1. Dielettrici: (4 ore)
 - Generalità sui dielettrici. Teorema di Poisson. Cariche di polarizzazione. Campo di Lorentz. Equazione di Clausius- Mossotti. Equazione di Poisson. Condizioni di continuità per i campi D ed E
2. Correnti elettriche e circuiti termoelettrici: (8 ore)
 - Relazioni generali tra correnti termiche ed elettriche e campo elettrico e gradiente termico. Legge di Ohm. Effetto Peltier. Effetto Seebeck. coppie termoelettriche. Campo elettromotore di una pila. Resistenza interna di una pila. Carica e scarica di un condensatore. Leggi di Kirchhoff per un circuito a parametri concentrati. Effetto Joule
3. Campi magnetici indipendenti dal tempo: (10 ore)
 - Dipoli magnetici. Campi H, B, M, Principio di Ampère. Circuitazione del campo magnetico. Legge di Biot e Savart. Campo prodotto da un solenoide indefinito. Prima e seconda formula di Laplace. Forza di Lorentz. Moto ciclotronico. Spettrometri di massa. Galvanometro. Bilancia delle correnti. Ponte di Weathstone. Voltmetri ad assorbimento di corrente. Potenzimetro. Galvanometro balistico. Elettromagneti. Magneti permanenti
4. Campi magnetici dipendenti dal tempo: (4 ore)
 - Legge di Faraday. Lenz. Misura del campo B. Densità d'energia del campo magnetico. Misura delle suscettività magnetiche. Induttanze, circuiti R, L, C.. Induttanza di un cavo coassiale. Circuito risonante. Mutua induttanza
5. Onde: (10 ore)
 - Equazioni di Maxwell e corrente di spostamento. Onde elettromagnetiche. lunghezza d'onda. Propagazione in mezzi dispersivi. Vettore di Poynting. Densità di energia del campo elettromagnetico. Velocità di gruppo. Rifrazione e riflessione di onde elettromagnetiche piane. Legge di Snell. Spettroscopio a prisma. Formule di Fresnel. Angolo di Brewster. Angolo limite e riflessione totale.
6. Interferenza e diffrazione: (8 ore)
 - Interferenza fra onde. Sorgenti coerenti e incoerenti. Lamine sottili piano parallele. Lamine sottili a cuneo. Interferometri. Misura di una lunghezza d'onda.

Teoria della diffrazione o con la formulazione di Kirchoff o con il principio di Huygens. Frensel. Diffrazione di Fraunhofer. Limiti dell'ottica geometrica. Reticolo di diffrazione e suo potere risolutivo

7. Propagazione della luce in mezzi anisotropi: (4 ore)
 - Assi principali di polarizzazione in un cristallo. Ellissoide degli indici e sue proprietà. Cristalli uniassici. Onde ordinarie e straordinarie. Prisma di Nicol. Lamina a quarto d'onda
8. Fondamenti della meccanica quantistica: (4 ore)
 - Dualismo particella. onda. Principio di indeterminazione. Descrizione probabilistica dello stato quantistico di un sistema. Postulati fondamentali della meccanica quantistica. Equazione di Schrodinger. Particella in una scatola parallelepipeda. Densità degli stati permessi. Corpo nero. Legge di Wein. Legge di Stefan. Boltzmann
9. Primo principio della termodinamica: (8 ore)
 - Equilibrio statico. Distribuzione di Boltzmann. Definizione statica della temperatura. Principio zero della termodinamica. Termometro a gas a volume costante. Quantità di calore. Calorimetro di Bunsen. Principio di equivalenza tra calore e lavoro. Esperimento di Joule. Trasformazioni termodinamiche reversibili ed irreversibili. Capacità termiche e calori specifici. Calori latenti. Principio di equipartizione dell'energia. Adiabatiche reversibili di un gas perfetto. Equazione di Van der Waals. Isoterme di un fluido reale. Punto critico. Tensione di vapore saturo. Ebollizione
10. Secondo e terzo principio: (10 ore)
 - 2° principio della termodinamica. Macchine termiche reali e macchine di Carnot. Teorema di Carnot. Scala termodinamica delle temperature. Zero assoluto. Macchine frigorifere e pompe di calore. Disuguaglianza di Clausius. Teorema di Clausius. Accrescimento dell'entropia in trasformazioni adiabatiche irreversibili. entropia e disordine. Equazione dell'energia. Equazione di Clapeyron. 3° principio della termodinamica
11. Teoria microscopica dei materiali magnetici: (4 ore)
 - Descrizione del diamagnetismo. Teoria microscopica del diamagnetismo. Precessione di Larmor. Paramagnetismo. Funzione di Langevin. Ferromagnetismo. Campo di Weiss. Interazione di scambio. Temperatura di Curie. Ciclo di isteresi e sua caratterizzazione sperimentale

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. misura di resistenza mediante ponte di Wheatstone e misura di temperatura con sensore PT100
2. studio delle oscillazioni forzate in un circuito RLC mediante uso di oscilloscopio e generatore di segnali, e simulazioni al calcolatore di transitori in circuiti RC e RLC
3. misura di lunghezza d'onda della luce mediante reticolo di diffrazione e misura di indice di rifrazione mediante luce polarizzata e angolo di Brewster (con sensore a fotodiode)
4. misura della diffusività termica di un provino metallico

Modalità d'esame

- L'esame consta di una prova orale, che si svolge dopo che il docente ha acquisito vari elementi di giudizio sullo studente, tra cui l'esito di un compito scritto e le relazioni di laboratorio
- Lo studente può presentarsi allo scritto in un appello qualunque, e ripeterlo quante volte vuole
- Se il voto di uno scritto è $\geq 18/30$, la sua validità potrà essere estesa eventualmente fino alla fine dell'anno in corso, a giudizio del docente
- Studenti che non abbiano sostenuto lo scritto o comunque non abbiano ottenuto un voto superiore ai 10/30 sono fortemente sconsigliati di presentarsi all'esame

Testi di riferimento

1. Blum-Roller, "Fisica", Zanichelli
2. C. Mencuccini, V. Silvestrini, "Fisica", Liguori, Napoli, 1987
3. E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella, "Fisica generale, elettromagnetismo, relatività, ottica", Zanichelli
4. G. Lovera, R. Malvano, B. Minetti, A. Pasquarelli, "Calore e termodinamica", Levrotto&Bella, Torino

Modalità di contatto con il docente

- B. Minetti: Dip. di Fisica, Tel. 564.7317
- M. Omini: Dip. di Fisica, Tel 564.7338
- R. Gonelli: Dip. di Fisica, Tel. 564.7327
- Orario di ricevimento studenti:
 - due ore settimanali, che verranno specificate all'inizio del corso

FISICA DEI LASER

- Codice: F1940 - L1940
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Mario Vadacchino**, Dip. di Fisica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa**Modalità di contatto con il docente**

- M. Vadacchino: Dip. di Fisica, Tel. 564.7333

FISICA DELLE SUPERFICI (R)

- Codice: E1994
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof.ssa **Elena Tresso**, Dip. di Fisica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- E. Tresso: Dip. di Fisica, Tel. 564.7355

FISICA DELLO STATO SOLIDO

- Codice: L2000
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 8
 - Esercitazione: esercizi svolti durante il corso
 - Laboratorio: visite a laboratori
- Docente: Prof. **Alberto Tagliaferro**, Dip. di Fisica

Presentazione del corso

Il corso si propone di fornire agli allievi gli strumenti per la comprensione delle proprietà della materia nel suo stato solido. Vengono sviluppate le varie approssimazioni ed i concetti appresi sono utilizzati per analizzare alcuni tipi di materiali e le loro proprietà.

Requisiti

È richiesta la conoscenza dei fondamenti della meccanica quantistica.

Programma delle lezioni

1. *Gas di Elettroni*: Gas di Fermi: Condizioni al contorno di Born-Von Karmann - Livello di Fermi e potenziale chimico - Densità di stati elettronici - Calore specifico - Gas di Fermi bidimensionale. Effetti dell'interazione elettrone-elettrone: Interazione Coulombiana - Interazione di Pauli - Modello di Hartree - Modello di Hartree-Fock, determinante di Slater ed interazione di scambio - Screening: modello di Fermi e modello di Lindhard - Quasiparticelle (12 ore)
2. *Modello di Bloch*: Hamiltoniana completa di un solido: energie cinetiche e di interazione - Approssimazioni: adiabatica, reticolo statico. Reticoli cristallini: Cella di Wigner-Seitz - Struttura cristallina: reticolo + base - Reticolo reciproco - Zona di Brillouin. Modello di Bloch: Potenziale periodico - Teorema di Bloch - Elettroni liberi ed elettroni "di Bloch": analogie e differenze - Superficie di Fermi - Struttura a bande - Densità di stati - Teorema della massa efficace - Effetti del potenziale periodico: gap di energia (10 ore)
3. *Metodi di Calcolo della Struttura a bande*: Teoria delle perturbazioni - Metodo variazionale - Tight binding - Equazione secolare del T.B.; overlap - Il metodo OPW - Lo pseudopotenziale - Effetto repulsivo dello pseudopotenziale - Metodo Car-Parrinello (10 ore)
4. *Proprietà di trasporto*: Moto semiclassico in campi e.m.: Ipotesi - Equazioni del moto - Lacune - Corrente di elettroni e di lacune - Il tensore massa efficace. Processi di scattering: Sorgenti di scattering - Probabilità di scattering e tempo medio fra le collisioni - Equazione di Boltzmann - Approssimazione del tempo di rilassamento: ipotesi - Calcolo della distribuzione di equilibrio - "Momento del cristallo" e sua conservazione. Proprietà dei materiali: Conducibilità elettrica in DC ed AC - Conducibilità termica (relazioni di Onsager, legge di Wiedemann-Franz) - Potere Termoelettrico - Effetti Peltier e Thomson (10 ore)

5. *Fononi*: Effetti del reticolo ionico mobile: Approssimazione armonica - Modi normali, seconda quantizzazione e fononi: fononi acustici e fononi ottici; polarizzazione trasversale e longitudinale - Misura della relazione di dispersione. Teoria del calore specifico: Fononi e distribuzione di Bose - Calore specifico: definizione ed osservazioni sperimentali - Modelli di Debye e di Einstein - Densità di stati fononici e teoria del calore specifico (10 ore)
6. *Effetti di ordine superiore*: Anarmonicità ed effetti di interazione fonone-fonone: Proprietà del cristallo "armonico" non riscontrabili nell'osservazione - Processi di urto fra fononi - Processi "umklapp" e conducibilità termica - Resistività nei metalli a bassa T: legge T^5 di Bloch. Effetti dell'interazione elettrone-fonone: Variazione degli autovalori dell'hamiltoniana - Screening ionico dell'interazione elettrone-elettrone - Interazione attrattiva elettrone-elettrone, mediata dai fononi (10 ore)
7. *Tecniche di analisi e visite ai laboratori*: Spettrometrie: UPS, PDS, Visibile, Infrarossa, Raman, Fotoluminescenza - Misure di calori specifici e conducibilità termiche a $T < 10$ K - Diffrattometria di: neutroni, raggi X - EELS (cenni) (18 ore)
8. *Saranno inoltre svolti alcuni dei seguenti argomenti monografici*: Proprietà magnetiche della materia. Superconduttori. Semiconduttori cristallini ed amorfi. Proprietà ottiche della materia. Fenomeni di superficie. Proprietà elastiche e difetti reticolari. Cristalli liquidi (20 ore)

Programma delle esercitazioni

Esercizi sui vari argomenti saranno svolti durante le ore di lezione.

Programma delle lezioni in laboratorio

Sono previste visite a laboratori di ricerca attivi sia presso il Dip. di Fisica che presso altri centri di ricerca in città.

Testi di riferimento

Ashcroft & Mermin, "Solid State Physics", Saunders Ed.

Testi ausiliari

1. Ibach & Luth, "Solid State Physics", Springer & Verlag
2. Kittel, "Introduzione alla Fisica dello Stato Solido", Boringhieri
3. Myers, "Introductory Solid State Physics", Taylor & Francis

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale, suddivisa in due parti:

1. una lezione di 25-30 minuti su un argomento scelto dal candidato
2. alcune domande su argomenti svolti durante il corso

Modalità di contatto con il docente

- A. Tagliaferro: Dipartimento di Fisica, Tel. 564.7347, Email: ataglia@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Martedì: 13.30 - 15.30
 - Giovedì: 13.30 - 15.30

FISICA MATEMATICA

- Codice: L2030
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Nicola Bellomo**, Dip. di Matematica

Presentazione del corso

Le finalità principali che il corso di Fisica Matematica si pone sono i seguenti:

Fornire agli studenti le conoscenze fondamentali di modellizzazione matematica per i sistemi dell'ingegneria con particolare attenzione (ma non solo) ai modelli dell'ingegneria elettronica. Quindi illustrare i principi di classificazione dei modelli ed i principi di validazione di questi.

Fornire agli studenti un quadro complessivo dei modelli matematici delle scienze applicate.

Fornire agli studenti i criteri di formulazione matematica dei problemi con particolare attenzione ai problemi al valore iniziale e/o al contorno per equazioni alle derivate parziali.

Fornire agli studenti gli strumenti fondamentali, analitici e computazionali, per la soluzione di problemi nonlineari, diretti ed inversi, generalmente per equazioni alle derivate parziali, relativi all'analisi di modelli delle scienze applicate. L'analisi si rivolge a problemi diretti ed inversi, deterministici e stocastici.

Programma delle lezioni

Il Corso si articola in quattro moduli dei quali due moduli risultano orientati allo studio di modelli matematici e due allo studio di metodi matematici.

- I Modulo: Metodi di modellizzazione - Classificazione modelli - Problemi di validazione dei modelli - Modelli discreti e modelli elementari di sistemi continui
- II Modulo: Modelli idrodinamici - Modelli sistemi elettromagnetici - Modelli superconduttori - Modelli semiconduttori - Modelli cinetici - Modelli per sistemi biologici - Modelli sistemi sociali
- III Modulo: Introduzione all'analisi funzionale - Metodi di collocazione e interpolazione - Metodi di approssimazione - Soluzione di equazioni alle derivate parziali nonlineari con metodi di collocazione e approssimazione spettrale - Metodi alle differenze finite - Soluzione di equazioni integro-differenziali
- IV Modulo: Metodi di decomposizione dei domini - Soluzione di problemi inversi - Soluzione di problemi con parametri aleatori

Le lezioni si rivolgono all'illustrazione dei contenuti descritti al punto precedente. A ciascun modulo verranno dedicate circa 15 ore. Le lezioni sono condotte in parallelo per il primo e terzo modulo e quindi per il secondo e terzo modulo.

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni parte in aula e parte al LAIB sono finalizzate alla trattazione, in un rapporto scritto, di un modello specifico e quindi dello studio di problemi matematici relativi all'analisi del modello stesso.

L'esercitazione comprende la gestione di alcuni programmi scientifici per la soluzione di problemi al valore iniziale ed al contorno. Tali programmi si riferiscono alla applicazione di metodi di collocazione, alle differenze finite, metodi di decomposizione dei domini e metodi di soluzione di equazioni integrali. L'analisi è generalmente rivolta allo studio di problemi nonlineari.

Materiale fornito agli studenti

Disco con Files Programmi Scientifici. I programmi si riferiscono ai seguenti problemi:

1. Problemi di interpolazione e approssimazione superfici
2. Integrazione numerica sistemi equazioni alle derivate ordinarie (nonlineari) con metodi espliciti e impliciti
3. Integrazione numerica sistemi di equazione alle derivate parziali (nonlineari) con metodi spettrali e metodi di collocazione
4. Soluzione di alcuni problemi inversi
5. Integrazione di sistemi di equazioni (nonlineari) integro-differenziali

Testi di riferimento

1. Appunti delle lezioni in fotocopia
2. N. Bellomo e L. Preziosi, "Modelling, Mathematical Methods and Scientific Computation", CRC Press, Boca Raton, 1994
3. N. Bellomo, Z. Brzezniak, L. de Socio, "Nonlinear Stochastic Problems in Applied Sciences", Kluwer, Amsterdam, 1992

Modalità d'esame

L'accertamento finale si basa sulla discussione relativa alla dissertazione scritta relativa alla trattazione e applicazione dei moduli 1 e 3 e su un colloquio che verte sui moduli 2 e 4.

Modalità di contatto con il docente

- N. Bellomo: Dip. di Matematica, Tel. 564.7514

**FONDAMENTI DELLA MISURAZIONE E METROLOGIA
GENERALE ELETTRICA**

- Codice: L2150
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Ernesto Arri**, Dip. di Automatica e Informatica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- E. Arri: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7022

FONDAMENTI DI INFORMATICA I

- Codice: F2170 - L2170 - N2171
- Collocazione: Anno: I Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 4
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Adriano Valenzano**, Dip. di Automatica e Informatica
 - (II corso) Prof. **Elio Piccolo**, Dip. di Automatica e Informatica
 - (III corso) Prof. **Pietro Laface**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso intende presentare agli allievi gli elementi fondamentali dell'informatica sia dal punto di vista hardware sia da quello software. Particolare rilievo viene attribuito ai principi ed alle tecniche di programmazione utilizzando come riferimento il linguaggio C. Vengono inoltre fornite nozioni introduttive sulla struttura degli elaboratori e sulla rappresentazione dell'informazione al loro interno.

Programma delle lezioni

- Parte I (circa 40% del corso):
 - Rappresentazione dell'informazione:
 - . rappresentazioni dei numeri in sistemi a base intera
 - . conversione di base
 - . rappresentazione dei numeri con segno
 - . rappresentazioni in virgola fissa e virgola mobile
 - Operazioni aritmetiche nel sistema binario
 - Operazioni algebriche nelle diverse rappresentazioni
 - Codici binari (BCD, ASCII, Gray etc.)
 - Algebra di Boole, funzioni logiche, teoremi fondamentali
 - Struttura del calcolatore (parti funzionali, cenni tecnologici, classificazione, cenni sulla misura delle prestazioni)
 - Funzionamento del calcolatore, linguaggio macchina
 - Unità periferiche, tecnologie e prestazioni (dischi magnetici e ottici, nastri, dispositivi di presentazione e display, stampanti, plotter, mouse, tavolette, scanner)
 - Linguaggio assembler (cenni), linguaggi di alto livello, compilatori, interpreti
 - Sistemi operativi, multiprogrammazione, sistemi real-time, sistema MS-DOS
- Parte II (circa 60% del corso):
 - Strutture informative fondamentali (code, stack, tabelle,...)
 - Tecniche di programmazione, linguaggio C, sviluppo di programmi in C
 - Algoritmi fondamentali (sort, merge,...)

Programma delle esercitazioni

Verranno svolti esercizi su tutte le parti sviluppate a lezione. Le modalità di svolgimento delle esercitazioni dipendono dal corso (I, II o III) e dagli argomenti: la separazione tra "teoria" e "pratica" non è mai netta.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Esercizi sul sistema MS-DOS
2. Esercizi di programmazione in linguaggio C

Testi di riferimento

1. P. Demichelis, E. Piccolo, *"Introduzione all'Informatica"*, McGraw Hill, Milano
2. L. Farinetti, E. Piccolo, *"Il manuale del Laboratorio di Informatica"*, CLUT, Torino
3. B. W. Kernigham, D. M. Ritchie, *"The C Programming Language"*, (II edizione) Jackson Libri Italia, Milano

Testi ausiliari

1. J.R. Hanly, E. B. Koffman, F. L. Friedman, *"Problem Solving and Program Design in C"*, Addison-Wesley Publishing Company, N.Y.
2. G. Cabodi, S. Quer, M. Sonza Reorda, *"Introduzione alla programmazione in C"* in corso di pubblicazione
3. *"ANSI C, a Lexical Guide"*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (Tradotto in Italiano dalla Jackson Libri)
4. M. Waite, S. Prata, D. Martin, *"Programmare in C"*

Modalità di esame

- L'esame è composto da due prove scritte e una verifica
 - La prima prova scritta verte su tutti gli argomenti trattati nel corso mentre la seconda consiste nella realizzazione di un programma in C
 - La verifica consiste nell'accertamento della correttezza delle due prove scritte, in un eventuale approfondimento orale (a discrezione del docente) e nella registrazione del voto
 - Per lo svolgimento della prima prova viene concesso un tempo prefissato (circa 1 ora), dopo di che l'elaborato deve essere consegnato. Gli elaborati verranno corretti nella settimana successiva e i risultati pubblicati nella bacheca dei Dipartimenti Elettrici
 - Per lo svolgimento della seconda prova, valgono le seguenti modalità:
 - viene assegnato un problema da risolvere tramite la realizzazione di un programma in C
 - l'allievo dispone di un tempo prefissato (circa 2 ore) per realizzare il programma su carta, in duplice copia. Si consiglia vivamente l'uso di carta carbone
 - una copia del listato viene consegnato agli esaminatori
 - l'allievo dovrà successivamente collaudare il proprio programma su un personal computer del LAIB e completare la documentazione dell'elaborato
- Dopo aver sostenuto le due prove e superata la prima con un voto non inferiore a 17, l'allievo dovrà

1. prenotarsi per una sessione di verifica consegnando il materiale di cui ai punti precedenti in Segreteria Studenti dei Dipartimenti Elettrici entro la data fissata dall'apposito avviso
 2. presentarsi alla sessione di verifica con il dischetto contenente il programma sorgente corretto ed il file eseguibile
- Durante la verifica verrà analizzato il materiale prodotto dall'allievo, che è tenuto a motivare le scelte operate per la soluzione del problema. Verrà altresì discussa la prima prova scritta ed eventualmente approfondito l'esame orale. Alla fine verrà comunque attribuito un voto e subito registrato

Note:

- Normalmente le due prove scritte e la verifica sono svolte in un unico appello. Vengono tuttavia concesse alcune facilitazioni secondo le modalità descritte in seguito
- Le due prove scritte e la verifica possono essere svolte durante appelli distinti, e l'allievo può ripetere più volte la stessa prova (con alcune restrizioni), indipendentemente l'una dall'altra. Presentarsi a sostenere una prova invalida automaticamente ogni risultato precedente conseguito sullo stesso tipo di prova (non ci si può ritirare). Tra la più vecchia delle due prove e la verifica non devono essere trascorsi più di 12 (dodici) mesi
- La prova di teoria può essere sostenuta senza presentare lo statino e può essere ripetuta più volte, purché tra una volta e la successiva si salti almeno un appello, indipendentemente dalla sessione
- La prova di programmazione può essere sostenuta secondo le modalità stabilite dal calendario ufficiale della Facoltà e richiede sempre la presentazione di uno statino valido.
- Anche per la verifica è richiesto uno statino valido se questo non è stato già presentato per la prova di programmazione nella stessa sessione
- Alla scadenza di validità dello statino presentato per una qualsiasi prova si provvederà comunque alla registrazione dell'esame

Modalità di contatto con il docente

- P. Laface: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7004
- E. Piccolo: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7002
- A. Valenzano: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7061
- Orario di ricevimento studenti:
 - Sono comunicati tramite avviso presso le bacheche dei Dipartimenti Elettrici

FONDAMENTI DI INFORMATICA II, SISTEMI INFORMATIVI I (TLC)

- Codice: F5011 - N2172
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Fondamenti di informatica I (INF)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4
- Docente: Prof. **Paolo Camurati**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Massimo Poncino, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Le lezioni si propongono di illustrare i concetti fondamentali relativi alle strutture dati ed agli algoritmi. Si tratteranno gli algoritmi classici di ordinamento, ricerca e relativi ai grafi, analizzandone la complessità. Saranno, inoltre, presentate metodologie generali per la progettazione di algoritmi. Le esercitazioni tratteranno gli aspetti avanzati della programmazione in linguaggio C, quali le strutture dinamiche e la recursione, le metodologie di analisi strutturata di sistemi ed un'introduzione alla programmazione orientata agli oggetti.

Programma delle lezioni

1. Introduzione agli algoritmi (1 ora)
2. Analisi di Complessità (5ore)
 - Comportamenti asintotici
 - Equazioni alle ricorrenze
3. Algoritmi di ordinamento (7ore)
 - Limite inferiore di complessità
 - Heap e code a priorità, heapsort
 - Quicksort
 - Algoritmi lineari
4. Strutture dati (11 ore)
 - Code, pile, liste, alberi
 - Tabelle di hash
 - Alberi binari di ricerca
 - Alberi RB
 - B-tree
5. Tecniche avanzate di analisi e progetto (6 ore)
 - Programmazione dinamica
 - Algoritmi greedy
 - Analisi ammortizzata
6. Teoria dei grafi (12 ore)
 - Rappresentazione e visita di grafi
 - Alberi ricoprenti minimi
 - Single-source shortest path

- All-pairs shortest path
- Reti di flusso
- 7. Teoria della complessità (6 ore)
 - Classi di complessità
 - Algoritmi approssimati

Programma delle esercitazioni

1. C avanzato (8 ore)
 - Modularità. Recursion. Puntatori ed allocazione dinamica della memoria
2. Strutture dati ed algoritmi in C (12 ore)
 - Liste, pile, code, alberi, code a priorità. Applicazioni della teoria dei grafi
3. Risoluzione di problemi complessi (10 ore)
4. Analisi strutturata di sistemi (14 ore)
 - Metodologia. Case study
5. Introduzione alla programmazione orientata agli oggetti (4 ore)

Testi di riferimento

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, "Introduction to Algorithms", McGraw Hill, 1992 (anche in versione italiana)

Testi ausiliari

1. B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, "The C programming language", 2nd ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (USA), 1988
2. C. Gane, T. Sarson, "Structured Systems Analysis", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (USA), 1979
3. J. Rumbaugh, M. Blaha, W. Premerlani, F. Eddy, W. Lorensen, "Object-oriented modeling and design", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (USA), 1991

Modalità d'esame

L'esame consiste di due prove scritte, una di teoria ed una di progettazione e programmazione e di una prova orale. Le combinazioni di appelli ai quali si può consegnare un elaborato sono quelle ufficiali della Facoltà. La validità di ogni elaborato consegnato è limitata ad una sessione. Le tre prove sono indipendenti e possono essere sostenute in appelli diversi, purché nella stessa sessione. Il superamento della prova di teoria permette di accedere alla prova orale, durante la quale viene verificato l'elaborato della prova di progettazione e programmazione.

Modalità di contatto con il docente

- P. Camurati: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7062, Email: camurati@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Lunedì: 10.30-12.30
 - . Venerdì: 8.30-10.30
- P. Massimo: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7011

GEOMETRIA

- Codice: L2300 - N2300 - F2300
- Collocazione: Anno: I Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Docente: da nominare

Programma delle lezioni

1. Vettori applicati e liberi. Spazi vettoriali e sottospazi. Operazioni sui sottospazi. Combinazioni lineari. Insiemi liberi. Basi.
2. Scarti successivi e completamento di un insieme libero Dimensione. Dimensione dei sottospazi. Dimensione e base di una somma diretta. Rango. Riduzione con applicazione ai sottospazi. Prodotto tra matrici. Matrici invertibili. Sistemi ridotti.
3. Teorema di Rouché-Capelli. Sistemi omogenei. Sistemi ad incognite vettoriali. Calcolo dell'inversa di una matrice. Numeri complessi: definizione, forma alg., trig., radici. Polinomi. Spazi vettoriali su \mathbb{C} . Determinanti. Teorema di Kronecker.
4. Applicazioni lineari: kerf e Imf. Isomorfismi. Applicazione lineare associata a una matrice. Matrice associata ad una applicazione lineare. Terzo modo. Calcolo Imf. Isomorfismi e matrici.
5. Teorema di estensione. Controimmagine. Calcolo Kerf. Autovalori e autovettori: def. ed esempi. Polinomio caratteristico. Cambio base. Invarianza del p.c.
6. Endo semplici: teoremi sugli endo semplici. Diagonalizzazione. Spazi con p.s. Ortogonalità e basi o.n. Gram-Schmidt. Matrici ortogonali. Endo a.a.
7. Teorema fondamentale sugli endo a.a. Matrici simmetriche. Forme quadratiche. Polinomio minimo. Teorema di Cayley-Hamilton. Relazione tra il p.m. e il p.c.
8. Matrici diagonali a blocchi. Autospazi generalizzati. Endomorfismi nilpotenti: definizione, proprietà, forma canonica.
9. Forma canonica di Jordan. Sistemi differenziali. Equazioni diff. lineari
10. Geometria analitica piana. Cambiamenti di riferimento. Riduzione di coniche a forma canonica: teorema con esempi. Coniche degeneri.
11. Rette e piani nello spazio. Sfere. Generalità su curve e superficie.
12. Curve piane. Cilindri. Coni. Superficie di rotazione. Quadriche. Triedro. Curvatura, cerchio osculatore.

