

POLITECNICO
DI TORINO

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SEDI DI TORINO E DI MONDOVÌ

GUIDA DELLO STUDENTE

MANIFESTO DEGLI STUDI
GUIDA AI PROGRAMMI
ANNO ACCADEMICO 1999/2000

A CURA DEL SERVIZIO STUDENTI

PROPRIETÀ LETTERARIA RISERVATA

Stampato dalla AGIT Beinasco (To)
nel mese di Giugno 1999

AGLI STUDENTI

La Guida dello Studente - Manifesto degli Studi *è uno strumento di consultazione e di orientamento per un corretto disbrigo di tutte le pratiche amministrative.*

Gli studenti sono invitati ad attenersi, nel loro interesse, a tutte le disposizioni in essa riportate.

È opportuno sottolineare che gli studenti hanno l'obbligo di conoscere le disposizioni legislative sull'istruzione universitaria che regolano gli atti della carriera scolastica.

Essi, inoltre, hanno l'obbligo di prendere visione degli avvisi affissi, di volta in volta, negli Albi Ufficiali del Politecnico, che hanno valore di notifica ufficiale (norme modificatrici, comunicazioni varie e date di scadenza non previste nella presente guida).

Gli uffici del Servizio Studenti non sono tenuti ad esplicare la propria attività né per posta né per telefono. Gli studenti sono quindi invitati ad istruire personalmente le loro pratiche presso gli sportelli del Servizio stesso oppure, ove previsto, presso i terminali self-service.

Lo studente che frequenta l'Ateneo deve portare sempre con sé il **libretto universitario** *e la* **tessera universitaria**.

Tutti gli studenti possono ritirare, gratuitamente, presso il Servizio Studenti, la Guida dello Studente - Manifesto degli Studi *e la* guida ai Programmi dei Corsi.

L'UNIVERSITÀ ITALIANA STA CAMBIANDO

Le Università italiane stanno realizzando una profonda trasformazione dei percorsi di studio offerti ai giovani, con diversi scopi:

- permettere agli studenti di terminare gli studi in un tempo vicino a quella che è la durata ufficiale prevista: per questo si stanno rivedendo i contenuti delle singole materie di insegnamento;
- dare una formazione che faciliti l'inserimento nell'attività lavorativa; a differenza di quanto avveniva in passato, i nuovi corsi di studio sono oggi elaborati coinvolgendo il tessuto sociale circostante (organizzazioni imprenditoriali, enti locali, ecc.);
- permettere una maggior flessibilità nei progetti di studio, che renda possibile anche valorizzare esperienze e momenti formativi svolti fuori dalle università stesse (ad esempio con stages aziendali);
- favorire la mobilità internazionale sia degli studenti sia dei laureati/diplomati, e contribuire all'integrazione anche culturale dell'Europa: è stato concordato nel 1998, tra i principali paesi europei, uno schema di organizzazione dei corsi di studio universitari verso il quale i diversi paesi si sono impegnati a convergere.

Le innovazioni più profonde riguardano:

- l'introduzione, per tutti i corsi di studio, di titoli di due livelli;
- la struttura per moduli e crediti, che sposta l'attenzione dal lavoro del docente a quello dello studente;
- la tipologia di studente: si abbandona l'individuazione attuale degli studenti come regolari, ripetenti e fuori corso, mentre si introduce una nuova distinzione tra studente a tempo pieno e studente a tempo parziale;
- il percorso di studio a carico costante, con scelta del piano di studio effettuata di anno in anno in relazione ai diversi periodi didattici;
- la possibilità di frequentare solo alcuni insegnamenti o appositi programmi formativi, che non portano al conseguimento di un titolo universitario.

Una volta completata la fase di transizione, agli studenti verrà offerta un'università molto diversa da quella attuale, più flessibile e più attenta alle loro esigenze.

Una trasformazione così ampia dell'organizzazione didattica, dello sviluppo delle carriere, della composizione dei piani di studio non può essere realizzata d'un colpo solo, nello stesso momento per tutti.

Nell'anno accademico 1999/2000 cominceranno a prender corpo le prime riforme, all'interno del Politecnico. E' molto importante che tutti gli studenti siano consapevoli e aggiornati; per alcuni anni non si potrà più dare per scontato che le cose avvengano come nell'anno precedente. D'altra parte la disinformazione può anche portare come conseguenza a non saper sfruttare le nuove opportunità offerte.

Per questo raccomandiamo a tutti gli studenti di leggere con attenzione queste pagine introduttive, che prima delineano quale sarà la situazione finale (il punto d'arrivo), poi indicano le novità già vigenti per l'anno accademico 1999-2000.

La conoscenza di questa introduzione generale è necessaria per capire le singole disposizioni amministrative contenute nella parte successiva della Guida.

I TITOLI DI DUE LIVELLI

Il Politecnico di Torino, in accordo con il contesto europeo e con le riforme in corso in Italia, prevede un sistema di istruzione universitaria strutturato su 3 livelli.

La struttura dei corsi di studio che si sta delineando comporta un primo triennio corrispondente all'attuale diploma universitario, ricco di contenuti professionalizzanti e di esperienze aziendali, a conclusione del quale gli allievi possono entrare nel mondo del lavoro.

Questo primo triennio può avere nella sua parte conclusiva un taglio differente con un approfondimento degli aspetti teorici delle varie discipline: esso verrà seguito dagli allievi intenzionati a proseguire gli studi universitari per altri due anni fino al conseguimento del titolo di secondo livello, corrispondente all'attuale laurea.

Sarà in ogni caso possibile passare da un percorso formativo all'altro vedendosi riconosciute le competenze acquisite.

Concluso il ciclo biennale con il conseguimento del titolo di secondo livello gli allievi che intendono approfondire gli studi, avendo attitudine all'attività di ricerca scientifica, potranno acquisire, dopo ulteriori tre anni di formazione universitaria, il titolo di dottore di ricerca, come già avviene da circa un decennio.

La novità più rilevante del nuovo ordinamento è rappresentata dall'organizzazione dei classici 5 anni dei precedenti corsi di laurea in Ingegneria o Architettura in modo che al termine dei primi 3 anni si consegua in ogni caso un titolo di I livello, mentre al termine dei due anni successivi si conseguirà il titolo di II livello.

È da notare che la terminologia che sarà usata per questi titoli non è ancora formalmente deliberata, anche se i documenti ministeriali prospettano l'adozione del termine "laurea" per il titolo di primo livello e "laurea specialistica" per quello di secondo livello.

Sinora i percorsi formativi per il conseguimento del diploma universitario e della laurea erano distinti ("in parallelo") e quindi lo studente doveva scegliere sin dall'inizio un tipo di studio o l'altro, pur essendo previste possibilità di spostamenti successivi. Le nuove indicazioni ministeriali prevedono per un futuro molto prossimo un sistema di istruzione universitaria strutturato su due livelli in tutto o in parte "in serie", come avviene generalmente negli altri paesi europei. In futuro coloro che intenderanno conseguire un titolo di secondo livello dovranno aver prima ottenuto quello di primo livello.

Un grande vantaggio offerto da questa nuova organizzazione degli studi consiste nel fatto che lo studente non è costretto a scegliere subito il tipo di studi che fa per lui: il primo anno o anche i primi due anni di studio possono servire per capire meglio le proprie attitudini, valutare il proprio successo ed effettuare quindi una scelta più meditata, con la garanzia che in ogni caso si conseguirà un titolo universitario. Questa riforma mira anche ad abbattere l'elevato numero di abbandoni degli studi oggi presenti durante i primi anni.

DAI CORSI (O ANNUALITÀ) AI CREDITI

Un altro aspetto innovativo concerne le modalità con cui viene organizzata l'attività didattica. Il riferimento non sarà più, come avviene attualmente, la materia di cui occorre superare l'esame, il cui peso (annuale o ridotto) era misurato sulle ore di lezione tenute dal docente, ma il credito didattico. L'università italiana si accinge a utilizzare tale parametro europeo che fa riferimento al carico di studio così come viene percepito dall'allievo. Per gli studi politecnici un credito didattico corrisponde per un allievo di medie capacità a trenta ore circa di attività didattica comprensive delle ore di lezione, di esercitazione, di laboratorio e di studio individuale.