Testi di riferimento

Le lezioni seguono il testo:

1. S.Greco, P.Valabrega, "Lezioni di algebra lineare e geometria" 2 vol., Levrotto & Bella, Torino

Per gli esercizi si possono consultare:

1. S.Greco, P.Valabrega, "Esercizi risolti", Levrotto & Bella, Torino
2. G.Cervelli, A.Di Lello, "Geometria: esercizi svolti", CLUT
3. N.Chiarli, "L'esame di Geometria", Levrotto & Bella, Torino
4. N.Chiarli, S.Greco, P.Valabrega, "100 esercizi di Algebra lineare"
5. N.Chiarli, S.Greco, P.Valabrega, "100 esercizi di Geometria Analitica piana"
6. N.Chiarli, S.Greco, P.Valabrega, "100 esercizi di Geometria Analitica dello spazio", Levrotto & Bella, Torino

Modalità d'esame

- L'esame consiste in una prova scritta della durata di due ore e in una prova orale
- La prova scritta è suddivisa in tre sezioni:
 - nella prima sezione, del valore globale di 20 punti, lo studente deve inserire in apposite caselle le risposte ai quesiti proposti
 - nella seconda sezione, del valore globale di 5 punti, lo studente deve risolvere per esteso uno o più esercizi
 - nella terza sezione, del valore globale di 5 punti, lo studente deve dimostrare uno o più risultati di tipo teorico visti nel corso
- Per accedere alla prova orale occorre aver conseguito un punteggio di almeno 15 punti sui 25 delle prime due sezioni
- Al termine della prova scritta viene affissa in bacheca la correzione del compito e lo studente ha facoltà di ritirarsi dall'esame, senza che ciò comporti conseguenze
- Gli studenti che non si ritirano consegnano lo statino alla segreteria didattica del Dip. di Matematica nei tempi comunicati in sede di prova scritta
- L'esito dell'esame viene registrato qualunque esso risulti
- La prova orale si svolge nello stesso appello della prova scritta (la commissione, a suo insindacabile giudizio può decidere di esonerare lo studente dalla prova orale)

Esoneri

Orientativamente dopo le vacanze pasquali viene proposta agli studenti immatricolati nel 95/96 una prova facoltativa di esonero

- Tale prova, della durata di un'ora, è strutturata nella forma di 30 quiz a risposta multipla
- Supera la prova lo studente che fornisce almeno 15 risposte esatte (le risposte sbagliate contano 0)
- Lo studente che ha superato la prima prova di esonero è ammesso alla seconda prova di esonero, che ha la durata di un'ora e mezzo e consiste di 20 quiz a risposta multipla, un esercizio, la dimostrazione di un risultato teorico visto nel corso
- Supera la prova lo studente che abbia conseguito un punteggio di almeno 15, di cui almeno 10 nei quiz (le risposte sbagliate contano 0)
- Lo studente che abbia superato entrambe le prove di esonero con una media di almeno 18 può:
 - accettare il voto come voto finale d'esame, se ciò gli viene proposto dalla commissione
 - presentarsi all'orale in uno ed un solo dei tre appelli della sessione estiva (in tal caso l'esito è comunque registrato, con annullamento dell'esonero)
 - rinunciare al voto dell'esonero e presentarsi a sostenere l'esame regolare.

ILLUMINOTECNICA

- Codice: F2560
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Augusto Mazza**, Dip. di Energetica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- A. Mazza: Dip. di Energetica, Tel. 564.4431

INFORMATICA GRAFICA

- Codice: L2850 - N2850
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Sistemi operativi (INF)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Aldo Laurentini**, Dip. di Automatica e Informatica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- A. Laurentini: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7029

INGEGNERIA DEL SOFTWARE I

- Codice: L2941
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Sistemi operativi (INF)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Giorgio Bruno**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso presenta i principi, i metodi e gli strumenti principali della moderna ingegneria del software. I temi centrali sono: il ciclo di vita del software con particolare riguardo alle fasi di specifica dei requisiti, progettazione e testing, il paradigma ad oggetti applicato alla programmazione, all'analisi ed al progetto del software, lo sviluppo del software mediante l'impiego di modelli grafici, rigorosi, eseguibili e simulabili. Nell'ambito del corso viene illustrato il linguaggio C++ che serve da base per la presentazione di alcuni esempi relativi all'ingegnerizzazione di sistemi software complessi.

Programma delle lezioni

1. Modelli del ciclo di vita del software:
 - Waterfall, incrementale, evolutivo-prototipale, operativa, a spirale. Specifica dei requisiti funzionali e non funzionali (ISO 9000-3) e standard di documentazione
2. Modelli funzionali:
 - Decomposizione top-down mediante la tecnica dei dataflow e definizione dei dati e dei processi elementari mediante il data dictionary
3. Modelli informativi:
 - Il formalismo Entity-Relationship e le sue estensioni principali. Viene anche illustrato un linguaggio navigazionale che rende operazionali (ossia eseguibili) tali modelli
4. Modelli di controllo:
 - Macchine a stati (o diagrammi stato-transizione), macchine a stati operazionali, gerarchiche (o statecharts) e concorrenti
5. Paradigma strutturato:
 - Vengono presentati il paradigma strutturato per l'analisi del software come integrazione dei tre tipi di modelli - funzionali, informativi e di controllo - e alcuni strumenti Case di supporto
6. Reti di Petri:
 - Modellazione di sistemi concorrenti, analisi delle proprietà comportamentali, suddivisione in sotto-classi trattabili analiticamente. Reti temporizzate e reti colorate; reti operazionali (Protob); simulazione di reti di Petri
7. Paradigma ad oggetti:

- Principi della programmazione ad oggetti: identità, classificazione, ereditarietà e polimorfismo. Metodi di analisi e progetto ad oggetti (rassegna dei metodi di Rumbaugh, Booch e altri). Modellazione operativa ad oggetti ed architetture complesse ad oggetti (formalismo Class-Relationship, definizione del comportamento degli oggetti attivi mediante macchine a stati e reti di Petri). Trasformazione di architetture progettuali ad oggetti in architetture implementative basate su processi concorrenti
8. Linguaggio C++:
- Ne sono illustrate le caratteristiche principali e, in particolare, i meccanismi di ereditarietà, di gestione della memoria e di overloading degli operatori. Architettura dei programmi scritti in C++
9. Verifica del software:
- Tecniche di validazione e di verifica. Complessità ciclomatica. Metodi di testing (top-down, bottom-up, black box, white box)

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni comprendono sia lo svolgimento di esercizi specifici di approfondimento delle parti teoriche sia lo sviluppo di alcuni esempi significativi di sistemi ad eventi, quali sistemi di supervisione e sistemi real-time.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Le esercitazioni vertono principalmente sull'uso del linguaggio C++ e di alcuni ambienti di supporto, come il Visual C++ della Microsoft. Dopo aver svolto un certo numero di attività propedeutiche gli studenti divisi in gruppi affrontano alcuni progetti riguardanti la costruzione di interfacce grafiche e lo sviluppo di simulatori di sistemi ad eventi.

Testi di riferimento

1. G. Bruno, "Model-based Software Engineering", Chapman & Hall, London, 1995
2. B. Stroustrup, "Il linguaggio C++", Addison Wesley Masson, Milano, 1993 (per il C++)

Modalità d'esame

L'esame comprende una prova scritta di teoria, una prova scritta di programmazione in C++ (sostituibile da una tesina) e un orale facoltativo.

Modalità di contatto con il docente

- G. Bruno: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7003, Email: bruno@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Giovedì: 10.30 - 12.30 (per la durata del corso)
 - Su appuntamento

INGEGNERIA DEL SOFTWARE II

- Codice: N2942
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Ingegneria del software I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof.ssa **Maria Letizia Jaccheri**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso introduce la teoria e i metodi per una gestione ingegneristica del processo di produzione e di mantenimento del software e prevede lo svolgimento di un progetto, come parte pratica.

La parte teorica tratta il linguaggio di specifica formale Z e le sue basi matematiche, quali la logica dei predicati. La parte metodologica tratta la gestione del processo software, le metriche del software, e gli strumenti automatici tipo CASE. La parte pratica è il fulcro del corso e ne costituisce parte preponderante: consiste di un progetto reale con un committente e un modello di processo ben definito da seguire.

Programma delle lezioni

1. La matematica per l'ingegneria del software
2. Il linguaggio di specifica Z
3. Il processo software
4. Gli ambienti automatici per lo sviluppo del software
5. La garanzia di qualità del processo software
6. La gestione delle configurazioni di documenti software
7. Le metriche del software
8. Fattori umani, comunicazione e ingegneria del software

Programma delle esercitazioni

1. Il linguaggio Z: esercitazioni
2. Il modello di svolgimento del progetto
 - I gruppi e l'organizzazione delle persone
 - . la gestione dei documenti
 - Gli strumenti utilizzati: MS Project, Power Point, Easy CASE, E3
 - . interazione con il committente reale. La fase di analisi. La fase di definizione dei requisiti. La fase di progetto. I gruppi. Le metriche

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Uso degli strumenti automatici per l'esecuzione del progetto.

Testi di riferimento

1. Raccolta di lucidi a cura del docente
2. A. Diller, "Z: An Introduction to Formal Methods", John Wiley & Sons ed.

Testi ausiliari

1. Sommerville, "*Software Engineering, I*", Addison Wesley, IV ed.
2. Ghezzi, Jazayeri, Mandrioli, "*Fundamental of Software Engineering*", Prentice Hall International

Modalità d'esame

L'esame consiste di tre parti:

1. Una verifica, da svolgersi durante il corso, riguardante parte teorica
2. Il progetto
3. Un orale su argomenti metodologici e sul progetto

Modalità di contatto con il docente

- M.L. Jaccheri: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7079, Email: letizia@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Giovedì: 16.30 - 19.30

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

- Codice: N3000
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Sistemi operativi
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Elio Piccolo**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso si propone di illustrare le problematiche 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 apprenderà l'uso di linguaggi non algoritmici, quali LISP e Prolog, di shell di sistemi aperti e di altri strumenti di intelligenza artificiale.

Programma delle lezioni

1. Strategie per la risoluzione di problemi:
 - Soluzioni nello spazio degli stati
 - Soluzione per decomposizione in sotto-problemi
 - Ricerca in ampiezza, profondità e mediante euristica
2. Logica: monotona, non monotona, fuzzy
 - La logica proposizionale
 - La logica del primo ordine
 - La logica di ordine superiore
 - Le logiche modali e temporali
 - Procedure di decisione
 - Fuzzy logic
3. 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: incertezza, inferenza bayesiana, belief
 - Architetture che imitano i sistemi biologici: reti neurali, connessionismo, memoria distribuita sparsa
4. Sistemi basati sulla conoscenza:

- I sistemi esperti: problematiche e classificazioni, con particolare riguardo alle applicazioni degli stessi in ambiti tecnico-ingegneristici: apprendimento automatico; interfaccia utente nell'ambito dei sistemi basata 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
5. Linguaggi non procedurali:
- I linguaggi funzionali con particolare attenzione al LISP
 - I linguaggi logici con particolare attenzione al Prolog
6. Riconoscimento e comprensione:
- Tecniche di riconoscimento di configurazioni (pattern recognition, approccio statico e sintattico)
 - Il riconoscimento delle immagini
 - Il riconoscimento del parlato

Programma delle esercitazioni

Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione, legati ad applicazioni tecnico-ingegneristiche: tecniche per 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.

Testi di riferimento

1. E. Rich, "Intelligenza artificiale", McGraw Hill, Milano
2. N.J. Nilsson, "Metodi per la risoluzione dei problemi nell'intelligenza artificiale", Angeli, Milano

Testi ausiliari

I. Bratko, "Programmare in prolog per l'intelligenza artificiale", Massons Addison Wesley, Milano

Modalità d'esame

Per il superamento dell'esame, oltre a sostenere una prova orale, l'allievo dovrà approfondire uno degli argomenti del corso, a sua scelta, svolgendo una tesina e sviluppando una parte sperimentale.

Modalità di contatto con il docente

- E. Piccolo: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7002, Email: piccolo@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Indicato in bacheca del settore dell'informazione

ISTITUZIONI DI ECONOMIA

- Codice: F3040
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

ISTITUZIONI DI MECCANICA QUANTISTICA

- Codice: F3050 - L3050
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Fisica II (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof.ssa **Carla Buzano**, Dip. di Fisica

Presentazione del corso

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.

Requisiti

Analisi matematica I e II, Geometria, Fisica I.

Programma delle lezioni

1. Cenni di meccanica analitica: (8-12 ore)
 - Lagrangiana ed equazioni di Lagrange, Hamiltoniana ed equazioni di Hamilton, parentesi di Poisson, trasformazioni canoniche. Piccole oscillazioni, coordinate normali
2. Meccanica Quantistica: (56-60 ore)
 - 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
3. Elementi di Meccanica Statistica Quantistica: (14-16 ore)
 - 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
- 4. Applicazioni nel campo della Struttura della Materia, con particolare attenzione al Magnetismo

Programma delle esercitazioni

1. Insieme completo di osservabili che commutano
2. Modi normali molecola
3. Esempi vari

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Esercitazioni al computer (svolte al LAIB) sui seguenti argomenti:

1. Particella libera
2. Stati legati (oscillatore armonico, buca di potenziale)
3. Stati di scattering (potenziale a gradino, buca e barriera di potenziale, effetto tunnel)
4. Atomo di idrogeno
5. Modi normali di oscillazione

Testi di riferimento

Sono a disposizione appunti raccolti dagli studenti (in particolare da Davide Sciancalepore)

Testi ausiliari

1. C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, "*Mecanique Quantique*" I e II, Hermann
2. A. Messiah, "*Quantum Mechanics*" I e II, North Holland
3. A. Galindo, P. Pascual, "*Quantum Mechanics*" I e II, Springer-Verlag
4. J.J. Sakurai, "*Meccanica Quantistica Moderna*", Zanichelli
5. W.H. Louisell, "*Quantum Statistical Properties of Radiation*", John Wiley

Modalità d'esame

L'esame consta di una prova orale.

Modalità di contatto con il docente

- C. Buzano: Dip. di Fisica, Tel. 564.7332, Email: Buzano@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Martedì: 10.30 - 12.30

LINGUAGGI E TRADUTTORI

- Codice: N3070
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Calcolatori elettronici
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Silvano Rivoira**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso ha lo scopo di introdurre la teoria dei linguaggi formali e di illustrarne l'applicazione nella progettazione dei compilatori.

La prima parte descrive le proprietà delle più importanti classi di linguaggi formali e delle loro rappresentazioni.

La seconda parte analizza la struttura dei compilatori, esaminando le diverse fasi del processo di traduzione, le problematiche associate a ciascuna di esse e le relative tecniche di soluzione.

Durante le esercitazioni viene sviluppato il progetto di un compilatore per un sottoinsieme del linguaggio C.

Programma delle lezioni

1. Linguaggi Formali: (18 ore)
 - Classificazione (3 ore)
 - Linguaggi regolari (5 ore):
 - Grammatiche regolari. Espressioni regolari. Automi a stati finiti
 - Linguaggi context free: (8 ore)
 - Grammatiche context free. Automi pushdown. Grammatiche LR(k)
 - Macchine di Turing (2 ore)
2. Compilatori: (36 ore)
 - Struttura dei compilatori (2 ore)
 - Analisi lessicale (2 ore)
 - Analisi sintattica: (8 ore)
 - Analisi top down. Analisi bottom up
 - Traduzione guidata da sintassi: (6 ore)
 - Definizioni ad attributi. Traduzione top down. Traduzione bottom up
 - Analisi semantica e generazione del codice intermedio: (8 ore)
 - Controllo dei tipi. Linguaggi intermedi. Analisi di dichiarazioni e istruzioni
 - Generazione del codice: (6 ore)
 - Blocchi di base e grafi di flusso. Generazione del codice di un blocco di base. Allocazione dei registri
 - Ottimizzazione del codice intermedio: (4 ore)
 - Eliminazione di sottoespressioni comuni. Propagazione delle copie. Ottimizzazione dei cicli

Programma delle esercitazioni

1. Generazione di analizzatori lessicali mediante LEX (8 ore)
2. Analizzatori sintattici a discesa ricorsiva (4 ore)
3. Generazione di traduttori mediante YACC (8 ore)
4. Tabelle dei simboli e Ambienti di esecuzione (8 ore)
5. Generazione e ottimizzazione del codice (8 ore)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Realizzazione dei componenti base di un compilatore mediante l'impiego di strumenti software per la generazione di analizzatori lessicali e di traduttori guidati da sintassi (20 ore).

Testi di riferimento

1. J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, "Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation", Addison Wesley, 1979
2. A.V. Aho, R. Sethi, J.D. Ullman, "Compilers: Principles, Techniques, and Tools", Addison Wesley, 1986

Testi ausiliari

G. Bruno, "Linguaggi Formali e Compilatori", UTET, 1992

Modalità d'esame

- L'esame si compone di due prove scritte e di una verifica
- La prima prova scritta verte sul programma delle LEZIONI, ha la durata di un'ora, può essere sostenuta una sola volta per sessione, ed è valida per un anno solare. Non è ammessa la consultazione di nessun tipo di documento
- È prevista una prova intermedia di esonero relativa al capitolo *Linguaggi Formali*
- La seconda prova scritta verte sui contenuti delle ESERCITAZIONI e del LABORATORIO, consiste nello sviluppo di un programma, ha la durata di due ore e può essere ripetuta ad ogni appello. È possibile consultare libri ed appunti
- La prova di verifica consiste nel confronto tra un elaborato consegnato al termine della seconda prova scritta ed un corrispondente programma eseguibile sviluppato successivamente dal candidato. Questa prova può essere sostenuta nello stesso appello o in un appello successivo a quello della seconda prova nell'arco di un anno solare
- Il voto finale è il risultato della media aritmetica dei voti ottenuti nella prima prova scritta e nella prova di verifica

Modalità di contatto con il docente

- S. Rivoira: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7056, Email: rivoira@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 15.00 - 18.00
 - Mercoledì: 15.00 - 18.00

MACCHINE

- Codice: H3110
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Paolo Campanaro**, Dip. di Energetica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- P. Campanaro: Dip. di Energetica, Tel. 564.4415

MACCHINE ELETTRICHE

- Codice: L3130
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Aldo Boglietti**, Dip. di Elettrica Industriale

Presentazione del corso

Il corso vuole fornire allo studente le basi conoscitive sul funzionamento delle principali macchine elettriche. In particolare il contenuto del corso viene adattato alle esigenze principale degli studenti con un orientamento elettronico industriale e di automazione.

Per questo motivo le macchine elettriche vengono analizzate con modelli di tipo stazionario e di tipo dinamico. Il corso è consigliato a tutti gli studenti che prevedano nel piano di studio i corsi di Azionamenti Elettrici, Azionamenti Elettrici per l'Automazione, Elettronica Industriale di potenza.

Requisiti

Elettrotecnica.

Programma delle lezioni

1. Richiami sui sistemi trifase (3 ore)
2. Richiami sui campi magnetici. Soluzione delle reti magnetiche. Problemi legati alle non linearità. Criteri di dimensionamento delle induttanze (1 ora)
3. Concetti generali sulle dimensioni delle macchine elettriche. Criteri di similitudine (1 ora)
4. Il trasformatore monofase. Principi di funzionamento, Determinazione del circuito equivalente. Prove sui trasformatori monofasi. Caratteristiche nominali. Rendimenti e cadute di tensione. Parallelo dei trasformatori monofasi (6 ore)
5. Il trasformatore Trifase. Principi di funzionamento. Determinazione del circuito equivalente. Prove sui trasformatori trifasi. Problemi legati al funzionamento con carico squilibrato. Caratteristiche nominali. Rendimenti e cadute di tensione. Parallelo dei trasformatori trifasi e concetto di gruppo i appartenenza (4 ore)
6. Cenni sul funzionamento dell'autotrasformatore (1 ora)
7. Principi di conversione statica dell'energia. Determinazione di forze e di coppie nei sistemi elettromeccanici (3 ore)
8. Macchina in corrente continua. Principi di funzionamento e presenza del collettore a lamelle. Equazioni della macchina e suo circuito equivalente. Modello in regime stazionario ed in regime dinamico. Caratteristiche di coppia dei principali motori in corrente continua. Concetto di azionamento in corrente continua e regolazione della coppia e della velocità. Commutazione della macchina in corrente continua (10 ore)

9. Distribuzione di forza magneto motrice e concetto di avvolgimento. Campo magnetico rotante. Flussi concatenati con gli avvolgimenti e forze elettromotrici indotte. Creazione di coppia tra distribuzione di induzione al traferro e corrente (6 ore)
10. Motore asincrono. Determinazione del circuito equivalente in regime stazionario. Determinazione della caratteristica di coppia. Prove sui motori asincroni. dati nominali. Caratteristiche costruttive. Regolazione della velocità. Alimentazione dei motori asincrono con inverter. Controllo di coppia. Motore asincrono monofase (14 ore)
11. Trasformazione delle grandezze trifase. Trasformazione trifase bifase. Trasformazione di rotazione (2 ore)
12. Modello dinamico del motore asincrono. Determinazione delle auto e mutue induttanze. Modello dinamico del motore asincrono su assi fissi e su assi rotanti (6 ore)
13. Controllo diretto di coppia e cenni sul controllo di tipo field oriented (1 ora)
14. Macchina sincrona. Principio di funzionamento. Macchina isotropa ed anisotropa. Macchina sincrona collegata ad una rete di potenza infinita. Regolazione della potenza attiva e reattiva. Fenomeni magnetici all'interno della macchina sincrona e determinazione della reattanza sincrona (5 ore)
15. Cenni sul funzionamento delle macchine sincrone a magneti permanenti. Brushless sinusoidale e trapezio (2 ore)
16. Modello dinamico della macchina sincrona. Determinazione delle auto e mutue induttanze. Modello dinamico della macchina sincrona (5 ore)
17. Motori passo passo. Caratteristiche costruttive. Caratteristiche di coppia. Alimentazione e controllo dei motori passo passo (3 ore)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Prova a vuoto ed in corto circuito di un trasformatore trifase ed elaborazione delle prove
2. Misure in regime stazionario e dinamico su un motore in corrente continua per ottenere i parametri del modello
3. Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore in corrente continua sulla base dei parametri ricavati dalle prove sperimentali
4. Prova a vuoto ed in corto circuito di un motore asincrono trifase ed elaborazione delle prove per l'ottenimento dei parametri del circuito equivalente
5. Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore asincrono con alimentazione sinusoidale
6. Prove di laboratorio su un motore asincrono trifase con alimentazione da inverter in onda quadra e PWM
7. Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore asincrono con alimentazione da inverter in onda quadra e PWM
8. Prove di laboratorio su un motore asincrono trifase con alimentazione da inverter controllato in corrente di tipo field oriented
9. Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore asincrono con alimentazione da inverter controllato in corrente di tipo field oriented

Testi di riferimento

1. A. Fitzgerald, C. Kingsley, A. Kusko, "Electrical Machines", Ed. McGraw-Hill. Esiste traduzione del testo in italiano degli autori G. Molinari ed altri edito da Franco Angeli

2. Per la parte di corso riguardante la dinamica delle macchine elettriche verranno distribuite apposite dispense

Modalità di esame

Solo orale.

Modalità di contatto con il docente

- A. Boglietti: Dip. di Ingegneria Industriale, Tel. 564.7128
- Orario di ricevimento studenti:
 - dalle 9.00 alle 17.00 salvo impegni didattici

MECCANICA ANALITICA

- Codice: L3200
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof.ssa **Ida Bonzani**, Dip. di Matematica

Presentazione del corso

Obiettivo del corso è fornire gli strumenti di meccanica analitica necessari allo studio dinamico dei sistemi materiali con n gradi di libertà. Nel presentare agli studenti i fondamenti della meccanica analitica si offre uno strumento idoneo sia alla trattazione di problemi cinematici diretti ed inversi per catene aperte sia allo studio dinamico di sistemi articolati con relativi problemi di stabilità.

Requisiti

Nozioni generali di meccanica classica.

Programma delle lezioni

1. Sistemi olonomi ed anolonomi. Spazio delle configurazioni e delle fasi. Esempi riferiti a sistemi costituiti da una o più parti rigide, mobili nel piano o nello spazio
2. Richiami di cinematica e dinamica dei sistemi rigidi
3. Relazione simbolica della dinamica e principio di d'Alembert. Equazioni di Lagrange ed applicazioni. Espressione generale dell'energia cinetica per un sistema olonomo
4. Principio dei lavori virtuali. Condizioni di equilibrio per un sistema olonomo. Calcolo delle reazioni vincolari mediante il principio dei lavori virtuali
5. Sistemi olonomi sollecitati da forze conservative. Teorema dell'energia. Potenziale generalizzato. Funzione di dissipazione per sollecitazioni non conservative
6. Integrali primi del moto per sistemi lagrangiani ed esempi
7. Equazioni del moto di Hamilton (o canoniche). Integrali primi per sistemi canonici. Teoremi di conservazione e significato fisico dell'Hamiltoniana
8. Parentesi di Poisson. Trasformazioni canoniche. Teorema di Liouville
9. Metodo di Hamilton - Jacobi per la deduzione delle equazioni del moto e principi variazionali
10. Stabilità per sistemi dinamici e "piccole oscillazioni". Problemi di controllo

Programma delle esercitazioni

Applicazioni degli argomenti svolti a lezione, con riferimento a sistemi costituiti da un numero finito di parti rigide. Lo studio dinamico di tali sistemi richiede l'utilizzo di personal computer, specialmente nella seconda metà del corso.

Testi di riferimento

Verranno distribuite dispense

Testi ausiliari

H. Goldstein, "*Classical Mechanics*", Addison Wesley, 1980

Modalità d'esame

Discussione orale rivolta specificamente all'esame del sistema studiato dinamicamente durante le esercitazioni, con presentazione ed illustrazione dei risultati ottenuti.

Modalità di contatto con il docente

- I. Bonzani: Dip. di Matematica, Tel. 564.7530

MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE (R)

- Codice: F3214 - L3214 - N3214
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica I (INF)
 - Fisica II (ELN)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 3
 - Esercitazione: 2
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Terenziano Raparelli**, Dip. di Meccanica
 - (II corso) Prof. **Carlo Ferraresi**, Dip. di Meccanica

Presentazione del corso

Il corso si sviluppa su circa 30 ore di lezione e 20 ore di esercitazione. Durante il corso verranno forniti gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei principali componenti e sistemi meccanici.

Verranno dapprima esaminate le leggi della cinematica e della dinamica, che saranno poi applicate ai corpi rigidi e ai meccanismi nel piano. Successivamente saranno fornite le nozioni per l'identificazione dei fenomeni di attrito e verranno trattati i componenti meccanici ad attrito, i sistemi di trasmissione e trasformazione del moto, i trasmissori nei sistemi meccanici. Infine saranno trattate le vibrazioni di sistemi a un grado di libertà.

Requisiti

Analisi I.

Programma delle lezioni

1. Cinematica: (6 ore)
 - Richiami di cinematica piana: cinematica del punto; cinematica del corpo rigido. Accoppiamenti tra corpi rigidi: coppie cinematiche; accoppiamenti di forza. Cinematica dei moti relativi
2. Dinamica: (5 ore)
 - Forze e momenti; operazioni con le forze; identificazione delle forze nei sistemi meccanici; diagramma del corpo libero; equazioni cardinali della dinamica; lavoro ed energia; impulso, quantità di moto e momento della quantità di moto
3. Attrito: (2 ore)
 - Attrito radente statico e dinamico, attrito al perno; attrito volvente
4. Componenti meccanici ad attrito: (5 ore)
 - Contatti estesi, ipotesi dell'usura; freni a pattino piano, freni a ceppi, freni a disco, freni a nastro; frizioni piane monodisco e a dischi multipli, frizioni coniche
5. Sistemi di trasformazione e trasmissione del moto: (5 ore)
 - Meccanismi; ruote di frizione; ruote dentate; rotismi ordinari ed epicicloidali; trasmissioni con flessibili; sistema vite-madrevite

6. Transitori nei sistemi meccanici: (3 ore)
 - Accoppiamento diretto motore-carico, accoppiamento motore-carico con riduttore di velocità, accoppiamento motore-carico con innesto a frizione; sistemi a regime periodico
7. Vibrazioni: (4 ore)
 - Vibrazioni lineari di sistemi a un grado di libertà: vibrazioni libere senza e con smorzamento, vibrazioni forzate, accelerometro e sismografo

Programma delle esercitazioni

Durante le esercitazioni gli studenti dovranno risolvere, sotto la guida del personale docente, esercizi riguardanti tutti gli argomenti del corso. Le ore che si prevede di dedicare a ciascun argomento sono:

Cinematica: (4 ore). Dinamica: (4 ore). Attrito: (3 ore). Componenti meccanici: (2 ore). Sistemi di trasmissione: (2 ore). Transitori nei sistemi meccanici: (2 ore). Vibrazioni: (3 ore)

Testi di riferimento

C. Ferraresi, T. Raparelli, "Appunti di Meccanica Applicata", CLUT, Torino, 1992

Testi ausiliari

1. J.L. Meriam, L.G. Kraige, "Engineering Mechanics", Vol. I & II, S.I. version, J. Wiley & Sons, New York, (USA), 1987
2. G. Jacazio, B. Piombo, "Esercizi di Meccanica Applicata", Levrotto&Bella, Torino, 1983

Modalità d'esame

- L'esame si svolge in forma scritta sull'intero programma del corso (lezioni ed esercitazioni)
- Per sostenere l'esame è obbligatoria l'iscrizione, almeno due giorni prima della data dell'appello, sull'apposito foglio esposto nella bacheca del Dip. di Meccanica (IV piano)
- L'esame prevede la risoluzione di un certo numero di problemi, di solito tre, svolta su fogli vidimati e distribuiti al momento stesso dell'esame
- Non è ammessa la consultazione di libri o appunti
- La durata della prova è di norma di tre ore
- È possibile ritirarsi dalla prova entro la prima ora; in tal caso l'elaborato, che dovrà comunque essere consegnato, non verrà valutato

Modalità di contatto con il docente

- C. Ferraresi: Dip. di Meccanica, Tel. 564.6943
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Giovedì: 14.30 - 16.30
- T. Raparelli: Dip. di Meccanica, Tel. 564.6929
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Venerdì: 16.30 - 18.30

MECCANICA DEL VOLO

- Codice: B3300
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Guido De Matteis**

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

La seconda parte del corso inizia con i moderni fondamenti della meccanica statistica basati su una definizione rigorosa del concetto di ergodicità a partire dai principi primi della teoria dei sistemi dinamici complessi sviluppata nella prima parte e dal teorema di Liouville per i flows hamiltoniani. Vengono poi definite le nozioni di misura invariante e di ensemble nelle varie versioni (micro-canonica, canonica e grand-canonica). Successivamente viene definito il concetto di entropia -- legandolo sia all'entropia di Kolmogorov per i sistemi dinamici, sia all'entropia di Shannon della teoria dell'informazione, sia all'entropia della termodinamica -- e a partire da esso si ritrovano i principi della termodinamica fenomenologica. Nel fare questo si definiscono rigorosamente anche i concetti di potenziale termodinamico e di funzione di correlazione, derivando da essi l'intera descrizione della termodinamica di equilibrio (incluse le transizioni di fase) di un sistema dinamico generico. Ne seguono anche le nozioni di temperatura assoluta (e di zero assoluto), di coesistenza delle fasi, di stato termodinamico, di parametri d'ordine. Viene discusso il concetto di mixing e come esso consenta di descrivere anche fenomeni termodinamici di fuori-equilibrio.

La terza parte del corso dedicata alle applicazioni dei concetti acquisiti nella seconda parte. Dopo gli esempi tipici del gas perfetto, sia classico sia quantistico (vengono studiate, ad esempio, l'equazione di stato di un gas nobile e il calore specifico degli elettroni in un metallo), si discutono a fondo i sistemi interagenti, ancora sia classici (gas reali: modello di van der Waals, espansioni viriali, teorema di Mayer-Mayer), sia quantistici (modello di Chandrasekar, superfluidità, superconduttività, sistemi magnetici). Attenzione particolare viene dedicata ai plasmi. Il corso si conclude con la discussione approfondita della cosiddetta approssimazione di gas reticolare e delle complesse soluzioni (modelli di Ising e di Heisenberg) cui essa conduce.

Le tre parti del corso -- che ha durata complessiva di ~85/90 ore -- hanno peso approssimativamente uguale (di circa 30 ore ciascuna).

Programma delle esercitazioni

Le lezioni sono accompagnate da esercitazioni sia al computer (simulazioni), sia di complemento al corso, queste ultime disegnate in particolare per fornire informazioni addizionali su applicazioni moderne non-standard della meccanica statistica (reti neurali, sistemi biologici, reti di calcolo), per un totale di una decina di ore.

Testi di riferimento

Per la prima e seconda parte esiste un libro di testo che copre con ampiezza la materia trattata.

La terza parte ha natura più monografica e richiede il ricorso a testi specifici, via via indicati.

Modalità di contatto con il docente

- M. Rasetti: Dip. di Fisica. 564.7324

METODI DI OTTIMIZZAZIONE NEI SISTEMI DI CONTROLLO

- Codice: L3460 - N3460
- Collocazione: Anno: IV-V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Controlli Automatici (spec) (INF)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2 (opzionale)
- Docente: Prof. **Giovanni Fiorio**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Stefano Malan, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

L'insegnamento è rivolto ad approfondire i problemi di ottimizzazione di sistemi dinamici. La trattazione viene svolta per sistemi dinamici descritti da modelli a tempo sia discreto, sia continuo. Particolare rilievo viene riservato a problemi di tipo lineare-quadratico in presenza di riferimenti e disturbi. Il programma termina con la presentazione del controllo H-infinito e del controllo ottimo decentralizzato e gerarchico.

Requisiti

L'insegnamento richiede possibilmente la conoscenza del corso di *Teoria dei Sistemi*.

Programma delle lezioni

1. Presentazione dei problemi di ottimizzazione negli studi di ingegneria. L'ottimizzazione in termini matematici ottimizzazione in spazi euclidei, in spazi di funzioni, cenni all'ottimizzazione discreta. Introduzione all'ottimizzazione nei sistemi di controllo.
2. Ottimizzazione in spazi euclidei. Metodi analitici in assenza di vincoli; in presenza di vincoli di uguaglianza i moltiplicatori di Lagrange; con vincoli di disuguaglianza le condizioni di Kuhn e Tucker. La dualità. Metodi numerici di ottimizzazione metodi del gradiente, della ricerca diretta, delle direzioni ammissibili, delle funzioni di penalità.
3. Controllo ottimo a tempo discreto. Problema base. Discretizzazione delle espressioni contenute nel problema base. Problemi di controllo ottimo lineare-quadratico, senza e con riferimenti e disturbi.
4. Controllo ottimo a tempo continuo. Orizzonte temporale prefissato e assenza di vincoli all'istante finale. Forma generale e forma particolare del problema lineare-quadratico in assenza di riferimenti e disturbi. Orizzonte temporale incognito e presenza di vincoli all'istante finale. Il problema del controllo in tempo minimo. Il principio del minimo di Pontriaghin.
5. Cenni sulla programmazione dinamica e sulle sue applicazioni. Il principio di ottimalità. Ottimizzazione di percorsi su grafi orientati. Il principio di ottimalità applicato al controllo ottimo di sistemi a tempo discreto.

6. Sviluppi della teoria del controllo ottimo a tempo continuo nell'ambito lineare-quadratico. Uso della programmazione dinamica per la deduzione dell'equazione di Hamilton-Jacobi. L'equazione matriciale differenziale di Riccati. Procedimento di risoluzione dell'equazione suddetta. Il problema del regolatore lineare-quadratico in presenza di riferimenti e disturbi. Controllo su tempo infinito e controllo predittivo. Controllo ottimo con retroazione proporzionale dagli stati e integrale dalle uscite. Proprietà di robustezza del controllo ottimo lineare-quadratico. Identità e disuguaglianza di Kalman, e loro conseguenze.
7. Ottimizzazione negli spazi di Hardy. Introduzione matematica. Il problema standard problema dell'adeguamento al modello, problema dell'inseguimento a due gradi di libertà. Robustezza e specifiche classiche. Impianto aumentato. Ottimizzazione negli spazi H-due e H-infinito. L'operatore di Riccati. Sintesi H-due e sintesi H-infinito.
8. Strutture gerarchiche di controllo ottimo decentralizzato. Descrizione, modello matematico e formulazione del controllo ottimo di una struttura decentralizzata. Primo criterio di coordinamento bilanciamento dell'interazione soluzione del problema con l'uso del principio di dualità. Secondo criterio di coordinamento predizione dell'interazione. Confronti fra i due criteri.

Programma delle esercitazioni

Alle esercitazioni in aula è dedicata una coppia di ore consecutive ogni settimana.

A ciascuno degli otto capitoli del programma delle lezioni è dedicata una esercitazione settimanale, salvo a quelli di maggior estensione, cui sono dedicate due o eccezionalmente tre esercitazioni successive. Gli esercizi presentati nelle esercitazioni sono contenuti alla fine di ogni capitolo del testo di riferimento.

Testi di riferimento

G.Fiorio e S.Malan, "Introduzione al Controllo Ottimo", CLUT 1994

Testi ausiliari

P.Dorato, C.Abdallah, V.Cerone, "Linear-Quadratic Control An Introduction", Prentice Hall, 1995

Modalità d'esame

L'esame consiste di due parti, entrambe orali: la prima riguarda la discussione di una tesina, preparata durante il corso, con l'uso dei mezzi del Laboratorio di Informatica di Base; la tesina deve avere come contenuto minimo la risoluzione completa di sei problemi, ognuno dei quali presentato in una diversa esercitazione; la seconda parte dell'esame riguarda tutto il programma delle lezioni.

Modalità di contatto con il docente

- G. Fiorio: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7011, Email: fiorio@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - Venerdì: 10.30 - 12.30
- S. Malan: Dipartimento di Automatica e Informatica, Tel. 564.7057

MICROELETTRONICA (ELN/INF)

- Codice: L3560 - N3560
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Elettronica applicata I
 - Reti logiche (INF)
 - Elettronica applicata (ELN)
- L'organizzazione settimanale del corso è basata su due settimane tipo, in generale alternate tra loro:

	Settimana A	Settimana B
• Lezione:	6	4
• Esercitazione:	2	4
- Docente: Prof. **Francesco Gregoretti**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso ha lo scopo di fornire agli allievi le metodologie e le conoscenze necessarie per la progettazione di circuiti integrati digitali o misti analogico-digitali. Il corso si focalizza in particolare sul progetto "full custom" e sull'analisi di moduli funzionali di media e bassa complessità e sulla loro integrazione in sistemi di tipo standard cell. A tale scopo le esercitazioni di laboratorio CAD utilizzano programmi CAD commerciali e sono una parte fondamentale del corso.

Programma delle lezioni

Il corso è diviso in tre parti principali.

- PARTE I
 1. Ciclo di progetto
 2. Richiami di fisica dello stato solido e su processi tecnologici del silicio
 3. Il transistor MOS, equazioni di base, effetto canale corto, effetto canale stretto
 4. Saturazione di velocità dei portatori, conduzione sotto soglia, Elettroni caldi e condizioni limite di funzionamento
 5. Modello di piccolo segnale, Parametri parassiti
 6. Latchup
 7. Analisi di un processo CMOS standard, processi tecnologici aggiuntivi, Tecnologie silicio su isolante
 8. Interfaccia progettista fabbricante, Regole di progetto
- PARTE II
 9. Astrazione logica
 10. Invertore CMOS, zone di funzionamento, analisi dettagliata dei ritardi, Dissipazione di potenza, tecniche di layout, invertitori nmos-like e con pullup indotto
 11. Modelli di valutazione del ritardo delle interconnessioni
 12. Logica complementare statica, topologia e dimensionamento degli elementi attivi, confronto porte NAND e porte NOR, porte And-Or-Invert
 13. Logiche nmos-like, logiche CVSL, logiche a transmission gates
 14. Logiche dinamiche

15. Strutture logiche regolari, logica a due livelli
 16. PLA nmos-like, folding, PLA complementari, PLA dinamica autosincronizzante, PLA dinamica Domino, PLA dinamica a 2 e 4 fasi
 17. Memorie ROM, Decodificatori e demultiplexers
 18. Latch statici, registri dinamici, registri a scalamento, metastabilità
 19. RAM Statiche e loro dimensionamento
 20. Circuiti analogici elementari, specchi di corrente, amplificatori, operazionali, tecniche di layout analogico
 21. Sense Amplifiers
- **PARTE III**
 22. Pilotaggio grossi carichi capacitivi, pads di uscita, pads tri-state
 23. Pads di ingresso, protezioni, scalamento, Trigger di Schmitt
 24. Moduli per data-path, Addizionatori, Contatori, Moltiplicatori, Shifter
 25. Ciclo di progetto e metodologie
 26. Circuiti Sincroni ed asincroni
 27. Progetto Top-down, progetto Bottom-up
 28. Linguaggi di descrizione e strumenti CAD per il progetto
 29. Sorgenti di guasto di un circuito integrato, metodologie di testing

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni in aula corrispondono allo svolgimento di esercizi o di piccoli progetti su alcuni dei principali argomenti svolti a teoria.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Le esercitazioni di laboratorio consistono nell'utilizzazione di strumenti CAD di tipo commerciale.

Testi di riferimento

N. Weste, K.Esraghian, "*Principles of cmos vlsi design*", Addison Wesley

Testi ausiliari

R.Gregorian, G.Themes, "*Analog mos integrated circuits*", John Wiley and Sons

Modalità d'esame

- Scritto e orale
- L'orale può venire sostituito dallo svolgimento di una tesina corrispondente al progetto di un semplice circuito integrato che viene inviato in fabbricazione

Modalità di contatto con il docente

- F. Gregoretti: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4081,
Email: gregor@rose.polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 14.30 - 16.30
 - Oppure su appuntamento

MICROELETTRONICA (TLC)

- Codice: F3560
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Elettronica applicata
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Claudio Sansoè**, Dip. di Elettronica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa**Modalità di contatto con il docente**

- C. Sansoè: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4037

MICROONDE

- Codice: F3570 - L3570
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici II (TCL)
 - Campi elettromagnetici I (ELN)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione ed Esercitazione: 8
 - Laboratorio: 3 volte nel semestre
- Docente: Prof. **Gian Paolo Bava**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Scopo del corso è di fornire metodi di studio e di progetto di componenti, dispositivi e circuiti di interesse nel campo delle microonde, con particolare attenzione al settore delle telecomunicazioni (collegamenti e circuiti di elaborazione dei segnali in guide metalliche e dielettriche ed in strutture adatte a circuiti integrati; cenni sistemistici). Vengono anche discusse concisamente alcune tematiche particolari, che coinvolgono aspetti di interesse per le microonde e sono di rilievo per l'attuale evoluzione (tubi per microonde, interazioni tra microonde ed optoelettronica, dispositivi allo stato solido avanzati).

Programma delle lezioni

Non è prevista una netta distinzione tra lezioni ed esercitazioni (di calcolo); per gli argomenti più significativi, al momento opportuno, verrà dedicato spazio ad esercizi. Tematiche sviluppate nel Corso:

1. Richiami e generalizzazioni sulla propagazione guidata; eccitazione ed accoppiamento dei modi e delle guide; esempi vari di fenomeni e componenti, in particolare progetto di circuiti in microstriscia anche con dispositivi attivi (circa 12 ore)
2. Parametri scattering e loro proprietà; connessione di strutture e riflessioni multiple; circuiti e componenti non reciproci; strutture con quattro porte, in particolare accoppiatori direzionali; esempi di applicazioni; altri componenti (circa 14 ore)
3. Circuiti distribuiti a microonde e cenni sulle tecniche di progetto; trasformazione di Richards; identità di Kuroda; modelli di filtri distribuiti; invertitori di impedenza; esempi diversi di filtri (circa 10 ore)
4. Risonatori elettromagnetici; parametri caratteristici; risonatori in guida metallica e dielettrici; risonatori aperti; eccitazione ed accoppiamento dei risonatori; applicazioni varie dei risonatori (circa 12 ore)
5. Guide non uniformi ed accoppiamento dei modi; condizione di sincronismo; problematiche e loro classificazione, in assenza di perdite; applicazioni varie; strutture periodiche e loro interesse; interazioni elasto-ottiche ed elettro-ottiche ed applicazioni (circa 10 ore)
6. Onde di carica spaziale e loro applicazioni; in fasci di elettroni nel vuoto; tubi per microonde (klystron, tubi a onde progressive e regressive, magnetron); applicazioni nei sistemi di telecomunicazioni; cenni sui dispositivi a onde di carica spaziale in semiconduttori (circa 10 ore)

7. Problematiche di fenomeni non lineari che originano mescolazione di frequenza in diversi contesti e loro applicazioni; mescolatori di ricezione e di trasmissione; relazioni di Manley-Rowe; maser; effetti parametrici ed amplificatori parametrici e loro impieghi (circa 12 ore)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Sono previste tre esercitazioni di Laboratorio, per le quali si utilizzerà una suddivisione in squadre di 5-10 studenti, sui seguenti argomenti:

1. Analisi, discussione ed osservazione di componenti diversi a microonde (in guida metallica, in microstriscia, tubi, ecc.)
2. Rilievo delle caratteristiche di alcuni componenti in microstriscia di particolare interesse
3. Misura dei parametri caratteristici di un risonatore

Testi di riferimento

È disponibile una versione completa di appunti sulle lezioni, di cui una copia verrà messa a disposizione degli studenti all'inizio del Corso

Testi ausiliari

R. E. Collin, "*Foundations for Microwave Engineering*", McGraw Hill 1992

Modalità d'esame

- L'esame consiste in una prova scritta breve (circa un'ora) ed in una prova orale
- Non vi sono limitazioni per l'ammissione all'orale
- Il voto finale consiste nella media dei due parziali
- La prova scritta è basata sullo sviluppo di due elaborati (esercizi numerici e/o discussione su tematiche sviluppate nel corso; non si richiedono dimostrazioni)

Modalità di contatto con il docente

- G. Bava: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4070
- Orario di ricevimento studenti:
 - Esposto nella bacheca "Elettromagnetismo" al Piano terreno ala Dipartimenti Elettrici, e periodicamente aggiornato

MISURE A IPERFREQUENZE

- Codice: L3620
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Laboratorio: 4
- Docente: Prof. **Umberto Pisani**, Dip. di Elettronica
- Collaboratore: Andrea Ferrero, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso si propone di presentare le tecniche di misura e la particolare strumentazione utilizzata nel campo delle frequenze che vanno dal gigahertz alle onde millimetriche. Questo settore, tipico delle telecomunicazioni, richiede metodi e strumenti molto diversi da quelli solitamente utilizzati nel campo della metrologia elettrica alle frequenze più basse, per il fatto che l'oggetto della misura ha le caratteristiche di un circuito a parametri distribuiti. Saranno illustrate le moderne procedure di caratterizzazione dei dispositivi e componenti passivi e attivi ad una o a più porte sia in regime di linearità sia in regime di ampio segnale. Il corso comprende lezioni teoriche in aula ed esercitazioni sperimentali in laboratorio.

Requisiti

Campi elettromagnetici, Microonde.

Programma delle lezioni

1. Richiami sulla matrice "scattering" sue proprietà e tecniche di rappresentazione mediante grafi di flusso. Tecnica di riduzione dei grafi: metodo di Kun e regola di Mason (4 ore)
2. Generatori di segnali per microonde, "sweep generators", generatori sintetizzati (3 ore)
3. Misura di potenza con le tecniche di tipo bolometrico e a termocoppia nonché la loro applicazione nei moderni power meters automatici. Calorimetri e microcalorimetri. Misure di potenza di picco (8 ore)
4. Misure di attenuazione: Attenuatori standard a iperfrequenze. Metodi di sostituzione R.F., I.F., A.F. (4 ore)
5. Misura della matrice di diffusione di bipoli e doppi bipoli: Metodo riflettometrico con l'analizzatore di reti vettoriale. Errori sistematici. Procedura di calibrazione di un banco per misura. Valutazione delle, incertezze e tecniche di taratura (14 ore)
6. Tecniche di riflettometria nel dominio del tempo: uso dell'analizzatore di reti vettoriale per la riflettometria "sintetica" (4 ore)
7. Tecniche di caratterizzazione per dispositivi attivi quali MESFET in regime lineare. Estrazione di parametri del modello lineare. Misure di dispositivi su "wafer" (4 ore)
8. Caratterizzazione in regime di non linearità: tecniche di Mazumder, Takayama, "load-pull" con carico attivo (4 ore)

9. Sistemi di misura di tipo scalare: Analizzatori di reti scalari. Riflettometro a 6 porte (6 ore)
10. Misure su amplificatori: misure di compressione e di "intercept-point" (2 ore)
11. Misure di rumore di doppi bipoli passivi; parametri di rumore di dispositivi attivi e loro misura (6 ore)
12. Cenni ai sistemi di misura automatizzati e programmabili (interfaccia standard GP-IB) (4 ore)

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Analisi di reti mediante i grafi di flusso
2. Componenti tipici delle microonde (cavi, connettori, accoppiatori, circolatori, filtri yig, ecc.)
3. Generatori di segnale: uso di sweep e loro sincronizzazione con oscillatori a quarzo
4. Livellamento della potenza in uscita
5. Misure di potenza con bolometro, termocoppia e rivelatori a diodi (taratura degli stessi)
6. Visita al laboratorio standard di potenza dell'Istituto Nazionale Galileo Ferraris ed esperimenti col microcalorimetro
7. Studio dettagliato dell'analizzatore di reti HP 8720 e 8510. Familiarizzazione con le tecniche di taratura
8. SOLT a 12 termini e TRL
9. Misure con l'analizzatore di matrici scattering di reti passive
10. Misure su transistori: matrice scattering e estrazione dei parametri del modello lineare
11. Misure con banco riflettometrico a 6-porte
12. Misure nel dominio del tempo con il "transition analyzer"

Testi di riferimento

G.H. Bryant, "*Principles of microwave measurements*", Peter Peregrinus

Testi ausiliari

1. P.I. Somlo, J.D.Hunter, "*Microwave impedance measurement*", 1985, Peter Peregrinus
2. A.E. Bailey, "*Microwave measurement*", 1985, Peter Peregrinus
3. A. Phantom, "*Radio Frequency and microwave power measurement*", 1990, Peter Peregrinus

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale.

Modalità di contatto con il docente

- U. Pisani: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4047, Email: pisani@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Martedì: 8.30 - 12.30
 - . Giovedì: 16.30 - 18.30
- A. Ferrero: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4082

MISURE ELETTRONICHE

- Codice: L3670
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Elettronica applicata
 - Campi elettromagnetici I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Andrea De Marchi**, Dip. di Elettronica
 - (II corso) Prof. **Sigfrido Leschiutta**, Dip. di Elettronica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- A. De Marchi: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4049
- S. Leschiutta: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4036

Programma delle esercitazioni

1. Esempi di calcolo delle incertezze
2. Esempio di progetto di un sistema automatico per la misurazione di temperature

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Uso dell'oscilloscopio - prima e seconda parte
2. Confronto delle prestazioni di voltmetri in a.c.
3. Uso di sensori di temperatura: PT100 - prima e seconda parte
4. Tesina sperimentale: progetto di misurazione e uso di un sistema automatico per l'acquisizione dei dati; elaborazione dei dati sperimentali

Testi di riferimento

1. Copie delle trasparenze presentate a lezione
2. G. Zingales, "Misure Elettriche: metodi e strumenti", UTET, Torino 1992
3. E. Rubiola, "Laboratorio di Misure Elettroniche", CLUT, Torino 1993

Testi ausiliari

1. A. De Marchi, L. Lo Presti, "Incertezze di misura", CLUT, Torino, 1993
 2. E. Arri, S. Sartori, "Le misure di grandezze fisiche", Paravia, Torino, 1984
 3. H. K. P. Neubert, "Instrument transducers", Clarendon Press, Oxford, 1975
 4. C. Offelli, "Strumentazione elettronica", Edizioni Libreria Progetto, Padova 1991
- G. Costanzini, U. Garnelli, "Strumentazione e misure elettroniche", Zanichelli Bologna

Modalità d'esame

Orale. L'esame verterà su quanto illustrato a lezione, su esercizi di stima di incertezze, su una discussione sulle modalità di svolgimento e sui risultati ottenuti nelle esercitazioni sperimentali.

Modalità di contatto con il docente

- F. Ferraris: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4109, Fax. 564.4099, Email: ferraris@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Mercoledì: 14.30 - 18.30
 - . Qualunque giorno previo accordo telefonico
- M. Parvis: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4114, Fax. 564.4099, Email: parvis@polito.it

MISURE SU SISTEMI DI TRASMISSIONE E TELEMISURE

- Codice: F3700 - L3700
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Elettronica applicata
 - Comunicazioni elettriche
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Sigfrido Leschiutta**, Dip. di Elettronica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- S. Leschiutta: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4036

MODELLISTICA E IDENTIFICAZIONE

- Codice: L3800 - N3800
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Calcolo delle probabilità (r)
 - Teoria dei sistemi (INF)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Vito Mauro**, Dip. di Automatica e Informatica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- V. Mauro: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7028

OTTIMIZZAZIONE

- **Attivato a partire dall A.A. 1996/97**
- Codice: F3850 - L3850
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Ricerca operativa
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Roberto Tadei**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Federico Della Croce, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso di Ottimizzazione è la naturale continuazione del corso di Ricerca Operativa, nell'ottica di fornire agli studenti una formazione la più completa ed approfondita possibile nel campo delle teorie, dei metodi e degli algoritmi volti alla risoluzione di problemi di ottimizzazione complessi.

Il corso ha l'obiettivo di dotare gli studenti di strumenti avanzati per l'ottimizzazione di problemi nel continuo, ma soprattutto a variabili intere, sia lineari sia non lineari. Problemi di questo tipo si trovano diffusamente nell'ingegneria dei sistemi informatici e dei sistemi di automazione, nell'ingegneria elettronica ed in quella delle telecomunicazioni, come ad esempio: progettazione di circuiti, trasmissione di segnali, diagnostica degli errori, sequenziamento e schedulazione ecc.

Partendo da una serie di problemi reali complessi del tipo sopra detto, si sviluppa la teoria di analisi e di soluzione, si costruiscono gli algoritmi relativi e si verifica la loro efficienza ed efficacia anche mediante implementazione su calcolatore.

Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca, attinenti agli argomenti trattati.

Il corso (dispense, comunicazioni, tesi e tesine, seminari, collegamenti con altri centri di studio ecc.) sarà disponibile all'interno del servizio Ulisse.

Programma delle lezioni

1. Aspetti di base della Programmazione Intera (4 ore)
2. Complessità computazionale (6 ore)
3. Metodo Branch and Bound e Metodo dei Piani Secanti (8 ore)
4. Localizzazione di mediane e centri su grafo (16 ore)
5. Problema del ricoprimento e del ricoprimento massimale (8 ore)
6. Problema del Commesso Viaggiatore e del Postino Cinese (14 ore)
7. Problema dello Zaino (6 ore)
8. Programmazione dinamica (8 ore)
9. Sequenziamento e schedulazione su macchina singola e su più macchine (22 ore)
10. Programmazione non lineare (8 ore)
11. Cenni di teoria poliedrale (4 ore)

Programma delle esercitazioni

Per ciascuno dei punti del programma delle lezioni verranno svolte esercitazioni in aula (alcune anche presso il LAIB, con utilizzo di software di ottimizzazione).