Gli accertamenti e gli esami riguarderanno moduli costituiti da un numero di crediti molto variabile; gli allievi dovranno acquisirne mediamente sessanta in ciascun anno di studio.

Aumenta la possibilità di combinare in modo più articolato le diverse materie: di un vecchio corso annuale, diviso supponiamo in tre moduli, sarà possibile scegliere solo un modulo o due.

Vi saranno moduli obbligatori e moduli facoltativi, e saranno previste precedenze.

Alcuni crediti potranno essere dati anche per attività non tradizionali, quali partecipazione a corsi non universitari, stage in azienda, ecc.

LE NUOVE TIPOLOGIE DI STUDENTE, A TEMPO PIENO E A TEMPO PARZIALE

L'attuale organizzazione degli studi universitari è fatta solo per giovani che, terminata la scuola secondaria superiore, decidono di dedicare alcuni anni esclusivamente al conseguimento di un titolo universitario. In realtà così non dovrebbe essere e così non è negli altri paesi europei e nordamericani; le leggi emanate dal Parlamento italiano nell'ultimo decennio attribuiscono all'università anche altri compiti formativi, che esse possono svolgere da sole, stipulando accordi con altre istituzioni, o creando appositi consorzi. Si tratta di utilizzare al meglio le competenze presenti nelle università per renderle disponibili verso tutti coloro che hanno necessità di migliorare le proprie conoscenze, quindi anche persone che già lavorano, che debbono o vogliono approfondire solo alcuni specifici aspetti, ecc.

In ogni caso dovrebbe essere possibile conseguire un titolo universitario con tempi e modalità di studio che il singolo studente progetta secondo le sue personali esigenze.

Da qui è nata l'esigenza di prevedere tipologie di studenti diverse dal passato: mentre non avrà più importanza catalogare gli studenti come regolari, ripetenti o fuori corso, sarà opportuno distinguere tra studente a tempo pieno e studente a tempo parziale, prevedendo per le due figure un diverso rapporto "contrattuale" con l'ateneo.

Lo studente a tempo pieno è quello che presenta per ogni anno accademico un piano di studio che, nel rispetto dei criteri definiti dalla Facoltà, preveda da un minimo di 50 ad un massino di 80 crediti, mentre lo studente a tempo parziale si iscrive solo ad alcuni corsi (con un minimo di 20 crediti), o perché non è interessato a conseguire il titolo accademico o perché desidera conseguirlo in tempi più lunghi, potendo dedicare allo studio solo una parte del suo tempo.

Questa possibilità offrirà da subito concrete opportunità a quegli studenti che non possono frequentare e sostenere gli esami di un intero anno, ad esempio perché svolgono il servizio militare o civile durante un semestre: essi potranno scegliere, se lo vorranno il regime di part-time, prevedendo per l'anno accademico solo la frequenza e il sostenimento di alcuni esami da loro indicati.

Lo studente part-time è soggetto ad un diverso regime di diritti e doveri: il sistema di tassazione è rapportato ai corsi che sceglie per quell'anno, ma non accede ad alcuni benefici che sono per loro natura destinati a sostenere lo studente a tempo pieno, come la possibilità di svolgere collaborazioni lavorative retribuite all'interno dell'ateneo.

IL PIANO DI STUDIO ANNUALE, A CARICO COSTANTE

Una delle anomalie dell'università italiana attuale è la presenza di un elevato numero di studenti fuori corso, e la presenza di studenti che frequentano gli insegnamenti di un anno di corso mentre preparano esami di corsi seguiti negli anni precedenti: questo crea un circolo vizioso, per cui ogni ritardo diventa un moltiplicatore di ritardi successivi. All'opposto, con le attuali norme sui piani di studio può anche capitare che per un determinato anno uno studente possa sostenere un limitato numero di esami, inferiore alle sue reali capacità.

Con la nuova organizzazione didattica che si sta delineando, per ogni anno accademico lo studente presenta un suo piano di studi che dovrà comprendere i corsi previsti per l'anno precedente e non ancora superati, più altri da lui scelti nel rispetto delle precedenze e delle obbligatorietà decise dalla Facoltà, fino ad un limite massimo di 80 crediti.

In questo modo lo studente avanza da un anno accademico all'altro con un carico di studio costante e sarà dichiarato iscritto per quel determinato anno accademico come studente a tempo pieno o a tempo parziale, senza altre indicazioni.

I CAMBIAMENTI IN ATTO AL POLITECNICO NELL'ANNO ACCADEMICO 1999-2000

Il quadro prima descritto è nel suo insieme coerente e, come si è detto, porterà ad avere, tra pochi anni, un Politecnico molto diverso da quello di oggi. Le innovazioni saranno introdotte con gradualità, nell'arco di due o tre anni, e quindi per l'anno accademico 1999-2000 la situazione si presenta piuttosto variegata. Alcune innovazioni sono introdotte sperimentalmente ed è quindi possibile che vengano ancora in parte modificate negli anni successivi.

Le diverse Facoltà del Politecnico di Torino hanno infatti effettuato differenti scelte per l'avvio del nuovo sistema di studi universitari.

La 2ª Facoltà di Ingegneria di Vercelli ha scelto di riorganizzare i propri corsi prevedendo per gli studenti del primo anno una riforma quasi completa, organizzando i quattro corsi di studio nei due livelli successivi, articolando la didattica in moduli e

crediti e modificando il calendario e le regole per il sostenimento degli esami. Per gli studenti che si iscrivono al 2° anno o successivi restano invece per ora valide le regole precedenti.

La 1ª Facoltà di Ingegneria ha effettuato scelte diversificate per i diversi corsi di laurea o diploma:

- i corsi di nuova istituzione (Ingegneria dell'autoveicolo e Matematica per le scienze dell'ingegneria) sono strutturati nei due livelli successivi, e la didattica è strutturata in moduli e crediti;
- i corsi di laurea del settore dell'informazione restano organizzati su un percorso quinquennale ma la didattica è strutturata in moduli e crediti;
- presso la sede di Alessandria viene istituito il Corso di Diploma Universitario in Ingegneria delle Materie Plastiche che come i corsi di diploma precedentemente attivati è organizzato per crediti, in modo tale da permettere il proseguimento per il titolo di secondo livello;
- gli altri corsi di laurea e di diploma mantengono l'organizzazione degli scorsi anni;
- per tutti il calendario scolastico prevede una nuova e più netta distinzione dei periodi dedicati alle lezioni, agli eventuali accertamenti e agli esami.

La Facoltà di Architettura trasforma il corso di Diploma in Disegno Industriale in un corso di studio a due livelli: ciò significa che agli studenti che si immatricoleranno nel 1999-2000 al corso di Disegno Industriale è garantita la possibilità di proseguire gli studi per raggiungere il titolo di secondo livello (oggi denominato laurea) con altri due anni di studio dopo ottenuto il titolo di primo livello (oggi denominato Diploma).

Inoltre resta confermata l'organizzazione per crediti del corso di laurea in Storia e conservazione dei beni architettonici e ambientali, come peraltro è già stato per l'anno 1998/99.

Nell'a.a. 1999/2000 è prevista l'attivazione della Facoltà di Ingegneria dell'Informazione che assorbirà i corsi del Settore dell'Informazione attualmente afferenti alla 1ª Facoltà di Ingegneria.

Gli studenti iscritti ai corsi di laurea del Settore dell'Informazione sono particolarmente interessati dalle novità appena descritte, in quanto il Consiglio di Settore ha riorganizzato per moduli e crediti la didattica relativa a tutti gli anni di corso, a partire dall'a.a. 1999/2000. Gli studenti devono prestare la massima attenzione a quanto indicato nel capitolo Piani di Studio e rispettare le indicazioni.

Il quadro complessivo dei corsi di studio offerti dal Politecnico nell'anno accademico 1999-2000 è il seguente.

L'offerta formativa del Politecnico di Torino

Il Politecnico di Torino comprende la Facoltà di Architettura e le Facoltà di Ingegneria e conferisce i titoli accademici di seguito indicati:

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Corsi attivati a Torino

- Laurea in Architettura
- Laurea in Storia e Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali
- Diploma Universitario in Edilizia
- Diploma Universitario in Disegno Industriale
- Diploma Universitario in Sistemi Informativi Territoriali
- Diploma Universitario in Tecniche e Arti della Stampa

Corso attivato a Mondovì

- Laurea in Architettura

Corso attivato a distanza

- Diploma Universitario in Sistemi Informativi Territoriali

Corsi con cui si consegue il titolo di I e II livello (strutturato in serie)

- Disegno Industriale

I FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corsi attivati a Torino

- Laurea in Ingegneria Aerospaziale
- Laurea in Ingegneria Astronautica (2ª laurea)
- Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
- Laurea in Ingegneria Chimica
- Laurea in Ingegneria Civile
- Laurea in Ingegneria Edile
- Laurea in Ingegneria Elettrica
- Laurea in Ingegneria Elettronica (*)
- Laurea in Ingegneria Gestionale
- Laurea in Ingegneria Informatica (*)
- Laurea in Ingegneria dei Materiali
- Laurea in Ingegneria Meccanica
- Laurea in Ingegneria Nucleare
- Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni (*)
- Diploma Universitario in Ingegneria Aerospaziale
- Diploma Universitario in Ingegneria dell'Ambiente e delle Risorse
- Diploma Universitario in Edilizia
- Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica (*)
- Diploma Universitario in Ingegneria delle Infrastrutture
- Diploma Universitario in Ingegneria Meccanica
- Diploma Universitario Europeo in Produzione Industriale

Corsi con cui si consegue il titolo di I e II livello (strutturato in serie) attivati a Torino

- Ingegneria dell'Autoveicolo
- Matematica per le Scienze dell'Ingegneria

Corsi attivati nelle sedi decentrate

Alessandria

- Diploma Universitario in Ingegneria Elettrica
- Diploma Universitario in Ingegneria Meccanica
- Diploma Universitario in Ingegneria delle Materie Plastiche

Aosta

- Diploma Universitario in Ingegneria delle Telecomunicazioni (*)

Biella

- Diploma Universitario in Ingegneria Chimica

Ivrea

- Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica (*)
- Diploma Universitario in Ingegneria Informatica (*)

Mondovì

- Biennio dei corsi di laurea attivati a Torino
- 5° anno del corso di laurea in Ingegneria Meccanica orientamento Agro-Alimentare
- Diploma Universitario in Ingegneria Meccanica
- Diploma Universitario bilingue (italiano/francese) in Ingegneria Meccanica
- Diploma Universitario bilingue (francese/italiano) in Ingegneria Logistica e della Produzione (Sophia Antipolis / Valbonne - France)

Corsi attivati a distanza

- Diploma Universitario in Ingegneria Informatica (poli tecnologici di Torino e Alessandria) (*)
- Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica (*)
- Diploma Universitario in Ingegneria Elettrica
- Diploma Universitario in Ingegneria Logistica e della Produzione
- Diploma Universitario in Ingegneria Meccanica
- Diploma Universitario in Ingegneria delle Telecomunicazioni (*)

II FACOLTÀ DI INGEGNERIA SEDE DI VERCELLI

Corsi con cui si consegue il titolo di I e II livello (strutturato in serie)

- Ingegneria Civile
- Ingegneria Elettronica
- Ingegneria Meccanica

Corso di Diploma Universitario

- Diploma Universitario in Ingegneria Energetica

(*) corsi che confluiranno nella Facoltà di Ingegneria dell'Informazione che sarà istituita per l'a.a. 1999/2000.

DURATA LEGALE DEGLI STUDI

I corsi di laurea hanno durata legale di 5 anni accademici ad eccezione del corso di laurea in Storia e Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali che ha una durata legale di 4 anni;
I corsi di diploma universitario hanno durata legale di 3 anni accademici.
I corsi attivati in serie prevedono un primo ciclo di 3 anni ed un secondo di 2 anni.

POST LAUREAM

Scuole di specializzazione con sede a Torino

- Motorizzazione
- Tecnologia, Architettura e Città nei Paesi in Via di Sviluppo
- Storia, Analisi e Valutazione dei Beni Architettonici e Ambientali

La durata legale dei corsi delle scuole di specializzazione è di 2 anni accademici.

Sono inoltre attivi presso questo Ateneo numerosi corsi di ***Dottorato di Ricerca*** e vengono attivati annualmente ***Seminari*** e ***Corsi di Perfezionamento***; per ulteriori informazioni si rimanda ad apposite pubblicazioni in distribuzione presso gli sportelli del Servizio Studenti.

ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE

Presso questo Ateneo è possibile sostenere l'esame di stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Architetto e di Ingegnere. Possono partecipare al concorso soltanto coloro che hanno conseguito la corrispondente laurea. Per ulteriori informazioni richiedere l'opuscolo *Esami di Stato*.

- Apertura del periodo unico per la presentazione dei piani di studio individuali e ufficiali — **1 luglio 1999**
- Apertura del periodo per le iscrizioni alla prova di ammissione al 1° anno — **26 luglio 1999**
- Termine per la presentazione dei piani di studio individuali e ufficiali — **30 luglio 1999**
- Apertura del periodo per le domande di trasferimento per altra sede e di cambio di Facoltà o di Corso di laurea o di indirizzo — **23 agosto 1999**
- Apertura del periodo per le iscrizioni ad anni successivi al primo — **23 agosto 1999**
- 3ª sessione ordinaria esami di profitto a.a. 1998/99 — **30 ago.-2 ott. 1999**
- Termine per le iscrizioni alla prova di ammissione al 1° anno — **3 settembre 1999**
- Prova di ammissione al 1° anno — **6 settembre 1999**
- Periodo per la presentazione delle domande di immatricolazione da parte di coloro che hanno sostenuto la prova di ammissione — **8-24 settembre 1999**
- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 3ª sessione 1° turno a.a. 1998/99 — **18 settembre 1999**
- Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 3ª sessione 1° turno a.a. 1998/99 — **23 settembre 1999**
- Chiusura del periodo per il cambiamento del Corso di laurea o di indirizzo — **24 settembre 1999**
- Chiusura del periodo per il passaggio interno di Facoltà — **24 settembre 1999**
- Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico per il primo anno di corso — **27 settembre 1999**
- Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico per gli anni di corso successivi al primo — **4 ottobre 1999**
- Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 3ª sessione 1° turno a.a. 1998/99 — **5 ottobre 1999**
- 3ª sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1998/99 — **11 – 15 ottobre 1999**
- Chiusura del periodo per la presentazione delle domande di iscrizione per gli anni successivi al primo — **29 ottobre 1999**
- Fine delle lezioni del 1° periodo didattico — **20 novembre 1999**
- 1ª sessione esami di profitto (moduli del 1° p.d.) — **22 nov.-4 dic. 1999**
- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 3ª sessione 2° turno a.a. 1998/99 — **27 novembre 1999**