Testi di riferimento

Dispense del corso

Testi ausiliari

1. M. Gondran, M. Minoux, "*Graphs and algorithms*", Wiley, 1984
2. D.J. Luenberger, "*Introduction to Linear and Nonlinear Programming*", Addison Wesley, 1973
3. F. Maffioli, "*Elementi di programmazione matematica, Vol. 1 e 2*", Masson, Milano, 1990
4. S. Martello, D. Vigo, "*Esercizi di Ricerca Operativa*", Progetto Leonardo, Bologna, 1994
5. M. Minoux, "*Mathematical Programming. Theory and Algorithms*", Wiley, 1986

Modalità d'esame

Il corso prevede due esoneri scritti durante il semestre, della durata di 2 ore ciascuno. Il superamento di entrambe gli esoneri può sostituire l'esame finale orale. In questo caso il voto finale si ottiene combinando i risultati dei due esoneri, pesati in funzione del programma del corso, misurato in ore, coperto da ciascun esonero. Lo studente che volesse migliorare il risultato del I e/o del II esonero può sostenere l'esame orale relativamente al programma coperto dall'esonero stesso. In tale caso il risultato dell'esonero viene dimenticato. Gli esoneri hanno una validità temporale che coincide con l'anno accademico nel quale sono stati svolti.

Le tesine di ricerca danno diritto ad un incremento fino a 4 punti del voto finale, in funzione della qualità del lavoro di ricerca svolto

Modalità di contatto con il docente

- R. Tadei: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7032, Fax 564.7099, Email: tadei@polito.it
- F. Della Croce, Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7059, Fax. 564.7099, Email: dellacroce@polito.it
- Il corso sarà anche disponibile all'interno del Servizio Ulisse

OPTOELETTRONICA

- Codice: L3870
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Dispositivi elettronici I
 - Campi elettromagnetici I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 8
- Docente: da nominare

Presentazione del corso

In questi ultimi anni un crescente sviluppo hanno avuto le tecniche ottiche di trasmissione dell'informazione e di elaborazione dei segnali. In questo corso, partendo da una descrizione fenomenologica degli effetti fisici utilizzati ed arrivando ad un modello quantitativo, utile per la progettazione e valutazione delle caratteristiche sistemiche, vengono studiati dispositivi optoelettronici utilizzati prevalentemente nelle comunicazioni ottiche e nell'elaborazione ottica dei segnali.

Rilevanza viene data ai problemi più ingegneristici di carattere realizzativo ed applicativo.

Programma delle lezioni

- Dispositivi e sistemi per la trasmissione in fibra ottica
 1. Introduzione ai materiali ed alle tecnologie per l'optoelettronica e l'ottica integrata: (12 ore)
 - Caratteristiche fisiche dei materiali semiconduttori; effetto iniezione portatori, pompaggio ottico, guadagno, elettro assorbimento e rifrazione, non linearità ottiche etc. in materiali di varia dimensionalità (massivi, quantum well, wire, box)
 2. Cenni sulle guide dielettriche: (8 ore)
 - Guide planari per componenti optoelettronici integrati in materiali semiconduttori, Niobato di Litio e vetri
 3. Formulazione e rappresentazione degli effetti di interazione in guide dielettriche integrate: (8 ore)
 - Presentazione sintetica della teoria dell'accoppiamento modale, reticoli, effetti elettroottico ed acustoottico
 4. Laser a semiconduttore: (24 ore)
 - Laser Fabry-Perot: equazioni di bilancio, caratteristiche statiche, monomodalità, modulazione elettrica, larghezza riga. Laser a reazione distribuita: strutture tipo DBR e DFB, multielettrodo e multisezione per il controllo spettro, modulazione, accordabilità e larghezza di riga. Amplificatori ottici: strutture ad onda progressiva e risonanti, caratteristiche spettrali, guadagno, saturazione, uso come interruttore, filtro attivo, etc.. Laser ad emissione e a cavità verticale
 5. Dispositivi a semiconduttore non lineari: (8 ore)

- . Effetti non lineari in guide, principi, formulazione. Bistabilità ottica in laser ed amplificatori. Convertitori di frequenza: in laser, amplificatori, nuove strutture
- 6. Dispositivi attivi in fibre e guide drogate con terre rare: (8 ore)
 - . Pompaggio ottico, formulazione problema, amplificatori, laser
- 7. Modulatori elettroottici integrati: (12 ore)
 - . Effetti usati in semiconduttori, LiNbO_3 , materiali polimerici; strutture di modulatori di ampiezza e fase, con elettrodi concentrati od in onda continua; commutatori, etc.
- 8. Fotodiodi: (4 ore)
 - . Principi, materiali, parametri caratterizzanti, strutture (PIN, APD, SAM, SAGM), front-end ottico
- 9. Modulatori acusto-ottici integrati: (8 ore)
 - . Principi, materiali, formulazione interazione acusto-ottica, deflettori di fascio, filtri accordabili, analizzatore di spettro, etc.
- 10. Integrazione optoelettronica e fotonica: (2 ore)
 - . Prospettive, integrazione ibrida e monolitica, realizzazioni, OEIC, PIC
- Elaborazione ottica ed interconnessioni ottiche (16 ore)
- 11. Coerenza del segnale ottico, lenti come processori ottici, tecniche di filtraggio, cenni di olografia, ologrammi generati a calcolatore ed interconnessioni olografiche, riconoscimento ottico
- 12. Elaborazione ottica in cristalli non lineari: fotorifrazione, mescolazione a 2 e 4 onde, coniugazione di fase, applicazioni

Programma delle esercitazioni

Non esiste una separazione fra esercitazioni e lezioni. Nei laboratori (6 ore) verrà mostrata l'utilizzazione di strumentazione ottica per la caratterizzazione di laser a semiconduttore e guide ottiche.

Testi di riferimento

Viene distribuito materiale sotto forma di appunti e fatto riferimento a capitoli di libri ed articoli

PROPAGAZIONE

- Codice: L4360 - F4360
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici I (ELN)
 - Campi elettromagnetici II (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4/6
 - Esercitazione: 4/2
- Docente: Prof. **Giovanni Perona**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso intende descrivere i fenomeni fisici che determinano le caratteristiche della propagazione delle onde elettromagnetiche, l'utilizzazione della propagazione stessa per la trasmissione ed il reperimento di informazioni (ponti radio, radiodiffusioni, radar) nonché 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.

Programma delle lezioni

1. Bande di frequenza e loro uso: (10 ore)
 - 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, la loro caratterizzazione ed uso, i circuiti equivalenti, il guadagno, l'area equivalente
2. Principi di ottica geometrica: (14 ore)
 - Richiami dal corso di campi elettromagnetici. Ottica geometrica in mezzi con indice di rifrazione lentamente variabile; equazione del raggio ed equazione di trasporto
3. Propagazione troposferica: (16 ore)
 - Indice di rifrazione dell'atmosfera terrestre, equazioni dell'ottica geometrica, raggio equivalente terrestre, ducting troposferico, propagazione in presenza di pioggia e nebbia, zone di Fresnel, propagazione in presenza di ostacoli, scattering da superfici ruvide
4. Propagazione ionosferica: (20 ore)
 - Indice di rifrazione nei plasmi, vettore di Poynting generalizzato, approssimazione quasi-longitudinale e quasi-trasversale, la ionosfera terrestre, effetti sulla propagazione delle onde radio, velocità di gruppo
5. Effetti propagativi sui sistemi di telecomunicazione: (10 ore)
 - Potranno essere sviluppati i seguenti argomenti:
 - Ponti radio analogici e digitali nelle applicazioni telefoniche; effetti della superficie terrestre sui collegamenti e relative modellizzazioni
 - Radar: specifiche tecniche, esempi di applicazioni, cenni di radarmeteorologia

- . Effetti troposferici e ionosferici sui segnali GPS (Global Positioning System), modelli per correzione, ecc.
- . Cenni sui sistemi radiomobili analogici e digitali, sistemi cellulari e problemi dovuti alla propagazione
- . Radar ad apertura sintetica: specifiche tecniche ed esempi di applicazione

Programma delle esercitazioni

1. Numero due esercitazioni su collegamenti in ponte radio in presenza di ostacoli
2. Approssimazione quasi-longitudinale e quasi trasversale in un modello semplificato di atmosfera
3. Ritardo di gruppo e propagazione dei whistlers nella magnetosfera
4. Calcolo della altezza virtuale degli echi ionosferici
5. Il ritardo ionosferico e le correzioni da apportare ai segnali GPS
6. Valutazione degli echi di un radar meteorologico

Testi ausiliari

1. Livingston, "*Theory of microwave propagation*", Prentice Hall, 1970
2. Ratcliff, "*The magneto-ionic theory and its applications*", Cambridge, 1962

Modalità d'esame

Esame orale.

Modalità di contatto con il docente

- G. Perona: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4067, Fax. 564.4015, Email: perona@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - 2 ore settimanali

RETI DI CALCOLATORI I

- Codice: N4521
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Calcolatori elettronici
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 4 (per circa metà corso)
- Docente: Prof. **Luigi Ciminiera**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Riccardo Sisto, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso ha lo scopo di analizzare le architetture, i protocolli ed i servizi nelle reti di calcolatori. Verranno esaminate sia le soluzioni basate su 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 l'automazione industriale.

Requisiti

Sistemi Operativi.

Programma delle lezioni

1. Introduzione alle tecniche di trasmissione dati, nomenclatura, modello di riferimento ISO-OSI
2. Principali caratteristiche dei mezzi trasmissivi e delle tecniche di codifica dei bit
3. Il livello data link: generalità, HDLC, reti locali IEEE 802, FDDI
4. Il livello di rete: generalità, algoritmi di instradamento, X25, Internet Protocol
5. Il livello di trasporto: generalità, OSI TP, TCP
6. Il livello di sessione: sessione OSI, Remote Procedure Call
7. Il livello di presentazione: cenni su ASN.1, tecniche di compressione lossless, crittografia
8. Il livello di applicazione: FTAM, MHS
9. Meccanismi di gestione delle reti: SNMP
10. Reti per l'automazione di fabbrica

Programma delle esercitazioni

1. Modem, Fax, RS232, Porta seriale del PC
2. Tecniche per lo sviluppo e l'implementazione dei protocolli (tecniche formali, interfaccia dei socket BSD4.3)
3. Reti pubbliche: X28, X29, ISDN
4. Protocolli del livello applicazione Internet: Telnet, FTP

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Uso della porta seriale dei PC

2. Realizzazione di semplici protocolli utilizzando l'interfaccia dei socket BSD4.3

Testi di riferimento

A. S. Tannenbaum, "*Reti di Computer*", Jackson

Testi ausiliari

F. Halsall, "*Data Communications, Computer Networks and Open Systems*" (3rd ed.), Addison Wesley

Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta di circa 1 ora nel corso della quale non è possibile consultare alcun testo.

Modalità di contatto con il docente

- L. Ciminiera: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7027
 - Orario di ricevimento studenti:
 - Martedì: 8.30 - 10.30
- R. Sisto: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7073

RETI DI CALCOLATORI II

- Codice: N4522
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Reti di calcolatori I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Silvano Gai**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso introduce le problematiche di progetto di reti di calcolatori caratterizzate da una elevata complessità. In particolare vengono introdotte le problematiche delle reti multiprotocollo, dell'integrazione di reti locali (LAN), metropolitane (MAN) e geografiche (WAN). Vengono approfondite le soluzioni tecnologicamente più avanzate, quali le reti locali a 100Mbps, le reti ATM e le reti wireless. Inoltre il corso presenta dettagliatamente la rete Internet e i protocolli TCP/IP.

Programma delle lezioni

1. Reti di calcolatori multiprotocollo
2. Reti locali ad alte prestazioni: IEEE 802.3u, 802.12
3. Reti locali virtuali: IEEE 802.10
4. Reti locali wireless: IEEE 802.11
5. Il cablaggio strutturato degli edifici: ISO/IEC 11801
6. Il protocollo TCP/IP e la rete Internet
7. Internetworking di reti multiprotocollo
8. Le reti ATM: utilizzo in ambito geografico e locale
9. Emulazione di LAN su ATM e trasporto di TCP/IP su ATM

Programma delle esercitazioni

1. Esempi di architetture di rete:
 - Novell/Netware
 - Microsoft LAN Manager
2. Esempi di progetto di cablaggio strutturato:
 - I cavi di rame
 - Le fibre ottiche
3. Analisi dell'offerta di Telecom Italia:
 - Canali Diretti Numerici, X.25, Frame Relay, SMDS, ISDN, ATM
4. Progetti:
 - Internetworking di reti locali
 - Interconnessione ad Internet

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Uso di analizzatori di protocollo
2. Sviluppo di progetti riguardanti le tematiche del corso

Testi di riferimento

Silvano Gai, Piero Nicoletti, "*Reti Locali: dal cablaggio all'internetworking*", SSGRR (AQ), 1994, ISBN 88 85280 28 5

Testi ausiliari

1. Radia Perlman, "*Interconnections: Bridges and Routers*", Addison Wesley, 1992, ISBN 0 201 56332 0
2. Matthew Naugle, "*Network Protocol Handbook*", McGraw Hill, 1994, ISBN 0 07 046461 8
3. William Stallings, "*ISDN and Broadband ISDN*", Mac Millan, 1992, ISBN 0 02 415475 X

Modalità d'esame

L'esame consiste di due parti:

1. Un progetto relativo agli argomenti del corso
2. Un orale sugli argomenti trattati e sul progetto

Modalità di contatto con il docente

- S. Gai: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7013, Email: Silvano@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 8.30 - 10.30

RETI DI TELECOMUNICAZIONI I

- Codice: F4531
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Teoria dei segnali I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Marco Ajmone Marsan**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso ha l'obiettivo di descrivere le caratteristiche delle reti di telecomunicazione esistenti ed in corso di sviluppo, spaziando dalla rete telefonica alle reti per dati a commutazione di pacchetto (sia a grandi distanze, sia in aree locali e metropolitane) ad Internet alle reti integrate (ISDN e B-ISDN) alle reti per utenti mobili, alle reti fotoniche. Particolare attenzione verrà posta alla descrizione delle caratteristiche della tecnica ATM, su cui saranno basate le reti ad alta velocità della prossima generazione.

Programma delle lezioni

(orientativamente articolato su una decina di argomenti descritti in modo più ampio dell'attuale)

1. Funzioni nelle reti di telecomunicazione
 - Partendo dall'esperienza degli studenti con il sistema telefonico, si descriveranno le quattro funzioni di una rete di telecomunicazione: segnalazione, commutazione, trasmissione, gestione
2. Topologie di rete
 - Saranno brevemente descritte le caratteristiche delle principali topologie per reti di telecomunicazione: maglia completamente connessa, albero, stella, maglia, anello, bus
3. Servizi di telecomunicazione
 - Verrà presentata una classificazione dei servizi in reti di telecomunicazione, con particolare riferimento alla normativa relativa alle reti integrate ad alta velocità
4. Qualità di servizio e teoria del teletraffico
 - Verranno messe in evidenza le relazioni tra servizi, caratteristiche di emissione delle sorgenti e traffico in reti di telecomunicazione; verrà presentato il problema relativo al progetto di una rete di telecomunicazione e si indicheranno gli strumenti usati per un approccio quantitativo al problema di progetto, evidenziando il fatto che il relativo settore disciplinare afferisce al corso di Reti di Telecomunicazione 2
5. Tecniche di commutazione
 - Saranno brevemente illustrate le tecniche della commutazione di circuito e di pacchetto, evidenziando i relativi pregi e difetti rispetto ai requisiti di qualità di servizi di tipo diverso. Saranno evidenziate le interazioni con il corso di Sistemi di Commutazione
6. Tecniche di segnalazione

- Saranno brevemente illustrate le tecniche di segnalazione su canale associato e su canale comune e si discuteranno in qualche dettaglio gli aspetti relativi alle informazioni di numerazione
- 7. Architetture e protocolli
 - Verranno fornite le definizioni relative alle architetture ed ai protocolli di una rete di telecomunicazione e saranno presentati alcuni esempi
- 8. L'architettura OSI
 - Verrà presentata in qualche dettaglio l'architettura OSI, introducendo gli aspetti principali della nomenclatura e descrivendo gli oggetti più importanti e le loro relazioni. Verranno fornite brevi descrizioni delle funzioni relative ai 7 livelli
- 9. Tecniche ARQ
 - Saranno descritte e studiate le tre principali tecniche ARQ, note con i nomi stop and wait, go back n, selective repeat
- 10. Reti geografiche per dati
 - Verranno illustrate le problematiche relative alle reti per dati in ambito geografico, con particolare attenzione per le reti pubbliche di tipo X.25 e per la rete Internet con i relativi protocolli TCP/IP
- 11. Reti locali e metropolitane di calcolatori
 - Si descriverà il mondo delle reti locali di calcolatori, partendo da Ethernet e Token Ring, ed esplorando le evoluzioni verso più alte velocità con FDDI e verso l'ambito pubblico con le reti metropolitane e DQDB. Verranno anche discussi i problemi e i vantaggi derivanti dall'interconnessione di più reti locali attraverso bridge
- 12. Reti ATM
 - Verranno descritte le caratteristiche della B-ISDN e la relativa architettura di rete. Saranno studiati i principi di base della tecnica ATM (Asynchronous Transfer Mode) includendo sia i protocolli del livello ATM, sia i protocolli del livello di adattamento ad ATM (AAL - ATM Adaptation Layer). Sarà affrontato il problema del controllo del traffico in reti ATM. Verranno forniti cenni alla segnalazione in B-ISDN
- 13. Reti fotoniche
 - Si descriveranno sistemi nei quali sia la trasmissione sia la commutazione dell'informazione trasportata dalla rete avvengono nel dominio ottico. Tali sistemi consentono prestazioni enormemente superiori rispetto alle reti operanti nel dominio elettrico, pur soffrendo di una più limitata capacità di elaborazione dell'informazione
- 14. Reti per utenti mobili
 - Si descriveranno gli standard attuali per i servizi di telefonia mobile, con particolare riferimento ai sistemi DECT e GSM. Si discuteranno gli aspetti evolutivi relativamente ai futuri sistemi di telecomunicazioni personali

Programma delle esercitazioni

(cfr. il programma delle lezioni)

Le esercitazioni saranno dedicate alla illustrazione delle tecniche per la simulazione di reti di telecomunicazione ed alla realizzazione di alcuni semplici simulatori.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

(cfr. il programma delle lezioni)

Si organizzeranno alcune esercitazioni in laboratorio per istruire gli studenti nell'utilizzo di Internet.

Testi di riferimento

Copia delle trasparenze presentate a lezione.

Testi ausiliari

A.Roveri, *"Reti di Telecomunicazioni - Parte I: Principi di Base"*, Edizioni Scuola Superiore G. Reiss Romoli, L'Aquila

Modalità d'esame

Colloquio orale al termine del corso.

Modalità di contatto con il docente

- M. Ajmone Marsan: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4032, Email: ajmone@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Su appuntamento

RETI DI TELECOMUNICAZIONI II

- Codice: F4532
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Reti di telecomunicazioni I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Marco Ajmone Marsan**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso ha l'obiettivo di presentare le metodologie per un approccio quantitativo al progetto di reti di telecomunicazione. Verranno dapprima presentati gli elementi della teoria dei processi stocastici Markoviani con spazio degli stati discreto (catene di Markov). In seguito i risultati ricavati saranno utilizzati per lo studio di alcuni semplici modelli della teoria delle code, considerando sia code singole sia reti di code.

Saranno inoltre illustrati i modelli basati su reti di Petri stocastiche e gli elementi della teoria relativa. Le esercitazioni saranno rivolte all'applicazione delle metodologie presentate a lezione a semplici casi di studio tratti dal settore delle reti di telecomunicazione.

Requisiti

Elementi di *Teoria delle probabilità*.

Programma delle lezioni

(orientativamente articolato su una decina di argomenti descritti in modo più ampio dell'attuale)

1. Introduzione ai processi stocastici
 - Definizioni di base e richiami di teoria delle probabilità
2. Processi Markoviani
 - Definizioni ed importanza della densità di probabilità esponenziale negativa
3. Catene di Markov a tempo discreto
 - Definizione; calcolo della distribuzione al passo n ; condizioni per l'esistenza della distribuzione di regime; calcolo della distribuzione di regime; tempi di soggiorno; catene di nascita e morte; esempi
4. Catene di Markov a tempo continuo
 - Definizione; calcolo della distribuzione al tempo t ; condizioni per l'esistenza della distribuzione di regime; calcolo della distribuzione di regime; tempi di soggiorno; catene di nascita e morte; il processo di Poisson; la catena di Markov interna; esempi. Aggregazione di stati in catene di Markov; Processi semi-Markov. Teoria dell'innovazione
5. Teoria delle code
 - Notazione di Kendall; la coda $M/M/1$; il risultato di Little; la coda $M/M/m$; La formula Erlang C; confronto tra code a servitore singolo ed a servitore multiplo; il caso di infiniti servitori; il caso di assenza di fila di attesa; la formula Erlang B; il caso di popolazione infinita; la coda $M/G/1$; code con vacanze; il

teorema di Burke; reti di code di Jackson; reti di code di Gordon e Newell; reti BCMP; reti di code con blocco

6. Reti di Petri

- Definizioni; proprietà di modelli a reti di Petri; reti di Petri con temporizzazione sulle transizioni; reti di Petri stocastiche (SPN); isomorfismo tra SPN e catene di Markov a tempo continuo; reti di Petri stocastiche generalizzate (GSPN) e loro analisi

Programma delle esercitazioni

(cfr. il programma delle lezioni)

Le esercitazioni saranno rivolte all'applicazione delle metodologie presentate a lezione a semplici casi di studio tratti dal settore delle reti di telecomunicazione.

Testi di riferimento

Dispense del docente.

Testi ausiliari

1. L.Kleinrock, "Sistemi a coda", Hoepli, 1992
2. M.Ajmone Marsan, G.Balbo, G.Conte, S.Donatelli, G.Franceschinis, "Modelling with GSPN", John Wiley, 1995

Modalità d'esame

Prove scritte a metà ed a fine corso.

Modalità di contatto con il docente

- M. Ajmone Marsan: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4032, Email: ajmone@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Su appuntamento

RETI LOGICHE (ELN)

- Codice: L4540
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Sistemi informativi I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4
- Docente: Prof. **Luigi Gilli**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Gian Piero Cabodi, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso si propone di illustrare le problematiche relative al progetto ed al collaudo di circuiti logici e di semplici sistemi di elaborazione. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente può apprendere l'uso di strumenti di verifica di progetto, ormai di uso corrente nei sistemi di ausilio alla progettazione elettronica (CAE).

Requisiti

Reti logiche è una delle poche materie che apparentemente non richiede altra preparazione di base che quella derivante dal conoscere la matematica e l'elettrologia delle scuole medie.

Tuttavia, se si desidera comprendere a fondo il comportamento delle reti logiche che sono prima di tutto reti elettriche è opportuno conoscere i fondamenti dell'*Elettrotecnica* ed i concetti fondamentali dell'Elettronica.

Programma delle lezioni

- Teoria della commutazione (dall'inglese Switching Theory) comprende i seguenti argomenti fondamentali:
 1. Sistemi di numerazione e codici: per poter comprendere il modo di operare dei circuiti logici dei sistemi di elaborazione
 2. Algebra booleana: strumento matematico utilizzato per trattare algebricamente le reti logiche
 3. Analisi delle reti logiche combinatorie, con particolare riferimento al loro comportamento dinamico, completata dall'esame dei principali circuiti in commercio
 4. Sintesi delle reti logiche combinatorie, con esposizione dei metodi di sintesi per ottenere reti di costo minimo
 5. Analisi delle reti logiche sequenziali, con particolare riferimento al loro comportamento dinamico, completata dall'esame dei principali circuiti in commercio
 6. Sintesi delle reti logiche sequenziali, con esposizione dei metodi di sintesi per ottenere reti prive di criticità e con particolare riferimento alle reti di tipo asincrono e a quelle di tipo sincronizzato, impieganti come blocchi fondamentali i Flip-Flop

- Collaudo e diagnostica delle reti logiche, contiene argomenti relativamente nuovi, ma divenuti di grande importanza negli ultimi anni, con il progredire della tecnologia dei circuiti integrati. Comprende i seguenti argomenti fondamentali:
 7. Modellistica dei guasti nelle reti logiche loro classificazione e metodi per la determinazione delle varie classi
 8. Sintesi delle prove di collaudo per le reti combinatorie, con l'esame dei vari metodi e lo sviluppo di esempi significativi;
 9. Sintesi delle prove di collaudo per le reti sequenziali con studio di una metodologia per le reti sincronizzate
 10. Criteri generali di diagnostica dei guasti nelle reti logiche, con riferimento ad alcune metodologie di uso comune
 11. Concetti fondamentali di progetto per la collaudabilità
 12. Le problematiche del collaudo nella produzione di circuiti logici e principali tipi di macchine automatiche impiegate
- Sintesi formale di sistemi di elaborazione, riguarda una metodologia per il progetto di sistemi logici complessi che riconduca all'utilizzo dei concetti e delle nozioni apprese nella prima parte. Comprende i seguenti argomenti fondamentali:
 13. Struttura generale dei sistemi di elaborazione: l'unità operativa, l'unità di controllo, la memoria centrale, le unità periferiche
 14. La descrizione formale di un sistema di elaborazione attraverso il linguaggio di tipo RT (Register Transfer)
 15. Il procedimento di sintesi, a partire dalla descrizione formale
 16. L'esempio della piccola unità centrale, con riferimento al set di istruzioni alla sua struttura interna con i principali registri, al progetto dell'unità operativa e dell'unità di controllo
- Sistemi a microprocessore, partendo da una descrizione della struttura generale dei sistemi a microprocessore e delle loro periferiche fondamentali, giunge alla descrizione completa del sistema 8086 e delle unità periferiche di uso comune. In particolare comprende:
 17. Architettura generale dei sistemi a microprocessore. La gestione della memoria e delle periferiche
 18. L'organizzazione di una unità centrale ad 8 bit e il set di istruzioni, il loro formato e il loro modo di esecuzione
 19. Le periferiche fondamentali: le interfacce di tipo parallelo, di tipo seriale, i controllori di interruzione
 20. L'unità centrale 8086: la sua struttura interna, i suoi registri. I modi di indirizzamento della memoria e delle periferiche
 21. Il set di istruzioni dell'8086 e la loro temporizzazione
 22. L'interfaccia periferica parallela 8255
 23. L'interfaccia periferica parallela 8251
 24. L'unità di conteggio e temporizzazione 8253
 25. Il controllore di interruzioni 8259

Programma delle esercitazioni

1. Sistemi di numerazione e codici.
2. Minimizzazione di funzioni booleane.
3. Circuiti combinatori: Analisi e sintesi.
4. Circuiti combinatori: Componenti di tipo commerciale.
5. Circuiti sequenziali: Analisi e sintesi.

6. Circuiti sequenziali: Componenti di tipo commerciale.
7. Progetto formale: esempi di descrizione formale di piccoli sistemi di tipo speciale (macchine FSM complesse) e di relativo progetto.
8. Progetto formale: linguaggi di descrizione e simulazione.
9. Generazione di prove di collaudo per semplici reti logiche.
10. Sistemi a microprocessore: Progetto di piccoli sistemi a microprocessore e stesura dei relativi programmi Assembler.

Testi di riferimento

1. L. Gilli, "Elementi di reti logiche", CUSL, Nov. 1994
2. L. Gilli, "Collaudo e diagnostica dei circuiti digitali", CUSL, 1993
3. L. Gilli, "Progetto formale di sistemi di elaborazione - Sistema a microprocessore 8085", CUSL, 1993

Testi ausiliari

M. Breuer, "Manuali dei sistemi a microprocessore Intel"

Modalità d'esame

L'esame è composto di:

- Una prima prova scritta con cinque/sei esercizi da risolversi in un tempo dell'ordine di quaranta minuti, a ciascuno dei quali è assegnato un punteggio variante tra 2 e 4, in modo tale che la somma dei punteggi sia pari a 18; si supera la prova e si è ammessi alla seconda con un punteggio superiore a 9
- Una seconda prova, della durata di due ore consistente nella progettazione di una macchina FSM complessa. Il punteggio massimo di questa prova è 12, in modo tale che la somma dei punteggi delle due prove sia al massimo 30
- La prova orale, comprendente la discussione dello scritto ed eventuali domande integrative

Modalità di contatto con il docente

- L. Gilli: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7082
- G.P. Cabodi: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7009

RETI LOGICHE (INF)

- Codice: N4540
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Calcolatori elettronici
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione ed Esercitazione: 10
- Docente: Prof. **Paolo Prinetto**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Fulvio Corno, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

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 ed alle esercitazioni in aula sono previste esercitazioni sull'uso di strumenti CAD per la verifica della correttezza del progetto.