Calendario accademico 1999/2000

■ Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 3ª sessione 2° turno a.a. 1998/99	**30 novembre 1999**
■ Termine per le iscrizioni in qualità di fuori corso	**30 novembre 1999**
■ Inizio delle lezioni del 2° periodo didattico	**6 dicembre 1999**
■ Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 3ª sessione 2° turno a.a. 1998/99	**9 dicembre 1999**
■ 3ª sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1998/99)	**13-17 dicembre 1999**
■ Vacanze natalizie	**23 dic. 99-8 gen. 2000**
■ Fine delle lezioni del 2° periodo didattico	**4 febbraio 2000**
■ 1ª sessione esami di profitto (moduli del 2° p.d.)	**5-19 febbraio 2000**
■ 1ª sessione esami di profitto (generale)	**21 feb.-11 mar. 2000**
■ Termine per il superamento esami per laurearsi nella 1ª sessione turno unico a.a. 1999/2000	**4 marzo 2000**
■ Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 1ª sessione turno unico a.a. 1999/2000	**8 marzo 2000**
■ Inizio delle lezioni del 3° periodo didattico	**13 marzo 2000**
■ Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 1ª sessione turno unico a.a. 1999/2000	**14 marzo 2000**
■ 1ª sessione esami di laurea turno unico a.a. 1999/2000	**20-24 marzo 2000**
■ Termine per il pagamento e la consegna della ricevuta della 2ª rata delle tasse e contributi	**31 marzo 2000**
■ Fine delle lezioni del 3° periodo didattico	**19 aprile 2000**
■ Vacanze pasquali	**20-26 aprile 2000**
■ 2ª sessione esami di profitto (moduli del 3° p.d.)	**27 apr.-6 mag. 2000**
■ Termine per il superamento esami per laurearsi nella 2ª sessione 1° turno a.a. 1999/2000	**6 maggio 2000**
■ Inizio delle lezioni del 4° periodo didattico	**8 maggio 2000**
■ Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 2ª sessione 1° turno a.a. 1999/2000	**11 maggio 2000**
■ Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 2ª sessione 1° turno a.a. 1999/2000	**18 maggio 2000**
■ 2ª sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000	**22-26 maggio 2000**
■ Fine delle lezioni del 4° periodo didattico	**23 giugno 2000**
■ Festività del Santo patrono	**24 giugno 2000**
■ 2ª sessione esami di profitto (moduli del 4° p.d.)	**26 giu.-8 lugl. 2000**
■ 2ª sessione esami di profitto (generale)	**10-29 luglio 2000**

- Termine per il superamento esami per laurearsi nella 2ª sessione 2° turno a.a. 1999/2000 — **15 luglio 2000**
- Termine per la presentazione delle domande di laurea corredate dei prescritti documenti per laurearsi nella 2ª sessione 2° turno a.a. 1999/2000 — **18 luglio 2000**
- Termine per la presentazione degli elaborati per laurearsi nella 2ª sessione 2° turno a.a. 1999/2000 — **21 luglio 2000**
- 2ª sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 — **24-28 luglio 2000**
- 3ª sessione esami di profitto (generale) — **da definire**
- 3ª sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000 — **da definire**
- 3ª sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 — **da definire**

RIEPILOGO CALENDARIO 1999/2000 PER ARGOMENTI:

Immatricolazioni

- Apertura del periodo per iscrizioni alla prova di ammissione al 1° anno — **26 luglio 1999**
- Termine per le iscrizioni alla prova di ammissione al 1° anno — **3 settembre 1999**
- Prova di ammissione al 1° anno — **6 settembre 1999**
- Periodo per la presentazione delle domande di immatricolazione da parte di coloro che hanno sostenuto la prova di ammissione — **8-24 settembre 1999**

Lezioni

- Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico per il primo anno di corso — **27 settembre 1999**
- Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico per gli anni di corso successivi al primo — **4 ottobre 1999**
- Fine delle lezioni del 1° periodo didattico — **20 novembre 1999**
- Inizio delle lezioni del 2° periodo didattico — **6 dicembre 1999**
- Fine delle lezioni del 2° periodo didattico — **4 febbraio 2000**
- Inizio delle lezioni del 3° periodo didattico — **13 marzo 2000**
- Finedelle lezioni del 3° periodo didattico — **19 aprile 2000**
- Inizio delle lezioni del 4° periodo didattico — **8 maggio 2000**
- Fine delle lezioni del 4° periodo didattico — **23 giugno 2000**

Sessioni di esame

- 3ª sessione ordinaria esami di profitto a.a. 1998/99 — **30 ago.-2 ott. 1999**
- 1ª sessione esami di profitto (moduli del 1° p.d.) — **22 nov.-4 dic. 1999**
- 1ª sessione esami di profitto (moduli del 2° p.d.) — **5-19 febbraio 2000**
- 1ª sessione esami di profitto (generale) — **21 feb.-11 mar. 2000**
- 2ª sessione esami di profitto (moduli del 3° p.d.) — **27 apr.-6 mag. 2000**
- 2ª sessione esami di profitto (moduli del 4° p.d.) — **26 giu.-8 lugl. 2000**
- 2ª sessione esami di profitto (generale) — **10-29 lugl. 2000**
- 3ª sessione esami di profitto (generale) — **da definire**

Sessioni di laurea

- 3ª sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1998/99 — **11-15 ottobre 1999**
- 3ª sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1998/99 — **13-17 dicembre 1999**
- 1ª sessione esami di laurea turno unico a.a. 1999/2000 — **20-24 marzo 2000**
- 2ª sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000 — **22-26 maggio 2000**
- 2ª sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 — **24-28 luglio 2000**
- 3ª sessione esami di laurea 1° turno a.a. 1999/2000 — **da definire**
- 3ª sessione esami di laurea 2° turno a.a. 1999/2000 — **da definire**

AMMISSIONE AL PRIMO ANNO

Gli aspiranti all'immatricolazione ad un Corso di Laurea del Politecnico devono *obbligatoriamente sostenere una prova di ammissione.*

Le iscrizioni alla prova di ammissione, che si terrà il 6 settembre 1999, potranno essere effettuate **a partire dal 26 di luglio e fino al 3 settembre 1999.**

Le modalità di iscrizione alla prova di ammissione e successivamente, di immatricolazione sono oggetto della *"Guida all'Immatricolazione"* in distribuzione presso il Servizio Studenti.

Nella stessa guida sono indicate le modalità di iscrizione di coloro che sono già in possesso di una laurea e che intendono iscriversi ad un corso di laurea o a un corso di diploma universitario.

Titoli di ammissione alla Facoltà di Ingegneria

Ai Corsi di Laurea della Facoltà di Ingegneria possono iscriversi, secondo quanto previsto dalla legge 11/12/1969 n. 910:

a) i diplomati degli istituti di istruzione secondaria di secondo grado di durata quinquennale;
b) i diplomati degli istituti magistrali e dei licei artistici che abbiano frequentato, con esito positivo, un corso annuale integrativo organizzato dai Provveditorati agli studi.

Gli studenti devono cioè avere un diploma di istruzione secondaria di secondo grado conseguito in otto anni (dopo le elementari), ovvero in cinque anni (dopo la scuola media inferiore).

Indipendentemente dal titolo di istruzione secondaria superiore posseduto, chiunque sia fornito di una laurea può iscriversi ad altro corso di laurea.

MODALITÀ D'ISCRIZIONE AD ANNI SUCCESSIVI AL PRIMO

Gli studenti che si iscrivono ad anni di corso successivi al primo, devono presentare alla Segreteria Studenti, nel periodo **23 agosto - 29 ottobre 1999**, i seguenti documenti:

a) domanda di iscrizione su modulo predisposto ed in distribuzione presso la Segreteria stessa;
b) quietanza comprovante l'avvenuto versamento della prima rata della tassa e del contributo d'iscrizione.

Il versamento può essere effettuato utilizzando il bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.

E' possibile procedere all'iscrizione anche presso i terminali self-service dislocati nelle varie sedi di Torino, Mondovì e Vercelli seguendo le seguenti istruzioni:

1. controllare la propria posizione di iscrizione e l'importo da pagare utilizzando la funzione self-service VERIFICA DI ISCRIVIBILITA'.

Pagando in posta:

2. ritirare il modulo di iscrizione e il bollettino postale presso la Segreteria Studenti e compilarli;
3. effettuare il pagamento alla posta usando il bollettino;
4. utilizzare la funzione self-service ISCRIZIONE seguendo le istruzioni e indicando, come modalità di pagamento, BOLLETTINO C/C postale;
5. imbucare la domanda di iscrizione compilata e la ricevuta del bollettino negli appositi contenitori (utilizzare le buste in distribuzione sui contenitori); conservare il promemoria che viene prodotto al termine dell'operazione self-service.

Per Mondovì e Vercelli rivolgersi alla segreteria locale.

Pagando con il BANCOMAT:

2. ritirare il modulo di iscrizione allo sportello distribuzione modulistica situato a fianco della Segreteria e compilarlo;
3. utilizzare la funzione self-service ISCRIZIONE seguendo le istruzioni e indicando come modalità di pagamento BANCOMAT;
4. imbucare la domanda di iscrizione compilata negli appositi contenitori (utilizzare le buste in distribuzione sui contenitori); conservare il promemoria che viene prodotto al termine dell'operazione self-service.

Iscrizione in qualità di studente regolare

Per iscriversi al 2° anno di corso, oltre ad aver acquisito tutte le attestazioni di frequenza, è indispensabile avere superato gli esami per almeno due insegnamenti del 1° anno di corso, secondo quanto di seguito specificato per ogni singolo corso di laurea:

- *Ingegneria Elettronica*: due esami fra: Analisi matematica I, Chimica, Geometria, Fisica generale I, Fondamenti di informatica.
- *Ingegneria Informatica*: due esami fra: Analisi matematica I, Chimica, Geometria, Fisica generale I, Fondamenti di informatica I.
- *Ingegneria delle Telecomunicazioni*: due esami fra: Analisi matematica I, Chimica, Geometria, Fisica generale I, Fondamenti di informatica.

Per iscriversi al 3° anno, oltre ad aver acquisito tutte le attestazioni di frequenza, è necessario aver superato gli esami corrispondenti a 7 annualità, di cui almeno 4 corrispondenti a insegnamenti del 1° anno.

Infine, per iscriversi al 4° e 5° anno non si deve essere in debito di esami, per insegnamenti di anni precedenti presenti sul proprio piano degli studi, corrispondenti a più di 7 annualità.

Iscrizione in qualità di studente ripetente

È tenuto all'iscrizione in qualità di ripetente lo studente che:

a) abbia terminato il corso degli studi senza aver ottenuto le attestazioni di frequenza per tutti gli insegnamenti previsti dal proprio piano degli studi;
b) abbia inserito nel proprio piano degli studi per un certo anno di corso un numero di insegnamenti superiore al massimo consentito dalla Facoltà.

Lo studente che viene a trovarsi in una delle condizioni di cui sopra, deve pertanto iscriversi come ripetente per gli insegnamenti mancanti di frequenza.

Chi si iscrive ripetente, deve presentare alla Segreteria, nel periodo **23 agosto - 29 ottobre 1999**, gli stessi documenti e pagare le stesse tasse degli studenti in corso (vedi modalità di iscrizione ad anni successivi al primo).

Iscrizione in qualità di studente fuori corso

Sono considerati fuori corso gli studenti che:

a) pur avendo i requisiti necessari per l'iscrizione in qualità di regolare o ripetente, non abbiano chiesto entro i termini previsti (29 ottobre) tale iscrizione;
b) non abbiano superato gli esami obbligatoriamente richiesti per il passaggio all'anno di corso successivo entro il 29 ottobre;
c) avendo seguito il proprio corso universitario per l'intera sua durata non abbiano superato tutti gli esami di profitto o l'esame di laurea.

Tali studenti non hanno ulteriori obblighi di iscrizione e di frequenza ai corsi che si riferiscono agli anni compiuti.

L'iscrizione fuori corso può essere effettuata nel periodo **23 agosto - 30 novembre 1999**, presentando gli stessi documenti degli studenti in corso (vedi modalità di iscrizione ad anni successivi al primo) e pagando le specifiche tasse previste. Gli studenti che abbiano presentato domanda per laurearsi nella sessione di dicembre e che per qualsiasi motivo non si siano laureati in tale sessione, possono presentare la domanda di iscrizione entro il 31 dicembre 1999.

Iscrizione in qualità di studente part-time

A partire dall'anno accademico 1999/2000 è data possibilità a qualsiasi studente di iscriversi "part-time". Tale condizione comporta, per studenti regolari o ripetenti, la frequenza e il sostenimento dell'esame per un numero limitato di insegnamenti, da concordare al momento dell'iscrizione. Per gli studenti fuori corso, che non hanno obblighi di frequenza, la condizione di studente "part-time" si concretizza nel solo sostenimento di un limitato numero di esami.

L'importo dovuto per l'iscrizione "part-time" è di L. 300.000 fisse più L. 200.000 per ciascun insegnamento di cui si richiede la frequenza o il sostenimento dell'esame.

Agli studenti "part-time" non è concesso il beneficio dell'esonero, anche parziale, dal pagamento delle tasse.

Iscrizione di laureati a singoli insegnamenti

Per esigenze curricolari, concorsuali, di aggiornamento e di riqualificazione professionale è possibile, per chi sia già in possesso di un titolo di laurea o di diploma universitario, iscriversi ad un singolo insegnamento.

La domanda di iscrizione deve essere presentata agli sportelli della Segreteria Studenti prima dell'inizio delle lezioni relative al corso prescelto.

L'importo dovuto per l'iscrizione è di L. 300.000 fisse più L. 200.000 per ogni insegnamento che si intende frequentare.

Al termine della frequenza è previsto il sostenimento dell'esame di profitto.

La Segreteria Studenti rilascia la certificazione finale della frequenza al corso e del superamento del relativo esame di profitto.

TASSA E CONTRIBUTO D'ISCRIZIONE

L'iscrizione al Politecnico comporta il versamento di una somma massima annua complessiva di L. 2.000.000 per gli studenti in corso o ripetenti e di L. 1.230.000 per gli studenti fuori corso. Gli studenti che si iscrivono fuori corso oltre la terza volta anche non consecutiva, pagano un importo fisso di tassa e contributo di L. 1.120.000.

A partire dall'anno accademico 1999/2000 è disponibile l'opzione di iscrizione in qualità di studente "part-time": per informazioni sull'importo delle tasse e contributi da versare occorre fare riferimento al capitolo pubblicato alla pagina precedente "Iscrizione in qualità di studente part-time".

Tali importi comprendono alcune quote incassate dal Politecnico per conto di altri Enti e successivamente trasferite rispettivamente a:

- **Ente Regionale per il Diritto allo Studio**
  Tassa regionale per il Diritto allo Studio, di L. 170.000
  La tassa è prevista per Legge.
- **Ministero delle Finanze**
  Imposta di bollo, di L. 20.000
  L'acquisizione della quota relativa alla marca da bollo è autorizzata dal Ministero delle Finanze e permette l'assolvimento virtuale, evitando allo studente l'applicazione del bollo sulla domanda di iscrizione.
- **Compagnia Assicuratrice**
  L'amministrazione del Politecnico stipula una assicurazione contro il rischio di infortuni, a carico degli studenti, il cui costo (ancora da precisare per l'a.a. 1999/2000) è di circa L. 10.000 l'anno.

Per gli studenti a tempo pieno è prevista la possibilità di ottenere riduzioni in base alle condizioni economiche della famiglia, fino ad una tassa di iscrizione minima di L. 460.000 annue, presentando domanda e autocertificazione della condizione di redditi e patrimoni di tutti i familiari dello studente.

Le norme che regolano la possibilità di ottenere una tassazione ridotta sono pubblicate annualmente in un apposito regolamento, in distribuzione nel corso del mese di aprile. Per poter ottenere le riduzioni devono essere rispettate rigorosamente le scadenze e le procedure previste.

A partire dal secondo anno di iscrizione al Politecnico si possono ottenere riduzioni anche sulla base del merito scolastico conseguito nell'anno precedente.

L'importo complessivo annuale dovuto per tassa e contributo deve essere pagato in due rate (una al momento dell'iscrizione ed una entro il mese di marzo) da parte degli studenti regolari e ripetenti ed in unica soluzione, al momento dell'iscrizione, da parte degli studenti fuori corso e di quelli part-time.