Programma delle lezioni

1. Il ciclo di vita di un prodotto hardware (4 ore)
2. Algebre e funzioni booleane (4 ore)
3. Introduzione agli strumenti CAE (Computer Aided Engineering) (4 ore)
4. Il sistema Viewlogic (6 ore)
5. Il linguaggio VHDL (6 ore)
 - Definizione del linguaggio. Stili di descrizione per diverse architetture di circuiti digitali
6. Analisi e sintesi di circuiti combinatori (12 ore)
 - Principio di funzionamento. Analisi funzionale e temporale. Metodologie di sintesi a livello logico: manuale, automatica, parzialmente automatica. Metodologie di sintesi a livello RT (trasferimento tra registri)
7. Analisi e sintesi di circuiti sequenziali asincroni (8 ore)
 - Principio di funzionamento. Analisi funzionale e temporale. Metodologie di sintesi manuale a livello logico
8. Analisi e sintesi di Macchine a Stati Finiti semplici (16 ore)
 - Principio di funzionamento. Metodologie di sintesi a livello. Metodologie di sintesi a livello RT
9. Analisi e sintesi di Macchine a Stati Finiti complesse (16 ore)
 - Principio di funzionamento. Metodologie di sintesi a livello RT
10. Introduzione al collaudo dei circuiti digitali (4 ore)

Programma delle esercitazioni

Non esiste distinzione tra lezione ed esercitazione; le esercitazioni verteranno sull'esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Usò del sistema Viewlogic per la verifica della correttezza di progetto di circuiti custom e semi-custom
2. Realizzazione di alcuni progetti tramite dispositivi Xilinx

Testi di riferimento

1. F. Corno, P. Prinetto, "Reti Logiche" (raccolta di lucidi), Levrotto&Bella, Torino, 1995
2. F. Corno, P. Prinetto, "Esercizi di Reti Logiche", Levrotto&Bella, Torino, 1995
3. Durante il corso verrà distribuita copia dei lucidi relativa agli argomenti non trattati dal testo

Testi ausiliari

1. A. Frisiani, L. Gilli, "Introduzione alle reti logiche", Franco Angeli Editore, Milano, 1981
2. E.J. McCluskey, "Logic Design Principle with Emphasis on Testable Semicustom Circuits", Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ (USA), 1986

Modalità d'esame

L'esame è composto da tre prove:

- un *compito scritto*. Il compito è costituito da due parti, da sostenersi nello stesso appello. È possibile ritirarsi in qualsiasi momento
- una *prova di laboratorio*. La prova prevede il progetto di una FSM complessa. È richiesto un dischetto contenente:
 - La descrizione VHDL a livello system-behavioral e relativa simulazione
 - Il progetto a livello RT-structural ottenuto con ViewDraw (la descrizione della Control Unit e di ciascun blocco del Data Path possono essere svolte, indifferentemente, in VHDL o con ViewDraw) e relativa simulazione
 - Breve relazione (max 3 pagine, esclusi schematici, listati e forme d'onda) sul progetto svolto e sulle simulazioni fatte
- un *lavoro di gruppo* (opzionale)

Non esistono vincoli temporali sulla consegna delle prove obbligatorie. Una volta sostenuta, una prova rimane valida per 3 anni solari.

La valutazione avviene utilizzando la seguente formula: $V = 0.9 S + L + G$, dove:

- V è il voto finale
- S è il voto in trentesimi conseguito nel compito scritto, purché sufficiente
- L è una valutazione della prova di laboratorio (0 + 3 punti), purché sufficiente
- G è un contributo derivante dal lavoro di gruppo (-3 + 3)

Modalità di contatto con il docente

- P. Prinetto: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7007, Email: Paolo.Prinetto@polito.it
- F. Corno: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7053, Email: Fulvio.Corno@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Su appuntamento telefonico oppure tramite Email

RICERCA OPERATIVA

- Codice: F4550 - L4550 - N4550
- Collocazione: Anno: IV-V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Roberto Tadei**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Federico della Croce, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

La Ricerca Operativa consiste nella costruzione di modelli razionali per la rappresentazione di problemi complessi e dei relativi algoritmi risolutivi.

Il corso si propone di dotare lo studente degli strumenti di base per modellizzare e risolvere una serie di problemi propri dell'ingegneria informatica e automatica, elettronica e delle telecomunicazioni.

La modellizzazione del problema consiste nella formulazione dello stesso in termini di programmazione matematica, cioè individuazione di funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare e relativi vincoli, mentre la sua risoluzione consiste nella ricerca del minimo o del massimo nel rispetto dei vincoli e richiede l'utilizzo di algoritmi di calcolo. Per tutti i problemi trattati nel corso verranno presentati gli algoritmi più recenti, alcuni oggetto di ricerca presso il Dip., con particolare attenzione alla loro complessità computazionale.

Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca attinenti agli argomenti trattati.

Il corso (dispense, comunicazioni, tesi e tesine, seminari, collegamenti con altri centri di studio ecc.) sarà disponibile all'interno del servizio Ulisse.

Programma delle lezioni

1. Aspetti di base della Programmazione Lineare (4 ore)
2. Modellizzazione del problema (16 ore)
3. Metodo del Simplex (16 ore)
4. Dualità (12 ore)
5. Trasporti (12 ore)
6. Flussi su rete (18 ore)
7. Algoritmo proiettivo per la Programmazione Lineare (o di Karmarkar) (8 ore)
8. Cenni di Programmazione Intera (10 ore)
9. Cenni di Programmazione Multi-obiettivo e Multi-livello (8 ore)

Programma delle esercitazioni

Per ciascuno dei punti del programma delle lezioni verranno svolte esercitazioni in aula (alcune anche presso il LAIB, con utilizzo di software di programmazione matematica). Particolare attenzione sarà rivolta alla costruzione del modello matematico partendo da problemi reali.

Testi di riferimento

Dispense del corso

Testi ausiliari

1. D.J. Luenberger, "Introduction to Linear and Nonlinear Programming", Addison Wesley, 1973
2. F. Maffioli, "Elementi di programmazione matematica, Vol. 1 e 2", Masson, Milano, 1990
3. S. Martello, D. Vigo, "Esercizi di Ricerca Operativa", Progetto Leonardo, Bologna, 1994
4. M. Minoux, "Mathematical Programming. Theory and Algorithms", Wiley, 1986
5. F. Pezzella, E. Faggioli, "Ricerca Operativa: Problemi ed Applicazioni Aziendali", CLUA, Ancona, 1993
6. L. Poiaga, "Ricerca Operativa per il management e il Project Management", Ed. Unicopli, Milano, 1994

Modalità d'esame

Il corso prevede due esoneri scritti durante il semestre, della durata di 2 ore ciascuno. Il superamento di entrambe gli esoneri può sostituire l'esame finale orale. In questo caso il voto finale si ottiene combinando i risultati dei due esoneri, pesati in funzione del programma del corso, misurato in ore, coperto da ciascun esonero. Lo studente che volesse migliorare il risultato del I e/o del II esonero può sostenere l'esame orale relativamente al programma coperto dall'esonero stesso. In tale caso il risultato dell'esonero viene dimenticato. Gli esoneri hanno una validità temporale che coincide con l'anno accademico nel quale sono stati svolti.

Le tesine di ricerca danno diritto ad un incremento fino a 4 punti del voto finale, in funzione della qualità del lavoro di ricerca svolto.

Modalità di contatto con il docente

- R. Tadei: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7032, Fax. 564.7099, Email: tadei@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 14.30 - 16.30
 - Venerdì: 8.30 - 10.30
- F. Della Croce: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7059, Fax. 564.7099, Email: dellacroce@polito.it
- Il corso sarà anche disponibile all'interno del Servizio Ulisse

ROBOTICA INDUSTRIALE

- Codice: L4580 - N4580
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 1 (oppure a cicli più intensi in alcune settimane)
- Docente: Prof. **Basilio Bona**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore: Marina Indri, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il robot è un'apparecchiatura complessa sia sotto l'aspetto meccanico, sia sotto l'aspetto del controllo; per la comprensione e la soluzione delle problematiche di gestione e controllo dei robot sono necessarie conoscenze integrate di tipo automatico, informatico e meccanico.

Il corso ha l'obiettivo principale di introdurre le moderne tecniche di controllo dei robot industriali, presentando sia le tecniche adottate a livello industriale sia alcune metodologie di controllo avanzato, utili in generale anche per la soluzione di problemi di controllo non strettamente legati al settore della robotica. A questo fine fornisce agli studenti le basi fisico-matematiche di cinematica, statica e dinamica, che permettono di giungere alla definizione del modello dinamico del robot industriale.

Data la natura di base del corso, non sono previsti argomenti legati alla robotica avanzata (robot mobili, organi di manipolazione, intelligenza artificiale, sensori di visione, ecc.).

Il corso non si rivolge soltanto a quanti sono strettamente interessati alla robotica industriale, ma possiede un carattere generale, in quanto presenta, applicandole ad una struttura elettromeccanica complessa, una serie di metodologie e di tecniche utili anche per coloro che si occuperanno di automatica e controlli in senso lato.

Requisiti

- Per le lezioni: sicuramente importante una conoscenza "attiva" di algebra lineare; vettori, matrici, spazi lineari, basi, trasformazioni, determinanti, autovalori, autovettori, e tutto quanto il bagaglio solito. È certamente importante una predisposizione alla comprensione dei fenomeni fisici, soprattutto elettromeccanici, ed una certa capacità di comprendere concetti geometrici di difficile visualizzazione, come le roto-traslazioni tridimensionali, di cui si parlerà molto nella prima parte del corso. Per quanto riguarda la parte di controllo, non è richiesta alcuna conoscenza particolare, se non quella acquisita ai corsi di *Controlli Automatici Gen.* o *Controlli Automatici Spec.* Si darà per acquisita la conoscenza dei motori in corrente continua, visti come modello dinamico di trasformazione tra tensione e spostamento.
- Per le esercitazioni sperimentali: è richiesta una conoscenza di base dei linguaggi MATLAB-SIMULINK e C (che non verranno spiegati), nonché una certa predi-

sposizione (o la volontà di imparare) a lavorare su apparecchiature "delicate" e costose, che richiedono una certa attenzione da parte di chi le usa.

Programma delle lezioni

- I Parte (36 ore)
 1. Geometria delle rototraslazioni (12 ore): sistemi di riferimento, rotazioni, traslazioni, rappresentazioni della rotazione (matrici ortonormali, parametri di Eulero, quaternioni, vettori di Eulero e di Rodrigues), rappresentazioni della rototraslazione di un corpo rigido, matrici omogenee
 2. Cinematica (12 ore): convenzioni di Denavit-Hartenberg, funzione cinematica diretta e inversa della posizione, funzione cinematica diretta e inversa della velocità, Jacobiano e sue proprietà, singolarità cinematiche
 3. Statica (4 ore): relazione statica tra forze esterne applicate e momenti ai giunti, Jacobiano trasposto e sue proprietà, elasticità della struttura
 4. Dinamica (8 ore): momento della quantità di moto, tensori di inerzia, equazioni di Newton-Eulero, equazioni di Lagrange, equazione dinamica del robot rigido, proprietà delle matrici d'inerzia e dei termini non lineari, passività
- II Parte (42 ore)
 5. Pianificazione della traiettoria (6 ore): impostazione del problema, pianificazione mediante coordinata curvilinea, pianificazione trapezoidale della velocità, pianificazione coordinata, pianificazione cartesiana, pianificazione dell'assetto
 6. Controllo lineare (8 ore): controllo a giunti indipendenti, problematiche dovute alla non linearità e variabilità nel tempo dei parametri dinamici
 7. Controllo non lineare (12 ore): controllo di coppia calcolata, linearizzazione globale esatta ingresso-uscita, linearizzazione approssimata, controllo robustificante
 8. Controllo di forza (6 ore): interazione del robot con l'ambiente esterno, vincoli cinematici, controllo di rigidità a uno e più gradi di libertà, controllo mediante retroazione di forza, controllo di impedenza, impostazione e problematiche del controllo ibrido forza/posizione
 9. Controllo adattativo (10 ore): illustrazione di tecniche di controllo adattativo basate sulla coppia calcolata e sulla conservazione della proprietà di passività, analisi della stabilità mediante funzione di Liapunov

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni in aula svolgeranno esempi numerici relativi alle varie tecniche spiegate a lezione, con particolare attenzione a quegli aspetti che saranno argomento dell'esame. Durante le esercitazioni verranno illustrati alcuni temi d'esame passati per evidenziarne l'impostazione generale ed il tipo di risposta attesa.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Nell'anno accademico 1995/96 saranno svolte per la prima volta esercitazioni sperimentali presso il LADISPE. Verrà utilizzato un manipolatore planare controllato da una scheda DSP montata su un PC. Gli studenti, dopo aver eseguito alcune esercitazioni di base (movimento del manipolatore nello spazio dei giunti, nello spazio cartesiano, raccolta dati ed esperimenti vari di monitoraggio e tracciamento di grafici) dovranno progettare e realizzare semplici leggi di controllo digitale.

Testo di riferimento

Sono quasi pronti gli appunti preparati dal docente sulla base dei corsi precedenti. Verranno distribuiti a lezione intorno alla metà di novembre.

Testi Ausiliari

1. F.L. Lewis, C.T. Abdallah, D.M. Dawson, "Control of Robot Manipulators", Mac Millan, 1993
2. K.S. Fu, R.C. Gonzalez, C.S.G. Lee, "Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence", McGraw Hill (edizione italiana) 1989
3. M.W. Spong, M. Vidyasagar, "Robot Dynamics and Control", John Wiley & Sons, 1989
4. H. Asada e J.-J.E. Slotine, "Robot Analysis and Control", John Wiley & Sons, 1986

Modalità d'esame

- Gli esami sono scritti
- Non è prevista alcuna prova integrativa orale
- Gli studenti, in un tempo massimo di due ore, devono rispondere a tre domande, articolate in sotto domande; ogni domanda comporta un punteggio massimo di 10 punti. Il punteggio totale, ottenuto come somma dei punteggi parziali, viene moltiplicato per 35/30 ed il risultato, arrotondato all'intero più vicino, rappresenta il voto finale dell'esame
- Lo studente ha facoltà di ritirarsi in qualsiasi momento durante lo svolgimento della prova oppure di non consegnare l'elaborato (talvolta viene concesso anche un breve periodo di "ripensamento" successivo alla consegna). In tale caso lo studente può ripresentarsi in qualsiasi momento nei successivi esami. Qualora invece l'elaborato d'esame venga corretto dal docente, lo studente può rifiutare il voto, ma in tale caso non potrà presentarsi alla prova scritta immediatamente successiva nella stessa sessione
- Non è prevista la correzione in aula dei compiti; questi verranno mostrati agli studenti che ne faranno richiesta all'atto della registrazione dell'esame
- Gli elaborati vengono conservati per cinque anni
- La raccolta dei temi d'esame degli anni precedenti sarà disponibile a partire dal mese di dicembre 1995

Modalità di contatto con il docente

- B. Bona: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7023, Email: bona@polito.it
- M. Indri: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7051
- Orario di ricevimento studenti:
 - Due ore alla settimana, in orario che verrà definito a lezione, oppure su appuntamento telefonico

SCIENZE E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI

- Codice: E4680
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Aldo Priola**, Dip. di Chimica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- A. Priola: Dip. di Chimica, Tel. 564.4656

SENSORI E TRASDUTTORI

- Codice: L4700
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Andrea De Marchi**, Dip. di Elettronica

Programma delle lezioni

1. Introduzione:
 - Classificazione, caratteristiche e terminologia, grandezze di influenza, criteri di scelta
2. Caratterizzazione metrologica:
 - Propagazione degli errori, analisi dell'incertezza, analisi spettrale, processi di rumore e derive, stima della stabilità
3. Sensoristica tradizionale:
 - Strain Gauge, termometria, piezometria, sensori fotovoltaici, rivelatori di radiazioni nucleari
4. Condizionamento di segnale:
 - Circuiti per sensori resistivi, circuiti per sensori capacitivi ed induttivi, circuiti per sensori numerici
5. Sensori ottici:
 - Principi di funzionamento, sorgenti di radiazione, canali di trasmissione, rivelatori di radiazione
6. Nuove tecnologie:
 - Sensori a polimeri piezoelettrici, sensori a risonatori acustici, sensori a film spesso, sensori a film sottile, microsensori al silicio, Micro-Machining, sensori intelligenti, Remote sensing
7. Sensoristica per la qualità della vita:
 - Biosensori, sensori chimici, sensori di rumore acustico
8. Sensoristica per l'industria ed i controlli:
 - Posizione, velocità lineare, accelerazione e vibrazione, angolo, velocità ed accelerazione angolare, forza e torsione, flusso, livello, prossimità e presenza, viscosità e densità

Modalità di contatto con il docente

- A. De Marchi: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4049

SISTEMI DI ANALISI FINANZIARIA

- Codice: F4840
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: danominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

SISTEMI DI COMMUTAZIONE

- Codice: F4850 - N4850
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Reti di telecomunicazioni I (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 8
- Docente: Prof. **Guido Albertengo**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di commutazione sia analogici sia numerici. Partendo dai sistemi di commutazione analogici per uso telefonico si esaminano successivamente i sistemi di commutazione numerici, per giungere infine ai sistemi di commutazione di pacchetto veloce.

Programma delle lezioni

1. Introduzione alla telefonia analogica. La funzione di commutazione. Commutatori manuali ed automatici. Commutatori elettromeccanici ed elettronici. L'autocommutatore e le sue funzioni: struttura di autocommutatori elettromeccanici, a programma memorizzato, e completamente numerici.
2. La rete di commutazione. Reti mono- e multi-stadio. Probabilità di blocco. Metodo di Lee. Reti strettamente e non strettamente non-bloccanti: teoremi di Clos e di Slepian-Daguid. Reti di concentrazione e reti di copia.
3. La rete a larga banda integrata nei servizi (B-ISDN). Possibili tecniche realizzative della rete B-ISDN. L'interfaccia utente della rete B-ISDN.
4. La commutazione di pacchetto. Commutatori veloci di pacchetto. Architetture di commutatori veloci di pacchetto ed analisi delle loro prestazioni. La tecnica ATM. Le funzionalità di un commutatore veloce di pacchetto per ATM. Uso di commutatori ATM per reti B-ISDN. Servizi e protocolli della rete ATM. Il livello ATM Adaptation Layer (AAL).
5. Richiamo delle principali reti di calcolatori metropolitane (MAN) e locali (LAN). L'interconnessione di reti LAN/MAN. Uso della rete B-ISDN per interconnessione di LAN/MAN. Uso di reti private ATM per interconnessione LAN/MAN.

Testi di riferimento

1. J.H.Hui, "Switching and Traffic Theory for Integrated Broadband Networks", Kluwer Academic Publisher
2. J.R.Boucher, "Voice Teletraffic System Engineering", Artech House

Modalità di contatto con il docente

- G. Albertengo: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4062

SISTEMI DI ELABORAZIONE I

- Codice: N4881
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Marco Mezzalama**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

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 di media complessità. Particolare enfasi viene data alla struttura dei personal computer come architettura di riferimento. Sono analizzate le principali famiglie di microprocessori, i relativi bus e la gestione dei principali dispositivi periferici dal punto di vista sia hardware sia software di base.

Requisiti

Calcolatori elettronici, Sistemi Operativi.

Programma delle lezioni

1. Architetture dei sistemi a microprocessore:
 - Struttura e organizzazione di sistemi basati su dispositivi a 16 e 32 bit (8086,800286, 80386, 80486, famiglia 68000). Progetto di memorie: DRAM; cache; tecniche di rilevamento e correzione di errori. Metodologie di gestione dei periferici(polling, interrupt; DMA etc.). Progetto di interfacce: I/O standard; video controller; disk controller. Coprocessori matematici e unità aritmetiche:
2. La struttura dei personal computer:
 - Organizzazione hardware. Driver del BIOS. Organizzazione interna dei sistemi operativi MS-DOS e Windows. I bus di sistema:
3. 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
4. L'evoluzione dei microprocessori:
 - Architetture CISC evolute (Pentium). Architetture RISC (Dec Alpha - IBM PowerPC)
5. Multimedialità:
 - Struttura e dispositivi a supporto della multimedialità. Le diverse tecniche di codifica audio e video

Programma delle esercitazioni

Sono previsti interventi di tecnici esterni per approfondire speciali tematiche specie di carattere applicativo ed industriale.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Non sono previste esercitazioni in laboratorio pianificate. Tuttavia, poiché è richiesto lo sviluppo di semplici tesine, applicative gli studenti potranno accedere ai laboratori specialistici del Dip. per lo sviluppo delle stesse.

Testo di riferimento

Dispense e documentazione del corso.

Testi ausiliari

1. E. Sreauss, "*Inside the 80286*", Prentice-Hall, Englewood Cliff, 1986
2. J.H. Crawford, P.P. Gelsinger, "*Programming the 80386*", Sybex, 1987
3. Tannebaum, "*Structured computer organization*", Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990
4. M. Mezzalama, N. Montefusco, P. Prinetto, "*Aritmetica dei calcolatori e codifica dell'informazione*", UTET, Torino, 1989
5. Manuali tecnici INTEL

Modalità d'esame

Prova scritta ed orale. È richiesto lo sviluppo di una tesina.

Modalità di contatto con il docente

- M. Mezzalama: CISIP o Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.6624/7006, Email: marco@polito.it

Modalità d'esame

- L'esame si compone di 2 parti:
 1. Esame scritto: consiste nella scrittura di un programma in ambiente WINDOWS.
 2. Esame orale.
- Il superamento dell'esame scritto è condizione necessaria per l'ammissione all'esame orale
- Sono previsti seminari volontari a cura degli studenti

Modalità di contatto con il docente

- A.R. Meo: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7037,
Email: meo@polito.it

SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE I

- Codice: F4901 - L4901
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Comunicazioni elettriche (TLC)
 - Elettronica applicata (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Ermanno Nano**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso, di carattere applicativo, ha la finalità di trattare i sistemi di radiodiffusione sonora e televisiva. La prima parte, è relativa ai sistemi di trasmissione e relativi ricevitori, nonché alla distribuzione dei segnali via cavo. Seguono nozioni sulle misure delle caratteristiche dei ricevitori e relative norme. La seconda parte riguarda la protezione della radiodiffusione e le prove di omologazione dei ricevitori secondo la Direttiva CEE di compatibilità elettromagnetica. Le lezioni sono completate da esercitazioni di calcolo in aula.

Requisiti

Si consiglia di aver seguito il corso di *Misure Elettroniche*.

Programma delle lezioni

1. Radiodiffusione sonora
 - Sistema MA (a modulazione di ampiezza). Sistema MF (a modulazione di frequenza, mono e stereo). Canalizzazione (MA e MF)
2. Antenne riceventi
 - A stilo (MA e MF), a ferrite (MA), a dipolo ripiegato e YAGI (VHF/UHF), a parabola (SHF)
3. Caratteristiche dei ricevitori
 - Definizioni. Antenne fittizie. Metodi di misura. Norme IEC
4. Ricevitori radiofonici
 - Schema a blocchi. Circuito d'entrata. Conversione e frequenza immagine. Amplificazione a frequenza intermedia. Demodulazione. Decodifica stereo
5. Radiodiffusione televisiva
 - Terrestre (sistemi NTSC, PAL, SECAM). Diretta da satellite (DBS). Canalizzazione televisiva (VHF, UHF, SHF)
6. Ricevitori televisivi
 - Schema a blocchi. Deflessione magnetica. Sincronizzazione. Generazione dell'alta tensione per il cinescopio. Decodifica (sistemi NTSC, PAL, SECAM). Segnali di prova inseriti nel ritorno di quadro. Sintonia a sintesi di frequenza
7. Radiodiffusione dati
 - Sistema RDS (per MF/VHF). Sistema TELEVIDEO (per TV)
8. Distribuzione di segnali via cavo

- Impianti d'antenna centralizzati. Sistemi CATV. Canalizzazione (VHF/UHF, CATV)
- 9. Protezione delle radiocomunicazioni
 - Radiodisturbi naturali ed artificiali. Caratteristiche spettrali. Effetti sui ricevitori
- 10. Compatibilità elettromagnetica (emc)
 - Norme internazionali (CISPR) ed europee (CENELEC). Norme CEI e decreti italiani. Direttiva CEE di EMC. Misura dei radiodisturbi: tensioni, campi, potenze. Misuratore CISPR. Analizzatore di spettro. Misure di emissione e di immunità. Prove di EMC per l'omologazione dei ricevitori

Programma delle esercitazioni

(cfr. il programma delle lezioni)

1. Esercitazioni di calcolo (esempi):
 - Attenuatori ed adattatori d'impedenza resistivi. Attenuazione della frequenza immagine. Deviazione di frequenza di modulatori MF. Distorsione di demodulatori MF. Deflessione magnetica di cinescopi. Modelli di filtri ceramici. Distorsione di involuppo per dissintonia. Risposta di un rivelatore di quasi-picco. Disturbo prodotto da un raddrizzatore. Taratura di un misuratore con impulsi. Sensibilità di un misuratore. Funzionamento a banda stretta e larga di un misuratore

Programma delle esercitazioni in laboratorio

(cfr. il programma delle lezioni)

1. Dimostrazioni e rilievi (attuabili se compatibili con il numero di allievi)
 - Misure su ricevitori. Spettri di segnali di prova. Misure di radiodisturbi con analizzatore di spettro

Testi di riferimento

1. E. Nano, "Dispense di radiotecnica", (in corso di aggiornamento)
2. E. Nano, "Compatibilità elettromagnetica", Boringhieri, 1979 (in corso di aggiornamento)

Testi ausiliari

Consigliati durante il corso.

Modalità d'esame

Orale.

Modalità di contatto con il docente

- E. Nano: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4015
- Orario di ricevimento studenti:
 - Mercoledì: 15.00 18.00

SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE II

- Codice: F4902 - L4902
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Trasmissione numerica (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

- Codice: F4920 - L4920
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Reti di telecomunicazione I *oppure*
 - Trasmissione numerica *oppure*
 - Elaborazione numerica dei segnali
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 5
 - Esercitazione: 1
 - Laboratorio: 4 (solo per studenti TLC)
- Docente: Prof. **Mario Pent**, Dip. di Elettronica
- Collaboratore: Marina Mondin, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso si propone di affrontare, mediante lo sviluppo di argomenti particolari, i problemi di "sistemistica" nelle telecomunicazioni, con particolare riguardo alla utilizzazione da parte di una molteplicità di soggetti di risorse comuni condivise.