AVVERTENZA

Lo studente è tenuto a consegnare alla Segreteria Studenti le quietanze relative ai pagamenti delle tasse di iscrizione entro i termini previsti per il versamento. Se il versamento e/o consegna vengono effettuati oltre i termini e sono accettati dalla Segreteria lo studente è tenuto al pagamento di un contributo di mora di L. 100.000.
In via eccezionale, previa autorizzazione del Rettore, gli studenti che non hanno effettuato l'iscrizione in qualità di fuori corso entro le scadenze stabilite potranno procedere alla stessa previo pagamento, oltre che della tassa e del contributo di iscrizione, della somma di L. 300.000 (mora).

INIZIO DELLE LEZIONI

Le lezioni iniziano, per il primo anno di corso, il **27 settembre 1999**, per gli anni successivi il **4 ottobre 1999**.

Gli studenti devono prendere visione degli orari ufficiali dei corsi direttamente presso la bacheca della Presidenza e della sede decentrata.

ISCRIZIONE AGLI INSEGNAMENTI

Gli studenti, per ogni periodo didattico, vengono iscritti d'ufficio agli insegnamenti previsti dal proprio piano di studio per l'anno di corso cui sono iscritti.

La Segreteria studenti dopo l'inizio del periodo didattico rende disponibili ad ogni docente l'elenco degli iscritti ai rispettivi corsi.

Al termine del periodo didattico il docente ufficiale del corso invia alla Segreteria studenti i nominativi degli allievi cui non ritiene di dover concedere l'attestazione di frequenza.

FREQUENZA

La frequenza ai corsi è obbligatoria. Essa viene accertata da ciascun docente secondo modalità concordate con il proprio Consiglio di Corso di Laurea o di Settore.

ESAMI DI PROFITTO

Per essere ammesso agli esami di profitto lo studente deve aver preso iscrizione ai corrispondenti insegnamenti e aver ottenuto le relative attestazioni di frequenza. Deve, inoltre, essere in regola con il pagamento delle tasse e dei contributi prescritti sino a tutto l'anno accademico nel quale chiede di sostenere gli esami.

Chi intende sostenere esami di profitto deve, contestualmente alla domanda di iscrizione ad un anno di corso, chiedere di poter sostenere, nelle sessioni dell'anno accademico, gli esami degli insegnamenti previsti dal piano di studio per i quali ***avrà ottenuto*** l'attestazione di frequenza.

I relativi statini d'esame possono essere richiesti direttamente ai terminali "self-service" del Servizio Studenti decentrati nell'Ateneo, a cui si accede con la tessera magnetica in dotazione allo studente e con il codice segreto personale.

Gli statini sono rilasciati a partire da una settimana prima dell'inizio di ogni sottosessione ed hanno validità per tutta la durata della stessa.

Le date degli appelli d'esame sono fissate e pubblicate agli albi dei rispettivi Dipartimenti dai Presidenti delle Commissioni esaminatrici.

Appelli

Gli esami di profitto si svolgono con i seguenti criteri:

- Alla fine di ogni periodo didattico le due settimane che seguono sono destinate esclusivamente allo svolgimento degli esami relativi ai moduli appena terminati.

- Tuttavia alla fine del primo e del terzo periodo didattico, in concomitanza dell'appello speciale per fuori corso, gli studenti regolari possono sostenere anche l'esame del secondo modulo purché esso sia stato frequentato (eventualmente come parte integrante di un corso non modularizzato) negli anni accademici 1998/99 o precedenti.

- Nelle sessioni generali gli studenti possono sostenere gli esami degli insegnamenti svolti in qualunque periodo didattico precedente e negli anni precedenti.

- Gli studenti fuori corso e gli studenti che hanno già finito il 5° anno, ammessi alle sottosessioni di novembre–dicembre 1999 e di aprile–maggio 2000, vi possono sostenere gli esami di tutti i moduli di qualunque periodo didattico.

- Gli esami di Analisi matematica I e di Sistemi di elaborazione I, a parte un eventuale accertamento intermedio alla fine del primo periodo didattico, si svolgono sotto forma di esame completo alla fine del secondo e del quarto periodo didattico nonché nelle sottosessioni "Generali".

N.B. I predetti criteri sono validi anche per gli studenti iscritti a corsi di laurea non facenti parte del Settore dell'Informazione.

Sessione	Sottosessione	Appelli	Date
3ª 1998/99	Ordinaria	8	30 agosto – 9 settembre 1999
		9	10-21 settembre 1999
		10	22 settembre – 2 ottobre 1999
1ª 1999/2000	1° p.d. (1)		22 novembre – 4 dicembre 1999
	2° p.d.		5 - 19 febbraio 2000
	generale		21 febbraio - 11 marzo 2000
2ª 1999/2000	3° p.d. (2)		27 aprile - 6 maggio 2000
	4° p.d.		26 giugno - 8 luglio 2000
	generale		10 - 29 luglio 2000
3ª 1999/2000	generale		da definire

Note: (1) Sottosessione a cui possono partecipare anche gli studenti fuori corso per il 1999/2000 e gli studenti che hanno già terminato di frequentare il 5° anno.
(2) Sottosessione a cui possono partecipare anche gli studenti fuori corso.

Nella 3ª sessione del 1998/1999 l'esame fallito negli appelli 8 o 9 può essere ripetuto nell'appello 10. Nelle altre sottosessioni, anche qualora si svolgano più appelli, ogni esame può essere sostenuto una sola volta.
Tutte le registrazioni effettuate con statini non validi (cioè relativi a sottosessioni precedenti) o relative a esami già registrati nella stessa sottosessione saranno annullate direttamente dal Servizio Studenti senza necessità di ulteriori comunicazioni agli interessati.

ESAME DI LAUREA

Per gli esami generali di laurea sono previsti due turni per la 2ª e 3ª sessione e un turno unico per la 1ª sessione, distribuiti come segue:

Sessioni di laurea

sessione	anno	turno	data
3ª	1998/99	1°	11 - 15 ottobre 1999
		2°	13 – 17 dicembre 1999
1ª	1999/2000	unico	20 - 24 marzo 2000
2ª	1999/2000	1°	22 - 26 maggio 2000
		2°	24 - 28 luglio 2000
3ª	1999/2000	1°	da definire
		2°	da definire

Lo studente regolarmente iscritto al quinto anno può sostenere l'esame di laurea a decorrere dal mese di luglio (2° turno della 2ª sessione).

Tesi di laurea

La tesi di laurea consiste nello svolgimento, sotto la guida di un professore ufficiale o di un ricercatore confermato dell'Ateneo, di un progetto o di uno studio di carattere tecnico o scientifico e della sua successiva pubblica discussione di fronte ad apposita commissione. La valutazione del candidato avviene integrando le risultanze dell'intera carriera scolastica con il giudizio sull'esame finale.

Le norme per lo svolgimento, la discussione e la valutazione delle tesi di laurea sono fissate dal Consiglio di Settore e sono disponibili presso la Segreteria Didattica di Settore.

L'argomento della tesi di laurea è assegnato dal Presidente del Consiglio di Settore. Lo studente deve pertanto inoltrare alla segreteria didattica competente apposita domanda (foglio giallo) entro le scadenze previste.

Al termine del lavoro di tesi lo studente deve presentare alla Segreteria Studenti, secondo modalità di seguito riportate, la domanda di ammissione all'esame di laurea. A tale domanda deve essere allegato un apposito modulo (foglio bianco), firmato dal Presidente del Consiglio di Settore, dal relatore e dagli eventuali co-relatori, attestante l'effettiva conclusione del lavoro di tesi e il titolo definitivo della stessa.

Entro la scadenza fissata per ogni singola sessione (pubblicata sul calendario accademico) una copia della tesi, firmata dal/i relatore/i, deve essere consegnata alla Segreteria Studenti; entro la stessa data altra copia deve essere consegnata al Presidente del Consiglio di Settore; una copia, infine, deve essere portata dal laureando alla seduta di laurea.

Presentazione delle domande per partecipare alle sessioni di laurea

Lo studente deve presentare alla Segreteria Studenti, inderogabilmente entro la data stabilita dal calendario accademico:

1) domanda indirizzata al Rettore;
2) libretto di iscrizione;
3) quietanza comprovante l'avvenuto versamento della somma di L. 50.000, corrispondente al costo del diploma di laurea e all'imposta di bollo assolta in modo virtuale. Il versamento può essere effettuato utilizzando il bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.
4) la tessera magnetica.
5) foglio bianco, attestante l'effettiva conclusione del lavoro di tesi e il titolo definitivo della stessa, firmato dal Presidente del Consiglio di Corso di Laurea o di Settore, dal relatore e dagli eventuali co-relatori.

Al momento della presentazione della domanda in Segreteria lo Studente deve aver superato tutti gli esami e gli accertamenti previsti dal piano degli studi per il corso di laurea al quale è iscritto. Deve, altresì, essere in regola con il pagamento delle tasse e dei contributi per tutti gli anni accademici a cui ha preso iscrizione.

Le date e le scadenze relative ad ogni sessione di laurea sono riportate nel calendario accademico e sono precisate, di volta in volta, anche con avviso affisso nelle apposite bacheche della Segreteria Studenti.

Tutte le scadenze relative agli esami di laurea sono INDEROGABILI.

Al compimento degli studi viene conseguito il titolo di *"Dottore in Ingegneria"* con la specificazione del Corso di Laurea frequentato. Dell'indirizzo eventualmente seguito viene fatta menzione solo sul certificato di laurea. Non sono invece dichiarati gli orientamenti che corrispondono solo a differenziazioni culturali.

FAC-SIMILE DOMANDA D'ESAME DI LAUREA

AL RETTORE DEL POLITECNICO
DI TORINO

Matricola n°.....
Il sottoscritto.....
nato a ..... (prov. di .....) CAP .....
via ..... n. ..... Tel. .....
finito il corso degli studi per il conseguimento della laurea in Ingegneria ..... chiede di essere ammesso a sostenere nel prossimo (primo)/(secondo)
turno della (prima, seconda o terza) sessione l'esame generale di laurea.
Il sottoscritto dichiara di aver superato tutti gli esami di profitto previsti dal piano di studi.
Dichiara, inoltre, di voler presentare una tesi di laurea con il seguente titolo:
.....
.....
i cui relatori sono i Professori:
.....
oppure:

Il sottoscritto chiede, inoltre, qualora detto esame venga superato, il rilascio del diploma originale di laurea.

Allega alla presente:
Tesserino magnetico;
Libretto universitario;
Foglio bianco, contenente il titolo definitivo della tesi, firmato dal relatore, dai co-relatori e dal Presidente del Consiglio di Settore;
Ricevuta comprovante l'avvenuto versamento della somma di L. 50.000 comprensiva del costo del diploma di laurea e dell'imposta di bollo relativa alla presente domanda;

Recapito: .....
.....Tel. .....

Torino, ...

Firma
.....

Sostegni finanziari per lo svolgimento della tesi fuori sede

Annualmente il Consiglio di Amministrazione determina lo stanziamento di fondi da destinarsi a studenti del Politecnico di Torino iscritti al 5° anno dei Corsi di Laurea come regolari, ripetenti o fuori corso da non più di due anni, o iscritti al 3° anno dei Corsi di Diploma Universitario come regolari, ripetenti o fuori corso da non più di un anno, quale sostegno finanziario per lo sviluppo di tesi da svolgersi fuori sede e per il quale lo studente debba necessariamente soggiornare fuori dalla propria residenza abituale. Il contributo viene assegnato per due tipologie di permanenza fuori sede:

1) periodi di soggiorno per attività di ricerca e approfondimento finalizzata alla stesura della tesi presso Università, Centri di Ricerca, Aziende, non inferiori a 2 mesi e non superiori a 7 mesi;
2) periodi finalizzati all'acquisizione di documentazione, consultazione testi, ricerca bibliografica utile alla stesura della tesi, anche inferiori a 2 mesi (ma almeno di 15 giorni consecutivi).

La selezione delle domande e l'assegnazione dei contributi avviene due volte all'anno, orientativamente nei mesi di giugno e dicembre.

Le richieste di contributo devono essere avanzate dagli studenti seguendo le norme indicate nello specifico Regolamento.

Per informazioni e ritiro moduli e Regolamento rivolgersi all'*Ufficio Laureati*

Banca dati laureati e diplomati "ALMALAUREA"

Allo scopo di facilitare l'accesso dei propri laureati e diplomati al mondo del lavoro e delle professioni, il Politecnico aderisce, a partire dal 1999, alla banca dati "ALMALAUREA"

Tale banca dati consente alle Aziende una rapida ricerca di personale qualificato, riducendo i tempi d'incontro tra domanda ed offerta di lavoro.

L'inserimento nella banca dati ALMALAUREA può quindi essere utile non solo per il primo impiego, ma anche per possibili opportunità di ricollocazioni successive.

Per realizzare tale banca dati è stato predisposto un apposito "questionario" che i laureandi interessati devono compilare e consegnare alla Segreteria Studenti prima della discussione della Tesi di laurea o della monografia.

Il conferimento dei dati è facoltativo.

La volontà di non essere inseriti nella banca dati ALMALAUREA deve risultare da comunicazione scritta dell'interessato.

Le informazioni contenute in ALMALAUREA sono cedute solo ed esclusivamente per scopi di selezione di personale o di avviamento all'occupazione, e sono raccolte, trattate e diffuse nel rispetto ed in applicazione della Legge 675 del 31/12/1996.

Ulteriori informazioni sono disponibili al sito **http://almalaurea.cineca.it**

DOCUMENTI RILASCIATI AGLI STUDENTI

Il Politecnico di Torino rilascia a tutti gli studenti, all'atto dell'immatricolazione, il *libretto universitario* e la *tessera magnetica*.

Libretto universitario

Il libretto universitario è valido per l'intero corso di studi, serve come documento di identità e per la trascrizione degli esami sostenuti.

Qualunque alterazione, abrasione o cancellatura, a meno che non sia approvata con firma del Presidente della Commissione esaminatrice o dal funzionario di Segreteria, fa perdere la validità al libretto e rende passibile lo studente di provvedimento disciplinare.

Lo studente può ottenere il duplicato del libretto unicamente per smarrimento o distruzione dell'originale, presentando istanza alla Segreteria con i seguenti allegati:

- ricevuta comprovante il versamento di L. 20.000, da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.
- dichiarazione resa dall'interessato ad un funzionario della Segreteria attestante lo smarrimento, da parte dell'interessato, del libretto stesso o le circostanze della distruzione.

Tessera magnetica

La tessera magnetica è utile per l'accesso ai servizi automatizzati dell'Ateneo, in particolare:

- terminali self-service (ritiro certificati, piani di studio, iscrizioni etc..);
- ingresso ai laboratori;
- servizi bibliotecari.

La tessera magnetica deve essere conservata in buone condizioni; qualora la tessera si danneggi è necessario richiederne un'altra. L'utilizzo della tessera danneggiata può creare problemi al funzionamento dei servizi automatizzati, in questo caso gli operatori di segreteria provvederanno al ritiro immediato della tessera.

Per ottenere il duplicato della tessera magnetica lo studente deve presentare istanza alla Segreteria, allegando ricevuta comprovante l'avvenuto versamento di L. 10.000 da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.

TRASFERIMENTI

Passaggi interni di Facoltà

Lo studente che abbia già frequentato almeno un anno di corso può chiedere il passaggio ad altra Facoltà del Politecnico.

Per il passaggio alla Facoltà di Architettura è sempre obbligatorio superare il test di ammissione.

Alla domanda, da presentare alla Segreteria Studenti entro il termine del **24 settembre 1999**, occorre allegare:

a) il libretto di iscrizione e la tessera magnetica;

b) la quietanza del versamento del contributo fisso di L. 30.000 da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.