I principali argomenti sviluppati sono:

- radar, con particolare attenzione agli impieghi civili di tale strumento (controllo del traffico aereo, meteorologia)
 - ponti radio, specificatamente ponti radio numerici inseriti nella rete di telecomunicazioni pubblica
 - satelliti per telecomunicazioni
- Inoltre si accenna ai seguenti argomenti collaterali:
- radioaiuti alla navigazione e localizzazione (GPS)
 - comunicazioni mobili personali (GSM)
 - radio e telediffusione numerica

Requisiti

Comunicazioni Elettriche

Programma delle lezioni

1. Radar:
 - Principi di funzionamento, equazione fondamentale del radar, portata, risoluzione in distanza e risoluzione angolare, relazione fra le varie grandezze. Falso allarme e mancato rilevamento. Elaborazione di risposte multiple; integrazione di impulsi; tecniche a finestra. Segnali "sostanziosi" per radar; funzione di ambiguità di Woodward; radar "chirp"; radar impieganti sequenze di Barker e sequenze PN. Antenne per radar; sorveglianza; inseguimento; tecnica Monopulse. Applicazioni del radar nella meteorologia
2. Radar Secondario:
 - Principio di funzionamento; interrogazione e risposta; formati. Round Reliability; funzione SLS. Fenomeno del "garble"; cause ed effetti sul rilevamento angolare. Fenomeno del "fruit"; cause; tecniche di riduzione; defruiter. Inte-

grazione di radar primario e secondario; servizio di controllo del traffico aereo.
Prospettive di evoluzione

3. Radioaiuti alla navigazione:
 - Navigazione iperbolica (LORAN). Navigazione ro-teta: VOR e DME; loro integrazione nel controllo del traffico aereo; definizione di aerovie. Assistenza all'atterraggio: sistema ILS; sistemi evoluti
4. Ponti Radio terrestri:
 - Organizzazione generale di un ponte radio e sua collocazione in una rete pubblica di telecomunicazioni. Gerarchia PCM; strutture di trama. Ripetitori rigenerativi e trasparenti; ripetitori con amplificatori non lineari. Fenomeni di propagazione: assorbimento, diffrazione, cammini multipli; I Ellissoide di Fresnel; nozione di Franco. Evanescenti; caratteristiche statistiche; concetto di disponibilità; contromisure (diversità). Fading selettivo: effetti sulla trasmissione; contromisure; equalizzazione adattativa; diagramma di firma. Fenomeni di interferenza; requisiti delle antenne (front-to-back ratio). Calcoli di tratta
5. Comunicazioni mobili personali:
 - Ripartizione del territorio in celle; copertura cellulare; riuso delle frequenze. Tecniche di modulazione numerica; riduzione di ridondanza del segnale vocale. Comunicazioni con mezzi mobili; handover; evanescenti
6. Satelliti per telecomunicazioni:
 - L'ambiente spaziale: orbite, orbita geostazionaria, orbite LEO; messa in orbita di un satellite, motore di apogeo; caratteristiche (inclinazione, eccentricità, eclisse); controllo di posizione; controllo di assetto; produzione di energia a bordo; telemetria e telecomando; organizzazione] generale di un satellite. Ripetitori di bordo di tipo trasparente; amplificatori non lineari; intermodulazione fra portanti. Antenne di bordo: copertura globale, copertura "spot", fasci multipli, riuso delle frequenze. Tecniche di accesso multiplo: a divisione di frequenza (FDMA), a divisione di tempo (TDMA), a divisione di codice (CDMA); confronti fra le varie tecniche. Problemi di propagazione a frequenze superiori a 10 GHz; influenza delle condizioni meteo; contromisure; scelta ottimale degli schemi di accesso multiplo. Ripetitori di bordo di tipo rigenerativo; vantaggi e svantaggi; elaborazione di segnali a bordo del satellite; commutazione a bordo. Satelliti per diffusione diretta. Antenne di terra: eventuali tecniche di inseguimento della posizione del satellite. Sistemi di telecomunicazioni via satellite: globali, continentali, regionali, nazionali; confronti con alternative terrestri (fibre ottiche) per le comunicazioni a lunga distanza
7. Tecniche numeriche di radio e tele diffusione:
 - Problemi specifici del canale di comunicazione; riflessioni, evanescenti, effetto Doppler. Modulazioni multiportante (OFDM)

Programma delle esercitazioni

1. Calcolo di prestazioni di un radar elementare
2. Calcolo di prestazioni di un radar con elaborazione di risposte multiple
3. Tecniche di compressione di impulsi (chirp)
4. Calcolo di prestazioni di un radar secondario
5. Dimensionamento di una tratta in ponte radio
6. Scelta di siti per un collegamento in P.R.
7. Dimensionamento di un collegamento via satellite
8. Prestazioni di sistemi di accesso multiplo

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Studio mediante simulazione e valutazione delle prestazioni dei seguenti schemi trasmissivi:

1. schema di trasmissione con modulazione 4-PSK e 16 QAM; filtro di trasmissione a radice di coseno rialzato con roll-off 0.5; filtro di ricezione a radice di coseno rialzato con roll-off 0.5; ricevitore ottimo
2. Sistema di trasmissione con modulazione 4-PSK e 16 QAM, filtro di trasmissione e ricezione a coseno rialzato con roll-off variabile e con coefficiente di ripartizione variabile
3. Sistema di trasmissione con modulazione 4-PSK e 16 QAM, filtro di trasmissione e ricezione a radice di coseno rialzato, TWT (travelling wave tube) con back-off variabile e filtro di ricezione a radice di coseno rialzato

Per le simulazioni verrà utilizzato il package di simulazione TOPSIM IV

Programma delle visite tecniche

Visita a installazioni aeroportuali (radar, radioassistenze). Visita a torre radio (Ponti radio, stazione base GSM). Visita a stazione terrestre per TLC via satellite

Testi di riferimento

Appunti e note tecniche distribuite dal docente.

Modalità d'esame

- L'esame completo comprende una prova scritta e una prova orale
- Per studenti ELN:
 - Durante l'anno saranno svolti due accertamenti scritti sostitutivi dell'esame finale
 - Allo studente che supera entrambi gli accertamenti sarà proposto un voto finale; se accettato, lo studente non è tenuto all'esame finale se non accettato, lo studente potrà sostenere un colloquio integrativo in sede di esame finale
 - Lo studente che supera uno solo degli accertamenti scritti è esonerato dalla prova scritta dell'esame finale, che si limita alla prova orale
 - Nel caso di mancato superamento di entrambi gli accertamenti, lo studente è tenuto a sostenere l'esame completo
- Per studenti TLC:
 - Al termine delle esercitazioni di laboratorio lo studente è tenuto a presentare una relazione scritta che sarà oggetto di valutazione di merito
 - In presenza della relazione scritta, lo studente è esonerato dalla prova scritta finale, che si limita alla sola prova orale

Modalità di contatto con il docente

- M. Pent: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4028, Fax. 564.4099, Email: pent@polito.it
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Su appuntamento
- M. Mondin: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4023

SISTEMI ENERGETICI (R)

- Codice: F5004 - N5004
- Collocazione: Anno: II - IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Antonio Mittica**, Dip. di Energetica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- A. Mittica: Dip. di Energetica, Tel. 564.4442

SISTEMI INFORMATIVI (INF)

- Codice: N5010
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Calcolatori elettronici
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 4
- Docente: Prof. **Mariano Ricciardi**
- Collaboratore: Maria Letizia Jaccheri, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso si propone come ponte tra la cultura aziendale e quella informatica.

La prima parte fornisce i concetti, i modelli e le metodologie fondamentali per analizzare l'architettura di una azienda (contesto, funzioni, componenti, prodotti, processi, strategie e fattori critici), per definire il quadro completo delle sue esigenze informative, per progettare criticamente l'architettura generale del sistema informatico e per definire il quadro delle priorità attuative.

La seconda parte insegna i metodi per progettare singole applicazioni definendone le specifiche a un livello sufficiente per acquisirle (acquistarle o svilupparle) e sperimentando lo sviluppo di un prototipo e la capacità di gestire il relativo progetto.

Data la natura e le finalità di questo corso le esercitazioni ne sono una componente didattica fondamentale, implicano frequenza, lavoro di gruppo con uso di laboratori informatici e saranno valutate in base alla qualità dei risultati (tesine professionali anche negli aspetti comunicative demo applicative).

Requisiti

Fondamenti di informatica I, Sistemi di elaborazione.

Programma delle lezioni

1. I fondamenti: sistemi informativi naturali e artificiali:
 - Concetti generali relativi ai sistemi informativi naturali, artificiali e informativi; struttura generale dei sistemi informativi; le caratteristiche dei sistemi informativi naturali; i concetti di automazione; sistemi informativi artificiali; natura, caratteristiche e architettura generale dei sistemi informatici
2. L'architettura dei sistemi aziendali e dei sistemi informatici aziendali:
 - Principali modelli usati per rappresentare l'azienda; modello di riferimento valido sia per automatizzare che per dirigere; natura e contorno del sistema informativo aziendale; architettura delle componenti del sistema informatico aziendale; tendenze in atto nel SIA e nel settore IT
3. Le metodologie per progettare e dirigere i sistemi informatici aziendali:
 - Quadro delle metodologie tecniche e di management più usate in informatica per pianificare il sistema e per progettare, acquisire e utilizzare le applicazioni; framework interdisciplinare BIS-API per analizzare l'architettura, i problemi e

le esigenze informative aziendali e per definire l'architettura e i piani di sviluppo del sistema informatico; cenni sui criteri per dirigere il SIA

Programma delle esercitazioni

1. Analisi dell'architettura e delle esigenze informative di una azienda
2. Disegno dell'architettura del S.I. Aziendale
3. Individuazione delle strategie e priorità informatiche coerenti con quelle aziendali

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Analisi e progetto di una applicazione con sviluppo di un prototipo dimostrabile

Testi di riferimento

M. Ricciardi, *"Architetture aziendali e informatiche - progettare e dirigere l'innovazione"*, EtasLibri, Milano, 1995

Testi ausiliari

G. Bracchi, G. Motta, *"Progetto di Sistemi Informativi"*, EtasLibri

Modalità d'esame

Le esercitazioni, oltre ad essere un prerequisito indispensabile, sono anche il primo elemento di giudizio, integrato da un colloquio sugli argomenti del corso.

Modalità di contatto con il docente

- M.L. Jaccheri: Dip. di Automatica e Informatica, Tel 564.7011

951102

SISTEMI INFORMATIVI I (ELN)

- Codice: L5011
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fondamenti di informatica
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 4
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Aldo Laurentini**, Dip. di Automatica e Informatica
 - (II corso) Prof. **Paolo Montuschi**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

Il corso ha come scopi:

- Approfondire lo studio delle metodologie di programmazione, delle strutture dati e degli algoritmi fondamentali
- Illustrare alcuni aspetti architetturali dei sistemi di elaborazione (quali le strutture interne, il linguaggio di programmazione assembler, le modalità di interconnessione)

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

Programma delle lezioni

1. Analisi della complessità degli algoritmi: teoria ed esercizi (4 ore)
2. Algoritmi di ordinamento: teoria ed esercizi (8 ore)
3. Tipi di dati astratti (Pile, code, liste) e loro implementazione: teoria ed esercizi (6 ore)
4. Alberi, alberi binari, visite, algoritmi di ricerca, inserimento e cancellazione: teoria ed esercizi (6 ore)
5. Hash, code di priorità teoria ed esercizi (6 ore)
6. Grafi: definizioni, usi, visite ampiezza, profondità minimum spanning tree e cammini minimi: teoria ed esercizi (8 ore)
7. Algoritmi paralleli (cenni) (2 ore)
8. Architettura dell'elaboratore; architettura dei microprocessori 8086 e 80386; architetture di sistemi multiprocessore (8 ore)
9. Il linguaggio assembler 8086: teoria ed esercizi (14 ore)
10. Reti di calcolatori (8 ore)
11. Il Linguaggio di Programmazione C: teoria ed esercizi (40 ore)

Programma delle esercitazioni

Realizzazione degli algoritmi esaminati nei linguaggi C ed Assembler.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

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

Testi di riferimento

- Teoria:
- 1. Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, "Introduction to algorithms", McGraw Hill
- 2. Yu-Cheng Liu, Glenn A. Gibson, "Microcomputer systems, the 8086 - 8088 family: architecture, programming, and design", Prentice Hall
- Programmazione:
- 3. B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, "The C Programming Language", Prentice Hall

Testi ausiliari

1. Sara Baase, "Computer algorithms: introduction to design and analysis", Addison Wesley
2. P. Prinetto, M. Sonza Reorda, "Algoritmi e strutture dati", Levrotto&Bella, Torino
3. Scanlon, "IBM PC & XT Assembly Language", Prentice Hall
4. Prinetto, Rebaudengo, Sonza Reorda, "Il linguaggio di Programmazione Assembler 8086", Levrotto&Bella, Torino
5. Aaron M. Tenenbaum, Yedidyah Langsam, Moshe J. Augenstein, "Data structures using C", Prentice Hall
6. P. Prinetto, M. Sonza Reorda, "Esempi di programmazione in linguaggio C", Levrotto&Bella, Torino

Modalità d'esame

L'esame consiste nelle seguenti prove:

- Prova scritta di teoria
- Prova scritta di programmazione
- Prova orale

Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione (piano terreno).

Modalità di contatto con il docente

- A. Laurentini: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7029
- P. Montuschi: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.6611/7014

SISTEMI INFORMATIVI I (TLC)

Vedi: **FONDAMENTI DI INFORMATICA II**

Programma delle esercitazioni

1. Unix:
 - Editare compilare e linkare programma C (es.: bubblesort). Generare n processi con fork, sincronizzarli con signal(); es di uso di pipe. Risolvere il problema produttore consumatore con semafori e shared memory. Risolvere un problema client server con message queues
2. OO:
 - Data specifica testuale di un Bancomat, farne l'analisi e il design con OMT. Dato il design OMT del Bancomat, implementarlo in C++
3. CPP:
 - Dato .h di class string e parte di .cpp, finire .cpp; fare prog di prova. Dato .h di class listLinear, finire .cpp; fare prog di prova. Data listLinear di CPP2, date listCircolar e listBiLinkata, riorganizzarle con inheritance
4. ARCH:
 - Semplici esercizi in MASM86 utilizzando i vari tipi di indirizzamento. Uso del codeview; routine richiamabili da linguaggio C; esercizi di aritmetica in precisione multipla
5. DSP:
 - Uso del simulatore per ADSP 2101; verifica di programmi per filtri FIR. Schema a blocchi di un trasmettitore e di un ricevitore di un modem QAM; realizzazione e prova di alcune routine

Testi di riferimento

1. A1. Prinetto P., Rebaudengo M., Sonza Reorda M., "Assembler 8086/8088", Levrotto&Bella, Torino, 1995
2. A2. Ingle V.K., Proakis J.G., "Digital Signal Processing Laboratory Using the ADSP 2101 microcomputer", Prentice Hall, 1991
3. B1. Ancillotti P., Boari M., Ciampolini A., "Sistemi Operativi", Pitagora Editrice, Bologna 1994
4. B2. Havilland K., Salama B., "Unix System Programming", Addison Wesley
5. B3. Odasso G., "Guida alla programmazione concorrente in Unix", disponibile dal docente
6. C1. Rumbaugh J., "Object Modelling Technique", Addison Wesley, 1991
7. C2. Lippman S., "C++: corso di programmazione", Addison Wesley, 1993

Modalità d'esame

1. Prova in aula + orale: votazione massima: 30 lode
2. Tesina + orale: votazione massima: 30 lode
3. Orale: votazione massima: 24
4. Sistema a crediti (solo per studenti frequentanti nel corrente anno accademico):
ESONERO_B + ESONERO_C + ORALE_A: votazione massima 30 lode

Modalità di contatto con il docente

- A. Serra: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7005
 - Orario di ricevimento studenti:
 - . Lunedì: 10.00 - 11.00
 - . Martedì: 18.30 - 19.30
 - . Venerdì: 18.30 - 19.30

SISTEMI OPERATIVI

- Codice: N5030
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Calcolatori elettronici
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
 - Laboratorio: 2
- Docente: Prof. **Pietro Laface**, Dip. di Automatica e Informatica
- Collaboratore:
 - Adriano Valenzano, Dip. di Automatica e Informatica
 - Mario Baldi, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

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.). In particolare, intende:

- Sviluppare i principi ed i metodi della programmazione concorrente
- Analizzare la struttura dei moduli componenti un sistema operativo
- Offrire strumenti per valutare le caratteristiche dei Sistemi operativi rispetto alle prestazioni richieste

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

Requisiti

Fondamenti di Informatica, Fondamenti di Informatica II.

Programma delle lezioni

1. Sistema operativo come interfaccia utente, come gestore di risorse e come macchina gerarchica
2. Definizione e struttura dei processi sequenziali e dei processi concorrenti
3. Primitive di sincronizzazione e costrutti linguistici per la gestione della concorrenza
4. Gestione dei processori e dei processi
5. Gestione della memoria: segmentazione, paginazione e swapping
6. Schedulazione dei jobs. Analisi mediante modelli deterministici, stocastici e analisi operativa
7. Gestione delle unità periferiche: gestione terminali gestione delle richieste su disco
8. Gestione degli archivi
9. Protezione delle risorse e delle informazioni
10. Sistemi operativi di rete

Programma delle esercitazioni

Casi di Studio: VMS, UNIX e MINIX

1. Esempi di programmazione concorrente con primitive semaforiche e costrutti linguistici con maggiore potenza espressiva
2. Esempi di utilizzo delle system call fornite da UNIX
3. Analisi dettagliata del sistema operativo MINIX

Programma delle esercitazioni assistite in laboratorio

1. Shell UNIX
2. Esempi di utilizzo delle system call MINIX
3. Tesine di progetto di processi di sistema o di moduli da inserire nel kernel di MINIX

Testi di riferimento

Silbershatz A., P. Galvin, "Sistemi Operativi", Quarta Edizione, Addison Wesley Publishing Company, 1995

Testi ausiliari

1. Appunti del Corso di Sistemi Operativi
2. Stalling W., "Operating Systems", Maxwell Mac Millan International Editions, 1992
3. Tanenbaum A., "Operating Systems, Design and Implementation", Prentice Hall International, 1987

Modalità d'esame

L'esame è orale e verte sui contenuti svolti nelle lezioni e nelle esercitazioni riguardanti la programmazione concorrente ed il sistema operativo UNIX.

È possibile superare l'esame senza svolgere la tesina o sostenere il colloquio relativo alle esercitazioni riguardanti il sistema operativo MINIX, ottenendo una votazione non superiore a 24 trentesimi.

Modalità di contatto con il docente

- P. Laface: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7004, Email: laface@polito.it
- M. Baldi: Dip. di Automatica e Informatica
- A. Valenzano: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7061
- Orario di ricevimento studenti:
 - Mercoledì: 8.30-12.30

- Built-in Self Test
- Boundary Scan
- 7. Algoritmi CAD (8 ore)
 - Algoritmi di simulazione digitale
 - Algoritmi per la Fault simulation
 - Algoritmi per la generazione delle sequenze di collaudo
- 8. Verifica formale (8 ore)
 - Diagrammi di decisione binari (BDD)
 - Dimostratori di teoremi
 - Tecniche simboliche di attraversamento
 - Model Checking simbolico
- 9. Sistemi CAE nell'ambiente produttivo (6 ore)
 - Time to market
 - Concurrent engineering
 - Qualità ed ISO-9000
- 10. Esperienze industriali (10 ore)
 - Presentazioni in aula
 - Visite a stabilimenti

Programma delle esercitazioni assistite in laboratorio

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

Testi di riferimento

1. Durante il corso verrà distribuita copia dei lucidi utilizzati

Modalità d'esame

- 50% prova orale
 - 50% lavoro di gruppo (3-4 persone)
- Obiettivo del lavoro di gruppo: progettare un sistema complesso, dall'*idea* al *progetto completo*, con *sistemi CAE/ESDA* allo stato dell'arte:
- stesura delle specifiche
 - review meeting, in aula, per la convalida
 - descrizione a livello sistema
 - progetto usando un tool di sintesi
 - relazione scritta
 - presentazione finale

Modalità di contatto con il docente

- P. Prinetto: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7007, Email: Paolo.Prinetto@polito.it
- F. Corno: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7053, Email: Fulvio.Corno@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Su appuntamento telefonico oppure tramite Email

STRUMENTAZIONE BIOMEDICA

- Codice: L5240
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Docente: Prof. **Roberto Merletti**, Dip. di Elettronica

Programma delle lezioni

1. Elementi di Fisiologia (20 ore):
 - Elettrofisiologia della membrana cellulare, trasporto attivo e passivo, potenziale d'azione. Tessuti eccitabili e trasmissione della informazione lungo fibre nervose e muscolari. Il sistema neuromuscolare, l'unità motoria, il segnale mioelettrico. Tecniche invasive e non invasive di rilevamento del segnale mioelettrico. Elettrofisiologia cardiaca. Significato e interpretazione del segnale elettrocardiografico. Il sistema circolatorio, il cuore come pompa, forme d'onda di pressione, suoni cardiaci. Cenni ai sistemi respiratorio e renale
2. Applicazioni biomediche di sensori e trasduttori (20 ore):
 - Applicazioni biomediche di sensori e trasduttori resistivi, induttivi, capacitivi, piezoelettrici, ottici, ecc. Problemi di linearizzazione e compensazione. Sensori elettrochimici, elettrodi polarizzabili e non, microelettrodi, elettrodi per pH. Elettrodi per applicazione di stimoli e prelievo di segnali sulla cute
3. Strumentazione biomedica (40 ore):
 - Elettrocardiografi e monitors ECG. Condizionamento del segnale, riduzione di interferenze e disturbi. Cardiotacometri. Monitors di aritmie. Elettrocardiografia dinamica. Stimolazione elettrica del cuore e pacemakers. Misure invasive e non invasive di pressione ematica. Cateterismi cardiaci, misure di gittata e portata cardiaca. Flussimetria ematica, flussimetri elettromagnetici e ultrasonici direzionali e non. Defibrillatori cardiaci. Elettromiografi ed elettroencefalografi. Elettrobisturi: criteri di sicurezza. Apparecchiature per analisi ematiche e chimico-cliniche. Contaglobuli. Apparecchiature radiologiche e per tomografia. Tecniche di ricostruzione delle immagini TAC. Cenni alle apparecchiature per ecografia e risonanza magnetica nucleare. Sicurezza degli impianti elettrici nei locali adibiti ad uso medico. Sicurezza e tipologia della strumentazione biomedica

Testi di riferimento

"Medical Instrumentation, application and design", J. Webster editor, Houghton Mifflin Co., Boston

Modalità di contatto con il docente

- R. Merletti: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4137, Email: merletti@polito.it

STRUMENTAZIONE E MISURE ELETTRONICHE

- Codice: L5260
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Laboratorio: 4
- Docente: Prof. **Umberto Pisani**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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).

Requisiti

Sono date per scontate le conoscenze dei fondamenti della misurazione, della teoria degli errori, e dei metodi e strumenti di base delle *Misure Elettroniche* di cui si richiede la priorità.

Programma delle lezioni

1. La misura di grandezze fisiche mediante sensori e trasduttori: (8 ore)
 - L'acquisizione di segnali analogici: generalità, problematiche e architetture. Sensori e trasduttori: caratteristiche essenziali e principi di funzionamento dei sensori più diffusi, condizionamento. Esempio di linearizzazione di un termistore e progetto di sistema per la misura di temperatura, sorgenti di errore e loro valutazione
2. Acquisizione multicanale: (36 ore)
 - Aspetti progettuali, scanner, filtri, circuiti di campionamento e conversione A/D, sorgenti di incertezze, di disturbi e tecniche per la riduzione degli effetti, disposizione delle masse. 3BUS standard per strumentazione: Sistemi automatizzati di misura e problemi di interfacciamento. L'interfaccia standard per strumentazione IEEE-488: generalità, architettura, caratteristiche meccaniche elettriche e funzionali. Il BUS IEEE-488, gestione del trasferimento dati, comandi di interfaccia e messaggi "device dependent". Indirizzamenti e richieste di servizio, procedure di "polling". Le funzioni di interfaccia e analisi di alcune di esse mediante i diagrammi di stato. Aspetti operativi e standardizzazione dei codici e formati (Std. IEEE 488-2). Problemi e tecniche per l'ottimizzazione di un sistema automatizzato di misura. Standard CAMAC per strumentazione e controllo di processi. Esempio di interfaccia seriale per strumentazione e periferiche HP-IL. Cenni alla strumentazione su scheda VME e strumentazione VXI
3. Strumentazione moderna per sistemi di misura automatici: (10 ore)
 - Oscilloscopi digitali. Analizzatori logici. Analizzatori di reti (cenni) e analizzatori di spettro

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

4. Cenni ai sistemi automatici di collaudo (ATE): (4 ore)
 - Generalità sul collaudo "in circuit" di schede elettroniche: strategie di misura e collaudo. Architettura dei sistemi

Programma delle esercitazioni

Si dedicheranno alcune ore durante l'orario delle lezioni allo svolgimento di esercizi di calcolo e di progetto relativi agli argomenti trattati sui sensori, condizionamento, e valutazioni della accuratezza dei sistemi di acquisizione.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Le esercitazioni di laboratorio sono svolte a gruppi di 4 allievi e hanno le caratteristiche di una tesina (compatibilmente col numero di iscritti al corso) con relazione da discutere in sede di esame.

1. Schede multifunzionali di I/O per acquisizione di segnali analogici e digitali mediante personal computer (2 ore)
2. Il software LAB-VIEW:
 - Introduzione (2 ore)
 - Progetto e realizzazione di uno strumento di misura virtuale basato su software LAB-VIEW: (40 ore)
3. Sviluppo di programma per la gestione di strumentazione mediante l'interfaccia IEEE-488 (16 ore)

Testi di riferimento

1. M.G. Mylroi, G. Calvert, "*Measurement and Instrumentation for control*", Peter Peregrinus Ltd. (IEE)
2. S.Pirani, "*Sistemi automatici di misura e acquisizione dati IEEE-488.1*", Esculapio, Bologna, 1990

Testi ausiliari

Suggeriti durante il corso a seconda degli argomenti.

Modalità d'esame

Consistono in una prova scritta consistente in 5-6 esercizi riguardanti argomenti del corso ed una prova orale che comprende una discussione sulla tesina elaborata in esercitazione.

Modalità di contatto con il docente

- U. Pisani: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4047, Email: pisani@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Martedì: 9.00 - 10.30
 - Giovedì: 16.30 - 18.30
 - Oppure su appuntamento telefonico

STRUTTURA DELLA MATERIA (SPERIMENTALE)

- Codice: E5341
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
- Docente: da nominare

Presentazione del corso

L'obiettivo del corso è quello di permettere a gli studenti dell'ultimo anno di partecipare ad esperimenti avanzati di fisica. Una parte introduttiva di circa venti ore è dedicata alla strumentazione base di un laboratorio moderno.

Ogni esperimento è introdotto da un esame teorico degli aspetti fondamentali della fisica che sono necessari a capire l'esperimento stesso.

Programma delle lezioni

1. Parte introduttiva di carattere generale, dedicata all'apprendimento dell'uso della strumentazione di base per acquisizione dati (~ 20 ore)
2. Misure di topologia delle superfici di materiali metallici e isolanti a livello atomico mediante AFM (Microscopia a Forza Atomica); microscopia e spettroscopia di materiali metallici con risoluzione atomica mediante STM (Microscopia Tunnel a Scansione) in aria e a temperatura ambiente
3. Resistività di metalli e di semiconduttori in funzione della temperatura tra 20 e 300K
4. Magnetoresistenza ed effetto Hall
5. Spettroscopia Raman per la determinazione delle componenti ottiche dello spettro fononico
6. Misure di calore specifico mediante DSC (Calorimetria Differenziale a Scansione) per la determinazione del calore specifico fononico, della temperatura di Debye, e, per temperature superiori alla temperatura di Debye, della componente elettronica del calore specifico in materiali metallici (tra -100°C e 500°C)
7. Misure di suscettività magnetica complessa in a.c. a diverse frequenze, in funzione della temperatura e del campo applicato, per sistemi dia- e paramagnetici
8. Cicli di magnetizzazione in continua per superconduttori ad alta T_C . Determinazione della "Irreversibility Line"
9. La transizione superconduttiva. R vs. T per materiali ad alta T_C . Caratteristiche E vs. J a campo nullo e in campo magnetico. Energia di pinning del flusso magnetico
10. Misure di effetto Josephson in giunzioni planari, a punta di contatto o a rottura in superconduttori a bassa ed Alta T_C (tra 4.2 e 300 K)
11. Spettroscopia tunnel in giunzioni planari, a punta di contatto, o a rottura, aventi elettrodi nello stato normale ed in quello superconduttore (tra 4.2 e 300 K)

Testi di riferimento

Testi generali di Fisica dello stato solido, ad es. Kittel, *“Introduzione alla Fisica dello stato solido”*, Boringhieri

94

880128

SUPERCONDUTTIVITÀ (R)

- Codice: L5404
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Mario Rasetti**, Dip. di Fisica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- M. Rasetti: Dip. di Fisica, Tel. 564.7324

TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA II

- Codice: L5692
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Tecnologie e materiali per l'elettronica I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA

- Codice: F5750 - L5750
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici I (ELN)
 - Campi elettromagnetici II (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2/0
 - Laboratorio: 2/4
- Docente: Prof. **Giovanni Perona**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso intende fornire una panoramica esauriente sull'intero processo di acquisizione, elaborazione ed uso dei dati ambientali telerilevati. Verranno considerati dati telerilevati, da satellite o altre piattaforme, mediante strumenti di acquisizione sensibili alla radiazione elettromagnetica ed il loro confronto con dati acquisiti in maniera puntuale da stazioni di rilevamento distribuite sul territorio collegate ad un unico sistema di telecontrollo ambientale. Verranno inoltre descritte le principali metodiche di diagnostica elettromagnetica applicate all'ambiente. 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 matematica ed elementi di informatica).

Requisiti

Fisica I e II, Corsi di Matematica del biennio, Corsi di informatica del biennio, *Calcolo numerico* (consigliato)

Programma delle lezioni

1. I problematiche, metodologie e caratteristiche del telerilevamento: (6 ore)
 - Introduzione al telerilevamento da satellite ed al suolo. Introduzione agli IGIS (Integrated Geographical Information Systems), Sistemi Informativi Geografici Integrati per l'uso combinato di dati territoriali di tipo tradizionale e dati telerilevati (da satellite e non)
2. Fondamenti teorici: (26 ore)
 - Radiometria. Sistemi ottici. Struttura dell'atmosfera terrestre. Scattering ed assorbimento in atmosfera: concetti di assorbimento e di scattering; formazione delle linee di assorbimento ed emissione; assorbimento nell'ultravioletto, nel visibile, nell'infrarosso e nelle microonde; scattering di Rayleigh; scattering di Mie. Teoria del trasferimento radiativo in atmosfera: grandezze fisiche significative; deduzione dell'equazione generale del trasferimento radiativo; Equazione del Trasferimento Radiativo (RTE) in atmosfera a piani paralleli; problemi riguardanti le soluzioni analitiche e numeriche della RTE
3. Diagnostica elettromagnetica: (Proprietà degli oggetti e loro firme spettrali) (10 ore)

TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA II

- Codice: L5692
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Tecnologie e materiali per l'elettronica I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: da nominare

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA

- Codice: F5750 - L5750
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Campi elettromagnetici I (ELN)
 - Campi elettromagnetici II (TLC)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 2/0
 - Laboratorio: 2/4
- Docente: Prof. **Giovanni Perona**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso intende fornire una panoramica esauriente sull'intero processo di acquisizione, elaborazione ed uso dei dati ambientali telerilevati. Verranno considerati dati telerilevati, da satellite o altre piattaforme, mediante strumenti di acquisizione sensibili alla radiazione elettromagnetica ed il loro confronto con dati acquisiti in maniera puntuale da stazioni di rilevamento distribuite sul territorio collegate ad un unico sistema di telecontrollo ambientale. Verranno inoltre descritte le principali metodiche di diagnostica elettromagnetica applicate all'ambiente. 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 matematica ed elementi di informatica).

Requisiti

Fisica I e II, Corsi di Matematica del biennio, Corsi di informatica del biennio, *Calcolo numerico* (consigliato)

Programma delle lezioni

1. I problematiche, metodologie e caratteristiche del telerilevamento: (6 ore)
 - Introduzione al telerilevamento da satellite ed al suolo. Introduzione agli IGIS (Integrated Geographical Information Systems), Sistemi Informativi Geografici Integrati per l'uso combinato di dati territoriali di tipo tradizionale e dati telerilevati (da satellite e non)
2. Fondamenti teorici: (26 ore)
 - Radiometria. Sistemi ottici. Struttura dell'atmosfera terrestre. Scattering ed assorbimento in atmosfera: concetti di assorbimento e di scattering; formazione delle linee di assorbimento ed emissione; assorbimento nell'ultravioletto, nel visibile, nell'infrarosso e nelle microonde; scattering di Rayleigh; scattering di Mie. Teoria del trasferimento radiativo in atmosfera: grandezze fisiche significative; deduzione dell'equazione generale del trasferimento radiativo; Equazione del Trasferimento Radiativo (RTE) in atmosfera a piani paralleli; problemi riguardanti le soluzioni analitiche e numeriche della RTE
3. Diagnostica elettromagnetica: (Proprietà degli oggetti e loro firme spettrali) (10 ore)

- Firme spettrali dall'ultravioletto al vicino e medio infrarosso: acqua, suolo nudo, vegetazione, neve e ghiaccio. Superfici lambertiane e non. Scattering da superfici ruvide e firme spettrali a microonde
- 4. Sistemi satellitari, sensori e strumentazione: (10 ore)
 - Orbite satellitari. Sistemi satellitari: LANDSAT, SPOT, MOS, SEASAT, ERS-1, ERS-2, J-ERS1, METEOSAT, TIROS NOAA, NIMBUS, etc.. Sensori e strumenti passivi (radiometri, scanner multispettrali, etc.). Sensori e strumenti attivi a microonde (SAR, radar-altimetri, radarmeteorologici etc.). Sensori e strumenti attivi a frequenze ottiche (LIDAR, DOASS, FTIR, etc.)
- 5. Elaborazione, analisi ed interpretazione dei dati telerilevati: (14 ore)
 - Problematiche di georeferenziazione: il Global Positioning System (GPS). Preelaborazioni: correzioni geometriche, georeferenziazione e correzioni atmosferiche. Interpretazione e validazione dei dati telerilevati. Tecniche di image processing di immagini digitali. Classificazione tematica (e riconoscimento automatico di particolari strutture) a partire dai dati telerilevati: classificazione assistita (metodo del parallelepipedo, metodo della minima distanza dal valor medio, criterio di massima verosimiglianza) e non assistita (cenni di cluster analysis). Analisi delle componenti principali e monitoraggio dei cambiamenti

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni in aula riguarderanno ciascuno degli argomenti presentati nel corso a partire dal punto II.

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

Programma delle esercitazioni in laboratorio

(4 ore ciascuna 2 squadre)

1. Introduzione agli IGIS (Integrated Geographic Information System): dati geografici e loro rappresentazione digitale, strutture raster e vector, presentazione di software per IGIS
2. Visualizzazione di mappe raster (immagini multispettrali, di radar ad apertura sintetica, di radarmeteorologico) e vector (ad esempio dati meteorologici e di inquinamento da centraline)
3. Ricerca per localizzazione e ricerca per attributo su immagini raster e vector
4. Algebra delle mappe raster ed esempi applicativi
5. Analisi di modelli numerici del terreno per applicazioni radarmeteorologiche: calcolo di pendenze ed orientamento, calcolo dei punti in vista da un determinato sito, calcolo dell'angolo di incidenza di fasci radar, determinazione degli spartiacque, simulazione del ground clutter
6. Interpretazione di immagini acquisite da scanner multispettrali e da radar ad apertura sintetica
7. Confronto tra diversi indici di vegetazione
8. Classificazione tematica di mappe satellitari: procedure supervised (metodo del parallelepipedo, metodo della minima distanza dal valor medio, criterio di massima verosimiglianza) ed unsupervised (cluster analysis)
9. Analisi delle componenti principali e monitoraggio dei cambiamenti

Testi di riferimento

C. Elachi, *"Introduction to the physics and techniques of remote sensing"*, John Wiley & Sons, 1987

Testi ausiliari

A.P. Cracknell and L.W.B. Hayes, *"Introduction to remote sensing"*, Taylor & Francis, 1991

Modalità d'esame

Scritto per i primi tre appelli (Febbraio e Marzo) e qualora il numero degli iscritti all'appello sia superiore a 15

Modalità di contatto con il docente

- G. Perona: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4067, Fax. 564.4015, Email: perona@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - 2 ore settimanali

TEORIA DEI CIRCUITI

- Codice: F5760
- Collocazione: Anno: II Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 2 (ultime 4 settimane)
- Docente: Prof. **Mario Biey**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

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 dei circuiti per mezzo di calcolatore. Il corso è organizzato in lezioni ed esercitazioni che completano, da un punto di vista applicativo, gli argomenti teorici trattati, in modo da facilitarne l'apprendimento. Nella seconda metà del periodo didattico lo studente avrà accesso al Laboratorio di Informatica di Base (LAIB), ove imparerà ad usare un moderno programma di simulazione circuitale (PSpice).

Requisiti

Conoscenza dei contenuti dei corsi di *Analisi Matematica e Fisica*.

Programma delle lezioni

1. Generalità: (5 ore)
 - Circuiti a parametri concentrati. Direzioni di riferimento. Potenza elettrica entrante in un circuito a due o più terminali. Condizione di passività. Leggi di Kirchhoff. Grafi, anelli e insiemi di taglio, albero e coalbero, grafi planari, maglie. Formulazione delle leggi di Kirchhoff in termini di matrice di incidenza e di matrice delle maglie. Teorema di Tellegen; conservazione della potenza istantanea
2. Circuiti resistivi: (8 ore)
 - Elementi ad una porta: resistori lineari e non lineari; diodi; generatori indipendenti. Collegamento in serie e/o parallelo di bipoli resistivi. Punto di funzionamento e circuito equivalente per piccoli segnali. Elementi a due o più porte: generatori dipendenti, trasformatore ideale, giratore, amplificatore operazionale ideale
3. Analisi di circuiti resistivi: (6 ore)
 - Metodi generali di analisi: metodi dei nodi e delle maglie; metodo dei nodi modificato; metodo della matrice sparsa. Metodo dei nodi semplificato nel caso di circuiti con amplificatori operazionali ideali. Teoremi di sovrapposizione e di sostituzione, di Thevenin e di Norton
4. Circuiti dinamici: (4 ore)

- Elementi ad una o più porte: condensatori e induttori lineari e non lineari, induttori accoppiati. Collegamento in serie e/o parallelo di condensatori, induttori e induttori accoppiati.
- 5. Analisi di circuiti dinamici: (10 ore)
 - Risposta con stato zero, con ingresso zero e risposta completa; risposta transitoria e risposta forzata; Risposta all'impulso. Circuiti del primo ordine: analisi a vista nel caso di segnali costanti a tratti. Circuiti dinamici generali: scrittura del sistema di equazioni algebriche-differenziali che descrivono il funzionamento del circuito. Metodo simbolico generalizzato. Funzioni di rete, impedenze, ammettenze e funzioni di trasmissione; zeri e poli. Frequenze naturali e condizioni di stabilità. Equazioni di stato. Grado di una rete e reti degeneri. Legame tra frequenze naturali ed equazioni di stato. Proprietà fondamentali dei circuiti dinamici: estensione dei teoremi di sostituzione, di sovrapposizione, di Thevenin e di Norton
- 6. Analisi in regime sinusoidale: (8 ore)
 - Il teorema fondamentale del regime sinusoidale. Formulazione delle equazioni circuitali in regime sinusoidale. Diagrammi polari e vettoriali. Curve di risposta in frequenza. Diagrammi di Bode. Normalizzazione. Potenza attiva, reattiva, apparente e complessa; teorema di Boucherot; condizioni di adattamento energetico. Rifasamento di un carico monofase
- 7. Sistemi trifase: (2 ore)
 - Generatori trifase, collegamenti a stella e a triangolo. Sistemi simmetrici ed equilibrati; metodi per la risoluzione delle reti trifasi. Fattore di potenza e rifasamento
- 8. Doppi bipoli e reciprocità: (4 ore)
 - Caratterizzazione di doppi bipoli mediante le matrici delle impedenze a vuoto, delle ammettenze di corto circuito, ibride, di trasmissione. Doppi bipoli simmetrici, bilanciati e sbilanciati. Equivalenze di doppi bipoli. Connessioni di doppi bipoli. Funzionamento del doppio bipolo sotto carico. Reciprocità e teorema di reciprocità
- 9. Filtri: (6 ore)
 - Generalità. Filtro ideale passa basso. Il problema di approssimazione. Approssimazione alla Butterworth; cenni su altri criteri di approssimazione (filtri alla Chebyshev ed ellittici). Progetto di filtri LC mediante manuali. Realizzazione con celle RC-attive connesse in cascata. Trasformazioni di frequenza

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni consistono nella soluzione, da parte degli allievi, di problemi di analisi di circuiti elettrici sfruttando i metodi illustrati a lezione. Il loro elenco è il seguente:

Uso delle leggi di Kirchhoff. Grafi delle reti e teorema di Tellegen. Analisi di circuiti resistivi elementari, parte I. Analisi di circuiti con resistori non lineari. Analisi di circuiti resistivi non lineari I. Analisi di circuiti resistivi non lineari II. Connessioni serie e/o parallelo, analisi di circuiti resistivi elementari. Circuiti resistivi con elementi con 2 o più porte. Circuiti resistivi, metodi generali di analisi I. Circuiti resistivi, metodi generali di analisi II. Uso dei teoremi di Thevenin, Norton, ecc. Connessione di L e C, condizioni iniziali, connessione istantanea di L e C. Circuiti RC e RL del I ordine. Circuiti dinamici generali. Metodo simbolico I. Metodo simbolico II. Equazioni di

stato I. Equazioni di stato II. Regime sinusoidale I. Regime sinusoidale II. Funzioni di rete e normalizzazione: equalizzatore RIAA. Sistemi trifase. Doppoli bipoli. Filtri: progetto di filtri LC usando un manuale. Filtri: progetto di un filtro RC elementare

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Nelle esercitazioni di laboratorio, svolte presso il LAIB, gli studenti impareranno ad usare un moderno programma di simulazione (P Spice), analizzando il funzionamento di alcuni elementari circuiti elettrici.

Testi di riferimento

1. L.O. Chua, C.A. Desoer, S. Kuh, "*Linear and non linear circuits*", McGraw Hill, New York, 1987
2. L.O. Chua, C.A. Desoer, S. Kuh, "*Circuiti lineari e non lineari*", Jackson, Milano, 1989
3. M. Biey, "*Esercitazioni di elettrotecnica*", CLUT, Torino, 1988
4. M. Biey, "*Spice e PSpice: introduzione all'uso*", CLUT, Torino, 1993

Modalità d'esame

- L'esame consiste in una prova scritta, seguita da una discussione dell'elaborato consegnato dallo studente e da un'eventuale prova orale
- Tale prova verte su tutto il programma svolto e consiste nel rispondere ad un gruppo di quesiti elementari ed un gruppo di domande di varia difficoltà
- Un giudizio positivo sulle risposte al primo gruppo di domande è condizione necessaria (ma non sufficiente) per superare l'esame
- Verrà valutata anche la presentazione dei risultati e la leggibilità dell'elaborato
- Il voto massimo conseguibile con la prova scritta è 30/30; chi con lo scritto raggiunge i 25/30 può accedere ad una prova orale. Si può chiedere di essere respinti, in modo da poter ripetere l'esame
- Per l'esame scritto bisogna presentarsi muniti di un documento di identità e dello statino valido per sostenere l'esame; detto statino verrà ritirato all'inizio della prova
- Durante lo svolgimento della prova scritta lo studente deve avere con sé solo l'occorrenza per scrivere e per fare calcoli e disegni; sono esclusi i calcolatori programmabili anche di tipo notebook o laptop
- Dopo aver assistito alla correzione del primo gruppo di esercizi, ci si può ritirare; in tal caso sarà restituito lo statino e si potrà ripresentare in uno degli appelli successivi. Per chi continua, affrontando la seconda parte dello scritto, l'esito dell'esame sarà comunque registrato
- In sede di registrazione del voto finale, i candidati dovranno presentare tre diverse analisi (in continua, in regime sinusoidale e in transitorio) effettuate con PSpice
- A quei candidati che per qualunque motivo non si saranno presentati alla registrazione degli esiti finali, verrà comunque registrato l'esito della prova scritta

Modalità di contatto con il docente

- M. Biey: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4025, Email: biey@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Secondo quanto esposto in bacheca

TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI

- Codice: L5770
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Elettrotecnica
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4
- Docente:
 - (I corso) Prof. **Claudio Beccari**, Dip. di Elettronica
 - (II corso) Prof. **Pierluigi Civera**, Dip. di Elettronica
- Collaboratore: Marco Knaflitz, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

L'insegnamento di Teoria dei circuiti elettronici si colloca come interfaccia fra i corsi propedeutici di Elettrotecnica e di Dispositivi elettronici e i corsi applicativi che cominciano con Elettronica applicata e proseguono con tutti gli altri insegnamenti caratterizzanti e specialistici del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica.

L'obiettivo del corso è quello di acquisire dimestichezza con l'analisi dei circuiti attivi lineari e con il progetto dei più semplici circuiti lineari, dagli amplificatori ai filtri attivi.

Programma delle lezioni

1. Dispositivi attivi: diodo, transistor a giunzione, transistor a effetto di campo; modelli per piccolo segnale e modelli per il regime stazionario. Polarizzazione dei dispositivi attivi, ricerca del punto di lavoro e determinazione dei parametri differenziali
2. Amplificatori elementari a emettitore/source comune, a collettore/drain comune, a base/gate comune e amplificatore differenziale; cenni agli amplificatori differenziali commerciali
3. Modello di Giacoletto per il transistor in alta frequenza; risposta degli amplificatori nel dominio della frequenza con l'analisi dettagliata dell'effetto prodotto dalle varie capacità presenti nel circuito
4. La controreazione: teoria e metodi di analisi dei circuiti reazionati; metodi di Rosenstark e di Blackman. Stabilità e criteri di Bode, Nyquist, Hurwitz e del luogo delle radici. Oscillatori sinusoidali
5. Applicazioni elementari dell'amplificatore differenziale (ideale): sommatore, integratore, convertitori di impedenza (negativi e generalizzati), supercondensatore e superinduttore, giratore
6. Funzioni di rete: proprietà formali e matematiche; stabilità, passività; condizioni di realizzabilità dei bipoli passivi, LC, RC e RL; sintesi dei bipoli LC, RC ed RL
7. Filtri passivi: filtri passabasso di Butterworth e di Chebyshev, trasformazioni di frequenza. Filtri ritardatori di Bessel. Progetto di filtri passivi mediante l'uso dei cataloghi dei filtri normalizzati
8. Filtri RC-attivi ottenuti mediante la simulazione dei filtri reattivi attraverso l'uso dei convertitori generalizzati di impedenza

9. Sensibilità delle funzioni di rete; sensibilità alle variazioni dei parametri matematici, alle variazioni dei parametri elettrici; indici di sensibilità multiparametrica
10. Filtri RC-attivi realizzati mediante la connessione in cascata di celle biquadratiche; celle a reazione positiva o negativa esaltata; ottimizzazione della scomposizione della funzione di trasferimento

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni avvengono tutte in aula e consistono nello svolgimento di esercizi da parte degli allievi, non da parte degli esercitatori, che sono presenti in aula per fornire delucidazioni e spiegazioni individuali e collettive sui problemi e sulle lacune che possono venire al pettine solo mettendo in pratica quanto appreso e capito dalle lezioni.

Il programma delle esercitazioni rispecchia fedelmente quello delle lezioni.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

I docenti del corso, ritenendola una cosa utile per gli allievi, hanno allestito un laboratorio "virtuale" per i Circuiti elettronici. Il laboratorio è virtuale in quanto si appoggia all'uso del programma PSpice, che i docenti hanno ottenuto in uso gratuito dalla società produttrice, con il permesso di duplicarlo illimitatamente e di distribuirlo agli studenti.

A partire dall'inizio di dicembre, circa, quando la direzione dei Laboratori di Informatica avrà stabilito gli orari di accesso, saranno messe a disposizione una ventina di stazioni di lavoro presso uno dei LAIB, a cui gli studenti potranno accedere negli orari stabiliti e dove troveranno almeno un docente esercitatore a disposizione per le spiegazioni sull'uso del programma, suggerimenti sugli esperimenti da fare, eccetera.

Lo scopo è quello di familiarizzare con i circuiti in modo da saper leggere con facilità i diagrammi con le prestazioni, confrontare circuiti simili, controllare le variazioni introdotte mediante la modifica dei parametri, e simili.

La frequenza del laboratorio è facoltativa, nel senso che chi dispone di un elaboratore individuale può svolgere queste esperienze a casa; tuttavia è consigliabile di rivolgersi ai docenti esercitatori durante le ore di laboratorio per le consulenze riguardanti queste attività sperimentali.

Testi di riferimento

Il corso è ancora troppo giovane per i docenti possano avere già pubblicato un unico testo per il corso, sebbene siano al lavoro per approntarlo.

Attualmente il corso si appoggia sui tre testi seguenti:

1. Un testo di elettronica applicata che ogni studente può scegliere nell'elenco successivo.
2. C. Beccari, "Sintesi dei circuiti passivi", CLUT, Torino, 1993, (Cap. 1-6, 18)
3. M. Biey, "Circuiti RC-attivi. Teoria e progetto", CLUT, Torino, 1991 (Cap. 1-6)

Testi ausiliari

1. C.J. Savant, M.S. Roden, G.L. Carpenter, "Electronic design. Circuits and systems", The Benjamin Cummings Publ. Co. Inc., Redwood City, 1991 (Cap. 1-5, 7-11. App. A-E)
2. J. Millman e A. Grabel, "Microelectronics", McGraw Hill Intern. Ed., New York, 1987 (Cap. 1-5, 10-15) (Disponibile anche in italiano nella traduzione pubblicata dalla McGraw Hill Italiana)

3. A.S. Sedra, K.C. Smith, *“Circuiti per la microelettronica”*, Ingegneria 2000, Roma, 1994 (Cap. 1-12. App. B-D)

Modalità d’esame

- L’esame consiste in una prova scritta e in una prova orale
- Si è ammessi all’orale se si consegue nella prova scritta una votazione di almeno 15/30
- Durante la prova scritta si possono consultare testi a stampa, non si possono usare calcolatrici programmabili, non ci si può ritirare se non dopo aver consegnato ed aver assistito alla correzione
- La prova scritta e la prova orale hanno lo stesso peso nella determinazione del voto finale

Modalità di contatto con il docente

- C. Beccari: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4026
- P. Civera: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4080
- M. Knaflitz: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4005/4124
- Orario di ricevimento studenti:
 - Affisso in bacheca all’inizio dell’anno

957729, 02

TEORIA DEI SEGNALI I

- Codice: F5801 - L5801 - N5801
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Nessuna
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 4
 - Laboratorio: 12 durante tutto il corso
- Docente: Prof.ssa **Letizia Lo Presti**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali sia di tipo determinato sia di tipo aleatorio. Vengono inoltre illustrate le tecniche di caratterizzazione dei sistemi e di elaborazione dei segnali, sia a tempo continuo che a tempo discreto. Le tecniche descritte vengono applicate nelle esercitazioni di laboratorio.

Requisiti

Analisi Matematica III (r), Calcolo delle probabilità.

Programma delle lezioni

1. Teoria dei segnali determinati: (4 ore)
 - Definizione del segnale e sua rappresentazione nello spazio dei segnali
2. Analisi in frequenza: (5 ore)
 - Definizione dello spettro di un segnale come trasformata di Fourier e richiami sulle proprietà della trasformata di Fourier
 - Definizione dello "spettro a righe" per i segnali periodici
3. Sistemi lineari a tempo continuo: (4 ore)
 - Definizione di un sistema LTI e sua caratterizzazione nel dominio del tempo e della frequenza.
4. Analisi armonica: (4 ore)
 - Introduzione del concetto di spettro di energia e spettro di potenza
 - Definizione della funzione di autocorrelazione
5. Il segnale analitico: (3 ore)
 - Definizioni e proprietà del segnale analitico
6. Tecniche numeriche di analisi spettrale: (6 ore)
 - Introduzione della trasformata di Fourier discreta (DFT) per la valutazione numerica degli spettri di ampiezza di segnali ad energia finita e periodici. Descrizione dell'algoritmo FFT
7. Teoria dei segnali a tempo discreto: (6 ore)
 - Definizione dei segnali a tempo discreto e loro caratterizzazione nel dominio Z (trasformata Z) e nel dominio della frequenza (trasformata di Fourier a tempo discreto)
8. Sistemi a tempo discreto: (3 ore) ★

- Definizione dei sistemi a tempo discreto e loro caratterizzazione mediante risposta all'impulso, funzione di trasferimento e risposta in frequenza
- 9. Filtri numerici: (5 ore)
 - Cenni sulle tecniche di progetto di filtri FIR e IIR
 - Tecniche di filtraggio nel dominio della frequenza per mezzo della DFT
- 10. Il teorema del campionamento (2 ore)
- 11. Introduzione ai processi casuali: (6 ore)
 - Caratterizzazione statistica dei processi casuali (densità di probabilità, medie di insieme, autocorrelazione)
- 12. Trasformazione di processi casuali: (4 ore)
 - Caratterizzazione statistica dei processi integrati, derivati, filtrati e modulati
- 13. Stazionarietà, ergodicità e caratteristiche spettrali: (8 ore)
 - Definizione di stazionarietà e ciclostazionarietà. Caratterizzazione dei processi nel dominio della frequenza.

Programma delle esercitazioni

Le esercitazioni verteranno sul programma svolto a lezione.

Programma delle esercitazioni in laboratorio

1. Analisi in frequenza con tecniche numeriche (DFT, FFT)
2. Progetto di filtri numerici

Testi di riferimento

1. L. Lo Presti, F. Neri, "L'Analisi dei Segnali", CLUT, 1992
2. L. Lo Presti, F. Neri, "Introduzione ai Processi Casuali", CLUT, 1994

Testi ausiliari

1. A.V. Oppenheim, R.W. Schaffer, "Discrete-Time Signal Processing", Prentice-Hall, 1989
2. A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", McGraw Hill, 1984
3. W. Gardner, "Introduction to Random Processes with Applications to Signals and Systems", McGraw Hill, 1990

Modalità d'esame

- L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte:
 1. Esame tradizionale:
 - Consiste in una prova scritta ed una prova orale che devono essere sostenute nello stesso appello
 - Entrambe le prove vertono sull'intera materia del corso
 - Per accedere alla prova orale è necessario ottenere una valutazione della prova scritta superiore o uguale a 15/30
 - La valutazione in trentesimi dell'esame consiste nella media aritmetica dei due voti ottenuti nella prova scritta e nella prova orale
 - I risultati degli esami di tutti coloro che consegnano la prova scritta vengono registrati, qualunque sia il risultato finale
 - La prova scritta può essere consegnata non più di una volta per sessione
 2. Esame con esoneri:

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

- Consiste nel superamento di due prove di esonero durante lo svolgimento del corso
- La prima prova di esonero si svolge dopo circa 7 settimane dall'inizio del corso e verte sugli argomenti trattati fino alla sesta settimana di lezione
- La seconda prova di esonero si svolge immediatamente dopo la fine del corso e verte sugli argomenti trattati a partire dalla settima settimana di lezione
- Indicando con V1 e V2 le valutazioni ottenute durante le prove di esonero, se entrambe sono maggiori di 18/30 la valutazione finale proposta per l'esame consiste nella media aritmetica di V1 e V2
- Se entrambe le valutazioni sono inferiori a 18/30 la prova viene considerata nulla e lo studente deve sostenere l'esame tradizionale in una qualunque sessione d'esame
- Nel caso in cui una delle due valutazioni sia insufficiente o in cui lo studente sia insoddisfatto del voto in essa ottenuto, o ancora egli non abbia svolto una delle due prove di esonero, tale prova può essere sostituita con un'ulteriore prova di recupero, da svolgersi o nel primo o nel secondo appello della I sessione ordinaria e vertente sull'intera materia del corso
- La prova di recupero sostituisce la prova insufficiente, mancante o insoddisfacente, ed il voto finale proposto viene calcolato come media aritmetica secondo le modalità precedenti
- Le valutazioni negative ottenute in una qualunque delle fasi dell'esame con esoneri non vengono registrate
- La consegna di una prova scritta d'esame in un qualunque appello annulla automaticamente un eventuale voto proposto ottenuto con un esame con esoneri
- I voti proposti devono essere registrati entro la fine della II sessione, dopodiché decadono senza conseguenze per lo studente

Tipologia delle prove

- Le prove scritte, sia d'esame che di esonero, possono essere di due tipi:
 - 12-15 brevi esercizi a risposte multiple
 - 3 esercizi tradizionali
- La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è di tre ore
- Durante le prove scritte è possibile consultare soltanto i due testi di riferimento

Modalità di contatto con il docente

- L. Lo Presti: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4033, Email: lopresti@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Verrà concordato all'inizio del corso

TEORIA DEI SEGNALI II

- Codice: F5802 - L5802
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Teoria dei Segnali I
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof.ssa **Letizia Lo Presti**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Lo scopo del corso è quello di descrivere gli strumenti più moderni per l'analisi e l'elaborazione dei segnali. Partendo da una base teorica vengono presentati alcuni dei metodi numerici maggiormente utilizzati nelle applicazioni di ingegneria.

La prima parte del corso è dedicata ai metodi numerici che consentono di eseguire l'analisi spettrale di segnali di tipo casuale. Poiché i segnali del mondo fisico sono spesso di tipo non stazionario, nella seconda parte del corso è dato ampio spazio all'analisi dei processi non stazionari. Dopo avere introdotto il concetto di piano tempo-frequenza e dei piani tempo-scala, vengono descritti i metodi per eseguire l'analisi dei segnali in tale piano, con una particolare attenzione alle metodologie nel tempo-discreto.

Programma delle lezioni

1. Processi casuali a tempo discreto (4 ore)
2. Stima spettrale classica e parametrica (16 ore)
3. Trasformate sul piano tempo-frequenza per la localizzazione temporale delle caratteristiche in frequenza dei segnali: (40 ore)
 - trasformata di Fourier a breve termine
 - trasformata di Gabor
 - trasformata ad ordine ('Wavelet Transform')
 - distribuzione di Wigner-Ville

Programma delle esercitazioni in laboratorio

Le esercitazioni si svolgono presso il LAIB utilizzando la libreria di 'Signal Processing' del programma MATLAB e riguardano le metodologie a tempo-discreto descritte a lezione.

Testi di riferimento

Verranno preparate delle dispense

Testi ausiliari

1. S. Kay, "Modern Spectral Estimation", Prentice-Hall 1988
2. B. Porat, "Digital Processing of Random Signals", Prentice-Hall, 1994

Modalità d'esame

L'esame può essere sostenuto secondo tre modalità distinte:

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

1. esame tradizionale: consiste in una prova scritta ed una prova orale che devono essere sostenute nello stesso appello. Entrambe le prove vertono sull'intera materia del corso. Per accedere alla prova orale è necessario ottenere una valutazione della prova scritta superiore o uguale a 15/30. La valutazione in trentesimi dell'esame consiste nella media aritmetica dei due voti ottenuti nella prova scritta e nella prova orale
2. esame con esoneri: consiste nel superamento di due prove di esonero durante lo svolgimento del corso
3. esame con tesina: L'esame tradizionale può essere sostituito da una tesina

Tipologia delle prove

Le prove scritte, sia d'esame che di esonero, possono essere di due tipi:

1. 12-15 brevi esercizi a risposte multiple
2. 3/4 esercizi tradizionali

La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è di tre ore.

Modalità di contatto con il docente

- L. Lo Presti: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4033, Email: lopresti@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Verrà stabilito all'inizio del corso

TEORIA DEI SISTEMI (CONTINUI)

- Codice: L5811 - N5811
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Analisi matematica III (r)
 - Fondamenti di informatica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Mario Milanese**, Dip. di Automatica e Informatica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- M. Milanese: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7020

TEORIA DEI SISTEMI (DISCRETI)

- Codice: L5812 - N5812
- Collocazione: Anno: III Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Calcolo delle probabilità (r) (INF)
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 6
 - Esercitazione: 2
- Docente: Prof. **Roberto Tadei**, Dip. di Automatica e Informatica

Presentazione del corso

La teoria dei sistemi discreti offre fondamenti metodologici per lo studio di fenomeni rappresentabili da modelli matematici aventi variabili intere e costituiti sostanzialmente da equazioni differenziali.

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per l'analisi di sistemi dinamici ad eventi discreti, deterministici e stocastici, a tempo discreto e a tempo continuo. Esempi di questo tipo di sistemi sono: sistemi digitali di calcolo, strutture di dati, reti di calcolatori, allocazione di risorse ecc.

Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca, attinenti agli argomenti trattati.

Il corso (dispense, comunicazioni, tesi e tesine, seminari, collegamenti con altri centri di studio ecc.) sarà disponibile all'interno del servizio Ulisse.

Programma delle lezioni

- Aspetti di base della Teoria dei Sistemi Discreti (4 ore)
- Teoria degli automi deterministici (14 ore)
- Teoria degli automi non deterministici (14 ore)
- Catene di Markov a tempo discreto (12 ore)
- Catene di Markov a tempo continuo (12 ore)
- Teoria delle code (18 ore)
- Reti di code (8 ore)
- Simulazione (12 ore)
- Cenni di Schedulazione (10 ore)

Programma delle esercitazioni

Per ciascuno dei punti del programma delle lezioni verranno svolte esercitazioni in aula.

Testo di riferimento

Dispense del corso.

Testi ausiliari

1. B. Martinoli, "La Simulazione Oggi", VII ediz., F. Angeli, Milano, 1994
2. A. Tornambè, "Teoria dei Sistemi Discreti", CLUP, Torino, 1994

Modalità d'esame

- Il corso prevede due esoneri scritti durante il semestre, della durata di 2 ore ciascuno. Il superamento di entrambe gli esoneri può sostituire l'esame finale orale. In questo caso il voto finale si ottiene combinando i risultati dei due esoneri, pesati in funzione del programma del corso, misurato in ore, coperto da ciascun esonero. Lo studente che volesse migliorare il risultato del I e/o del II esonero può sostenere l'esame orale relativamente al programma coperto dall'esonero stesso. In tale caso il risultato dell'esonero viene dimenticato. Gli esoneri hanno una validità temporale che coincide con l'anno accademico nel quale sono stati svolti
- Le tesine di ricerca danno diritto ad un incremento fino a 4 punti del voto finale, in funzione della qualità del lavoro di ricerca svolto

Modalità di contatto con il docente

- R. Tadei: Dip. di Automatica e Informatica, Tel. 564.7032, Fax. 564.7099, Email: tadei@polito.it
- Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 16.30-18.30
 - Venerdì: 14.30-16.30
- Il corso sarà anche disponibile all'interno del Servizio Ulisse

TEORIA DELL'INFORMAZIONE E CODICI

- Codice: F5870 - L5870
- Collocazione: Anno: V Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Reti di telecomunicazioni *oppure*
 - Trasmissione numerica *oppure*
 - Elaborazione numerica dei segnali
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione:
- Docente: Prof. **Michele Elia**, Dip. di Elettronica

Informazioni non pervenute in tempo utile per la stampa

Modalità di contatto con il docente

- M. Elia: Dip. di Elettronica, Tel. 564.4027

TERMODINAMICA APPLICATA (R)

- Codice: F5954 - L5954 - N5954
- Collocazione: Anno: II - IV Periodo didattico: II
- Precedenze:
 - Fisica II
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione: 4
 - Esercitazione: 4
- Docente: Prof. **Marco Masoero**, Dip. di Energetica
- Collaboratore:
 - C. Silvi, Dip. di Energetica
 - Andrea Carpignano, Dip. di Energetica
 - Cristina Bertani, Dip. di Energetica

Presentazione del corso

Il corso riprende la teoria della termodinamica classica, già presentata nel corso di Fisica II, e sviluppa una serie di applicazioni di interesse ingegneristico nei settori della conversione energetica e del controllo ambientale. Vengono inoltre illustrati i fondamenti della trasmissione del calore e della meccanica dei fluidi, sviluppando in particolare applicazioni a problemi di controllo termico di componenti e dispositivi elettronici.

Programma del corso

- Ciascun argomento corrisponde indicativamente ad un modulo di due ore di lezione
1. *Presentazione del corso*
 2. *Definizioni e concetti fondamentali della termodinamica*: Sistema termodinamico e sue proprietà, equilibrio, trasformazioni. Equazioni costitutive: richiami sulle leggi dei gas perfetti e sulle proprietà di liquidi e vapori
 3. *Calore e lavoro*: Definizione di calore specifico. Espressione del lavoro in sistemi chiusi e sistemi con deflusso (sistemi aperti)
 4. *Il 1° principio della termodinamica* nelle sue varie formulazioni: Applicazioni a casi di interesse pratico
 5. *Il 2° principio della termodinamica* e il concetto di entropia: Esempi applicativi
 6. *Processi di conversione energetica*: Cicli termodinamici diretti ed inversi. Analisi delle prestazioni di componenti e sistemi di interesse pratico
 7. *Proprietà termodinamiche dell'aria umida*: Cenni alla climatizzazione ambientale.
 8. *Introduzione ai fenomeni di trasporto*: Trasmissione del calore per conduzione, convezione e irraggiamento. Equazioni fondamentali. Trasporto di massa
 9. *Conduzione termica*: Conduzione stazionaria monodimensionale in sistemi piani e cilindrici. Sistemi a contatto con fluidi a temperatura imposta. Analogia elettrica. Trasmissione del calore in condizioni non stazionarie
 10. *Sistemi con generazione interna di calore*: Sistemi a superficie estesa. Resistenze di contatto. Cenni ai metodi numerici per la soluzione di problemi di conduzione bi- e tridimensionale e in regime transitorio

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

11. *Convezione termica*: Proprietà dei fluidi. Analisi dimensionale dei fenomeni convettivi. Convezione forzata e convezione naturale. Esempi applicativi. Cenni alla convezione in presenza di cambiamento di fase
12. *Irraggiamento termico*: Concetto di “corpo nero”. Leggi fondamentali della radiazione termica. Cambio termico per irraggiamento fra corpi neri e corpi grigi
13. *Problemi applicativi di trasmissione del calore* con particolare riferimento al controllo termico di dispositivi e sistemi elettronici

Programma delle esercitazioni

Nelle esercitazioni vengono proposti esercizi numerici ed approfondimenti relativi agli argomenti trattati nel corso.

Testi di riferimento

C. Boffa, P. Gregorio, “*Elementi di Fisica Tecnica - Volume secondo*”, Levrotto&Bella, Torino

Testi ausiliari

1. A. Cavallini, L. Mattarolo, “*Termodinamica Applicata*”, CLEUP
2. C. Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo, “*Trasmissione del calore*”, CLEUP
Per gli esercizi numerici si consiglia:
3. P. Gregorio, “*Esercizi di Fisica Tecnica*”, Levrotto&Bella, Torino

Modalità di esame

- Il programma di esame è costituito da tutti gli argomenti trattati a lezione ed a esercitazione
- L'esame consiste in una prova scritta comprendente tre domande di teoria e tre esercizi numerici. La durata della prova scritta è di tre ore, ed è suddivisa in parti uguali fra teoria ed esercizi
- Durante lo scritto non è permesso consultare libri o appunti
- In ciascuna delle tre sessioni ordinarie di esame (I, II e III) non è consentito sostenere lo scritto in due appelli consecutivi, a meno che lo studente si ritiri durante lo scritto
- Durante lo scritto viene comunicata la data dell'orale. In sede di orale il compito viene discusso insieme al candidato; in tale occasione la commissione potrà chiedere delucidazioni o fare domande integrative al candidato. Al termine della discussione la commissione propone un voto; il candidato che ritenesse tale voto insoddisfacente potrà ripetere lo scritto in un successivo appello, oppure chiedere di essere sentito oralmente: in tale caso l'esito dell'orale potrà sia migliorare che peggiorare il voto dello scritto
- La prova orale è obbligatoria per gli studenti che abbiano già sostenuto con esito negativo lo scritto per tre volte
- Viene proposto un compito scritto in tutti gli appelli ufficiali
- Non sarà possibile per alcun motivo sostenere l'esame al di fuori delle sessioni ufficiali

Modalità di contatto con il docente

- M. Masoero: Dip. di Energetica, Tel. 564.4441
- C. Bertani: Dip. di Energetica, Tel. 564.4447
- A. Carpignano: Dip. di Energetica, Tel. 564.4464

TRASMISSIONE NUMERICA

- Codice: F6040
- Collocazione: Anno: IV Periodo didattico: I
- Precedenze:
 - Comunicazioni elettriche
- Numero di ore settimanali:
 - Lezione ed Esercitazione: ~10
- Docente: Prof. **Sergio Benedetto**, Dip. di Elettronica

Presentazione del corso

Il corso si propone come prosecuzione e arricchimento del corso di Comunicazioni Elettriche specialistico, del quale amplia la partedi programma relativa alla trasmissione numerica. Nel corso si dedica ampio spazio alle tecniche di codifica di canale per la protezione dell'informazione trasmessa, e si studiano le tecniche fondamentali di progetto dei demodulatori numerici, quali l'equalizzazione adattativa e la sincronizzazione.

Requisiti

Teoria dei Segnali.

Programma delle lezioni

1. La codificazione di canale:
 - I codici a blocco lineari
 - I codici a blocco ciclici
 - I codici convoluzionali
 - I codici concatenati
 - Le prestazioni dei codici e le loro applicazioni
2. La trasmissione numerica su canali "reali"
 - L'interferenza intersimbolica nei sistemi di trasmissione coerenti
3. La sincronizzazione di portante e di simbolo
4. Ricevitori adattativi ed equalizzazione di canale
 - L'equalizzatore a linea di ritardo
 - L'algoritmo del gradiente

Programma delle esercitazioni in aula

A conclusione di ogni argomento significativo, verranno assegnati agli studenti dei compiti a casa, consistenti nella soluzione di problemi proposti nel libro di testo. Le soluzioni verranno ritirate, in media una settimana dopo l'assegnazione, e saranno corrette da studenti-borsisti. Le esercitazioni consisteranno essenzialmente nella correzione in classe degli esercizi proposti.

Testi di riferimento

S. Benedetto e altri, "*Digital Transmission Systems*", Prentice Hall, 1987

Il libro è stato anche tradotto in italiano e pubblicato dalla Editoriale Jackson con il titolo: "*Teoria della trasmissione numerica*".

Modalità d'esame

La valutazione finale del corso viene fatta con le seguenti regole:

1. un compito scritto proposto a conclusione della prima parte del corso sulla codificazione di canale (35%)
2. un lavoro di gruppo (1-2 persone) (o tesina) consistente nella ricerca, lettura, comprensione, eventuali arricchimenti personali, di articoli (in inglese) su di un argomento specifico, con presentazione pubblica mediante lucidi di una sintesi personale (35%)
3. un'interrogazione orale sulla parte di corso non inclusa nel compito scritto e nel lavoro di gruppo (20%)
4. la correzione dei compiti a casa (10%)

Modalità di contatto con il docente

- S. Benedetto: Dip. di Elettronica Tel. 564.4031
- Orario di ricevimento studenti:
 - Lunedì: 14.30-16.30

INDICI

INDICE GENERALE

INTRODUZIONE.....	3
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA	5
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA	21
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI.....	35
ELENCO GENERALE DEI CORSI	43
ACUSTICA APPLICATA.....	45
ANALISI FUNZIONALE	46
ANALISI MATEMATICA I.....	49
ANALISI MATEMATICA II	51
ANALISI MATEMATICA III (R)	53
ANTENNE	55
ARCHITETTURA DEI SISTEMI INTEGRATI.....	57
AUTOMAZIONE A FLUIDO.....	59
AUTOMAZIONE INDUSTRIALE.....	60
AZIONAMENTI ELETTRICI PER L' AUTOMAZIONE.....	62
BASI DI DATI	64
BIOMECCANICA	67
CALCOLATORI ELETTRONICI	69
CALCOLO DELLE PROBABILITÀ	71
CALCOLO DELLE PROBABILITÀ (R).....	72
CALCOLO NUMERICO.....	73
CALCOLO NUMERICO (R)	75
CAMPI ELETTROMAGNETICI I (ELN).....	77
CAMPI ELETTROMAGNETICI I (TLC).....	79
CAMPI ELETTROMAGNETICI II (ELN)	81
CAMPI ELETTROMAGNETICI II (TLC)	83
CHIMICA.....	85

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

COMPATIBILITÀ ELETTRIMAGNETICA	88
COMPONENTI E CIRCUITI OTTICI.....	90
COMUNICAZIONI ELETTRICHE (GEN).....	92
COMUNICAZIONI ELETTRICHE (SPEC).....	93
CONTROLLI AUTOMATICI (GEN) (ELN/TLC).....	94
CONTROLLI AUTOMATICI (GEN) (INF).....	96
CONTROLLI AUTOMATICI (SPEC).....	98
CONTROLLO DEI PROCESSI.....	100
CONSTRUZIONI BIOMECCANICHE	102
CONTROLLO DIGITALE	103
DISPOSITIVI ELETTRONICI I	105
ECONOMIA E GESTIONE DEI SERVIZI.....	108
ECONOMIA E GESTIONE DELL'INNOVAZIONE.....	109
ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE	110
ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE I	111
ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE II.....	112
ELABORAZIONE DATI E SEGNALI BIOMEDICI.....	113
ELABORAZIONE NUMERICA DEI SEGNALI	116
ELETTRONICA APPLICATA (ELN).....	118
ELETTRONICA APPLICATA I (INF).....	121
ELETTRONICA APPLICATA II	123
ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI.....	125
ELETTRONICA DELLE MICROONDE.....	126
ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI.....	128
ELETTRONICA DI POTENZA	130
ELETTRONICA INDUSTRIALE DI POTENZA	133
ELETTROTECNICA (ELN).....	135
ELETTROTECNICA (INF).....	138
FISICA I	141

FISICA II	144
FISICA DEI LASER	147
FISICA DELLE SUPERFICI (R)	148
FISICA DELLO STATO SOLIDO	149
FISICA MATEMATICA	151
FONDAMENTI DELLA MISURAZIONE E METROLOGIA GENERALE ELETTRICA	153
FONDAMENTI DI INFORMATICA I	154
FONDAMENTI DI INFORMATICA II, SISTEMI INFORMATIVI I (TLC)	157
GEOMETRIA	159
ILLUMINOTECNICA	161
INFORMATICA GRAFICA	162
INGEGNERIA DEL SOFTWARE I	163
INGEGNERIA DEL SOFTWARE II	165
INTELLIGENZA ARTIFICIALE	167
ISTITUZIONI DI ECONOMIA	169
ISTITUZIONI DI MECCANICA QUANTISTICA	170
LINGUAGGI E TRADUTTORI	172
MACCHINE	174
MACCHINE ELETTRICHE	175
MECCANICA ANALITICA	178
MECCANICA APPLICATA ALLE MACCHINE (R)	180
MECCANICA DEL VOLO	182
MECCANICA STATISTICA	183
METODI DI OTTIMIZZAZIONE NEI SISTEMI DI CONTROLLO	185
MICROELETTRONICA (ELN/INF)	187
MICROELETTRONICA (TLC)	189
MICROONDE	190
MISURE A IPERFREQUENZE	192
MISURE ELETTRONICHE	194

GUIDA AI CORSI DI LAUREA

MISURE PER L' AUTOMAZIONE E LA PRODUZIONE INDUSTRIALE	195
MISURE SU SISTEMI DI TRASMISSIONE E TELEMISURE	197
MODELLISTICA E IDENTIFICAZIONE.....	198
OTTIMIZZAZIONE.....	199
OPTOELETTRONICA	201
PROPAGAZIONE	203
RETI DI CALCOLATORI I	205
RETI DI CALCOLATORI II.....	207
RETI DI TELECOMUNICAZIONI I	209
RETI DI TELECOMUNICAZIONI II.....	212
RETI LOGICHE (ELN).....	214
RETI LOGICHE (INF)	217
RICERCA OPERATIVA	219
ROBOTICA INDUSTRIALE.....	221
SCIENZE E TECNOLOGIA DEI MATERIALI POLIMERICI	224
SENSORI E TRASDUTTORI.....	225
SISTEMI DI ANALISI FINANZIARIA.....	226
SISTEMI DI COMMUTAZIONE	227
SISTEMI DI ELABORAZIONE I.....	228
SISTEMI DI ELABORAZIONE II.....	230
SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE I.....	232
SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE II	234
SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE	235
SISTEMI ENERGETICI (R)	238
SISTEMI INFORMATIVI (INF)	239
SISTEMI INFORMATIVI I (ELN)	241
SISTEMI INFORMATIVI I (TLC).....	243
SISTEMI INFORMATIVI II	244
SISTEMI OPERATIVI.....	246

INDICE GENERALE

SISTEMI PER LA PROGETTAZIONE AUTOMATICA	248
STRUMENTAZIONE BIOMEDICA	250
STRUMENTAZIONE E MISURE ELETTRONICHE	251
STRUTTURA DELLA MATERIA (SPERIMENTALE)	253
SUPERCONDUTTIVITÀ (R)	255
TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA I	256
TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA II	258
TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA	259
TEORIA DEI CIRCUITI	262
TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI	265
TEORIA DEI SEGNALI I	268
TEORIA DEI SEGNALI II	271
TEORIA DEI SISTEMI (CONTINUI)	273
TEORIA DEI SISTEMI (DISCRETI)	274
TEORIA DELL'INFORMAZIONE E CODICI	276
TERMODINAMICA APPLICATA (R)	277
TRASMISSIONE NUMERICA	279
INDICI	281
INDICE GENERALE	283
INDICE DEI CODICI	288
INDICE DEI DOCENTI	290

INDICE DEI CODICI

<p>B</p> <p>B3300 182</p> <p>E</p> <p>E1994 148 E4680 224 E5341 253</p> <p>F</p> <p>F0030 45 F0231 49 F0232 51 F0270 55 F0410 64 F0490 71 F0514 75 F0531 79 F0532 83 F0620 85 F0760 88 F0770 90 F0800 93 F0840 94 F1530 110 F1590 116 F1740 128 F1901 141 F1902 144 F1940 147 F2170 154 F2300 159 F2560 161 F3040 169 F3050 170 F3214 180 F3560 189 F3570 190 F3700 197 F3850 199 F4360 203 F4531 209 F4532 212 F4550 219 F4840 226 F4850 227 F4901 232 F4902 234 F4920 235 F5004 238 F5011 157 F5012 244 F5750 259 F5760 262 F5801 268</p>	<p>F5802 271 F5870 276 F5954 277 F6040 279</p> <p>H</p> <p>H3110 174</p> <p>L</p> <p>L0220 46 L0231 49 L0232 51 L0234 53 L0270 55 L0300 57 L0370 60 L0494 72 L0510 73 L0531 77 L0532 81 L0620 85 L0760 88 L0770 90 L0801 92 L0802 93 L0840 94 L0842 98 L0850 100 L0870 103 L1441 105 L1500 108 L1510 109 L1530 110 L1531 111 L1532 112 L1570 113 L1590 116 L1710 118 L1730 125 L1740 128 L1760 130 L1770 133 L1790 135 L1901 141 L1902 144 L1940 147 L2000 149 L2030 151 L2150 153 L2170 154 L2300 159 L2850 162 L2941 163 L3050 170 L3130 175</p>
--	--

INDICE DEI CODICI

L3200.....	178
L3214.....	180
L3460.....	185
L3560.....	187
L3570.....	190
L3620.....	192
L3670.....	194
L3700.....	197
L3800.....	198
L3850.....	199
L3870.....	201
L4360.....	203
L4540.....	214
L4550.....	219
L4580.....	221
L4700.....	225
L4901.....	232
L4902.....	234
L4920.....	235
L5011.....	241
L5012.....	244
L5240.....	250
L5260.....	251
L5404.....	255
L5691.....	256
L5692.....	258
L5750.....	259
L5770.....	265
L5801.....	268
L5802.....	271
L5811.....	273
L5812.....	274
L5870.....	276
L5954.....	277
L6120.....	126

N

N0231.....	49
N0232.....	51
N0370.....	60
N0390.....	62
N0410.....	64
N0460.....	69
N0494.....	72
N0620.....	85
N0801.....	92
N0802.....	93
N0841.....	96
N0842.....	98

N0850.....	100
N0870.....	103
N1510.....	109
N1530.....	110
N1531.....	111
N1532.....	112
N1711.....	121
N1712.....	123
N1790.....	138
N1901.....	141
N1902.....	144
N2171.....	154
N2172.....	157
N2300.....	159
N2850.....	162
N2942.....	165
N3000.....	167
N3070.....	172
N3214.....	180
N3460.....	185
N3560.....	187
N3690.....	195
N3800.....	198
N4521.....	205
N4522.....	207
N4540.....	217
N4550.....	219
N4580.....	221
N4850.....	227
N4881.....	228
N4882.....	230
N5004.....	238
N5010.....	239
N5030.....	246
N5050.....	248
N5801.....	268
N5811.....	273
N5812.....	274
N5954.....	277

P

P0350.....	59
P0450.....	67
P1040.....	102

Q

Q3390.....	183
------------	-----

INDICE DEI DOCENTI

A		G	
Ajmone Marsan, Marco	209, 212	Gai, Silvano	207
Albertengo, Guido	92, 227	Gilli, Luigi	214
Angelini, Emma	85	Giordana, Marco	121
Arri, Ernesto	153	Graglia, Roberto	135
Ascoli, Renato	49	Gregoretti, Francesco	187
B		J	
Bacciotti, Andrea	51	Jaccheri, Maria Letizia	165
Baratella, Paola	73	K	
Barbero, Giovanni	141	Knaflitz, Marco	113
Bava, Gian Paolo	190	L	
Beccari, Claudio	265	Laface, Pietro	154, 246
Belforte, Guido	59	Laurentini, Aldo	162, 241
Bellomo, Nicola	151	Leschiutta, Sigfrido	194, 197
Benedetto, Sergio	279	Lo Presti, Letizia	268, 271
Biey, Mario	262	M	
Biglieri, Ezio	116	Maddaleno, Franco	118, 130
Bignardi, Cristina	67	Maio, Ivan	138
Boglietti, Aldo	175	Masero, Marco	277
Boieri, Paolo	51	Mauro, Vito	198
Bona, Basilio	221	Mazza, Augusto	161
Bonzani, Ida	178	Mazza, Daniele	85
Borello, Ottavia	141	Menga, Giuseppe	98
Bruno, Giorgio	163	Meo, Angelo Raffaele	230
Buzano, Carla	170	Merletti, Roberto	250
C		Mezzalama, Marco	228
Calderale, Pasquale	102	Milanese, Mario	273
Campanaro, Paolo	174	Minetti, Bruno	144
Camurati, Paolo	157	Mittica, Antonio	238
Canavero, Flavio	88	Monegato, Giovanni	73, 75
Canuto, Enrico	94	Montrosset, Ivo	105
Carlucci, Donato	100	Montuschi, Paolo	241
Chiadò Piat, Valeria	46, 51	N	
Ciminiera, Luigi	205	Naldi, Carlo	105, 126
Civera, Pierluigi	57, 265	Nano, Ermanno	232
D		O	
Daniele, Vito	135	Olla, Stefano	72
De Marchi, Andrea	194, 225	Omini, Marco	144
De Matteis, Guido	182	Orefice, Mario	55
Del Corso, Dante	128	Orta, Renato	77, 90
Delmastro, Alessandro	85	P	
Demartini, Claudio	64	Pasero, Eros	125
Donati, Francesco	60	Pent, Mario	235
E		Perona, Giovanni	203, 259
Elia, Michele	276	Piccolo, Elio	154, 167
F		Pisani, Umberto	192, 251
Ferraresi, Carlo	180	Pistone, Giovanni	71
Ferraris, Franco	195		
Fiorio, Giovanni	96, 185		

INDICE DEI DOCENTI

Pozzolo, Vincenzo	118
Prinetto, Paolo	217, 248
Priola, Aldo	224

R

Raparelli, Terenziano	180
Rasetti, Mario	183, 255
Ricci, Fulvio	49
Ricciardi, Mariano	239
Rivoira, Silvano	172

S

Sacchi, Alfredo	45
Sansòè, Claudio	189
Serra, Angelo	244
Sonza Reorda, Matteo	69
Strigazzi, Alfredo	141

T

Tabacco, Anita	49
Tadei, Roberto	199, 219, 274
Tagliaferro, Alberto	149
Teppati, Giancarlo	53
Tresso, Elena	148

V

Vadacchino, Mario	147
Vagati, Alfredo	62
Valenzano, Adriano	154
Vallauri, Maurizio	103
Vecchi, Giuseppe	77, 83
Villata, Franco	133

Z

Zamboni, Maurizio	123
Zich, Rodolfo	79