Cambiamento di Corso di Laurea o di Indirizzo

La domanda di cambiamento di Corso di Laurea o di Indirizzo deve essere presentata alla Segreteria Studenti prima di rinnovare l'iscrizione per l'anno accademico 1999/2000 e comunque entro il termine del **24 settembre 1999**.

Unitamente alla domanda lo studente deve consegnare il libretto di iscrizione e la tessera magnetica.

L'anno di iscrizione al nuovo Corso di Laurea o al nuovo Indirizzo è quello maturato nel Corso di Laurea di provenienza.

Per gli studenti che chiedono di cambiare il Corso di Laurea o l'Indirizzo prima di iscriversi al terzo anno di corso, gli insegnamenti frequentati e gli esami superati vengono riconosciuti automaticamente secondo la tabella delle equivalenze riportata in coda alla guida. Eccezioni ai riconoscimenti automatici possono essere richieste esplicitamente nella domanda di cambiamento; in questo caso la domanda viene esaminata dalla Commissione Trasferimenti del Corso di Laurea di destinazione, il cui giudizio e la cui deliberazione sono insindacabili. Nel caso che la Commissione respinga la richiesta, viene contestualmente respinta la domanda di cambiamento di Corso di Laurea o di Indirizzo.

Per gli studenti che chiedono il passaggio ad altro Corso di Laurea o ad altro Indirizzo dopo aver frequentato il terzo anno di corso, la domanda di cambiamento viene esaminata dalla Commissione Trasferimenti del Corso di Laurea competente, che ricostruisce la carriera, valuta gli insegnamenti e le attestazioni di frequenza da convalidare e stabilisce l'ulteriore corso degli studi.

Nonostante l'anno di iscrizione venga stabilito in base ai diritti maturati nel Corso di Laurea di provenienza, è possibile che il carico didattico che risulta dalla ricostruzione indicata sopra comporti per il quarto e/o il quinto anno un numero di annualità superiore a otto e, pertanto, implichi la necessità di iscriversi come ripetente. In questi casi nella domanda di passaggio gli studenti interessati possono richiedere esplicitamente di essere iscritti come ripetenti nel nuovo Corso di Laurea, ma nell'anno che hanno appena finito di frequentare nel Corso di Laurea di provenienza.

Lo studente che chiede di cambiare indirizzo nell'ambito del proprio Corso di Laurea è autorizzato a presentare, contestualmente alla domanda di cambio, un piano di studio individuale.

N.B. Lo studente non deve sostenere esami nel periodo fra la presentazione della domanda di cambiamento di corso di laurea o di indirizzo, e la notifica della delibera.

FAC-SIMILE DOMANDA DI CAMBIAMENTO DI CORSO DI LAUREA

AL RETTORE DEL POLITECNICO
DI TORINO

Il sottoscritto .....
nato a ..... il ..... residente in
..... via .....
(CAP. .....) Tel. ..... iscritto al ..... anno del corso di laurea in Ingegneria ..... Matricola n. .....,
chiede il passaggio per l'anno accademico ..... al ..... anno del corso di laurea in Ingegneria.....
Chiede inoltre che gli vengano convalidati i seguenti esami superati:
1) .....
2) .....
3) .....
..) .....
n) .....

e le seguenti attestazioni di frequenza:
1) .....
2) .....
3) .....
..) .....
n) .....

Recapito ..... (CAP. .....)
Tel. .....

Torino, ...

Firma

.....

Passaggio da Corso di Laurea a Corso di Diploma

Lo studente iscritto ad un Corso di Laurea che intenda passare ad un Corso di Diploma Universitario deve presentare, entro il 27 luglio 1999, apposita domanda alla Segreteria Studenti ai fini di una preventiva valutazione, da parte delle strutture didattiche competenti, della carriera pregressa.

L'ammissione al Corso di Diploma Universitario è definita:

- al 3° anno se possono essere riconosciute equivalenze per almeno 16 moduli didattici, di cui almeno 14 relativi ai primi due anni di corso;
- al 2° anno se possono essere riconosciute equivalenze per almeno 7 moduli didattici, di cui almeno 5 relativi al 1° anno;
- al 1° anno in tutti gli altri casi.

Iscrizione al 1° anno

La Facoltà di Ingegneria ha stabilito di riservare un terzo dei posti programmati per l'accesso al primo anno dei diplomi universitari ai passaggi dai Corsi di laurea, mentre, per i diplomi afferenti alla Facoltà di Architettura, la quota riservata è di un quinto dei posti. Sono escluse riserve di posti per i corsi di Ingegneria dell'Autoveicolo e Matematica per le Scienze dell'Ingegneria.

Pertanto, nel caso che, a seguito di valutazione da parte delle competenti strutture didattiche, le domande presentate entro il 27 luglio prevedano l'ammissione al 1° anno di un numero di studenti che ecceda il numero dei posti riservati, è definita una graduatoria per ogni diploma sulla base della somma dei voti degli esami superati e convalidabili.

Le graduatorie sono affisse nelle bacheche della Segreteria Studenti nella seconda metà del mese di agosto per dar modo agli esclusi, comunque intenzionati al passaggio, di effettuare l'iscrizione al concorso di ammissione.

Tutti gli ammissibili al passaggio al primo anno, sia per graduatoria riservata che per graduatoria concorsuale, devono presentare l'effettiva domanda di passaggio e la domanda di iscrizione entro il 17 settembre 1999.

Iscrizione al 2° e 3° anno

La domanda di passaggio deve essere presentata alla Segreteria Studenti entro il **24 settembre 1999**.

L'iscrizione avviene senza debiti di frequenza verso gli anni precedenti ma, a seguito di specifica richiesta, lo studente può essere ammesso a frequentare moduli didattici arretrati per i quali la frequenza sia stata riconosciuta.

Il passaggio a un Corso di Diploma Universitario di allievi provenienti da un Corso di Laurea non comporta la cancellazione degli esami superati o delle frequenze ottenute relativi al percorso formativo precedente, in riferimento ad una possibile successiva reiscrizione nel Corso di Laurea di provenienza. **Il ritorno al corso di Laurea è consentito solo dopo il conseguimento del Diploma**.

Alla domanda di passaggio occorre allegare:

a) libretto di iscrizione e tessera magnetica;

b) quietanza del versamento del contributo fisso di L. 30.000 da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.

Passaggio di Diplomati a Corso di Laurea strettamente affine

Per il passaggio degli allievi che hanno conseguito il titolo di diplomato universitario a un Corso di Laurea strettamente affine (se non è affine il passaggio verrà trattato come quelli fra Corsi di Laurea), la definizione del piano degli studi per l'anno di raccordo è demandata al Consiglio di Corso di Laurea di riferimento.

In ogni caso tale piano deve prevedere il corso di Analisi Matematica II per i diplomati nei settori Industriale, Civile e intersettoriali e i corsi di Analisi Matematica II e Analisi Matematica III per il settore dell'Informazione; può inoltre essere prevista una mezza annualità dedicata a fornire Complementi di Fisica.

Lo studente che nell'anno di raccordo non abbia superato gli esami di almeno 3 annualità deve iscriversi come fuori corso.

La prova di accertamento della conoscenza di una lingua straniera può essere superata entro il quinto anno di corso.

La scadenza per l'iscrizione all'anno di raccordo, normalmente prevista entro il **29 ottobre 1999**, può essere prorogata fino a non oltre il **31 dicembre 1999** esclusivamente per gli allievi che si diplomino nel 2° turno della 3ª sessione, avendo sostenuto tutti gli esami di profitto entro la 3ª sessione.

Trasferimenti per altra sede

Lo studente, iscritto sia in corso che fuori corso, può chiedere il trasferimento ad un'altra sede universitaria nei termini stabiliti dalla sede di destinazione.

Per ottenere il trasferimento deve presentare alla Segreteria Studenti:

1) la domanda, su carta legale da L. 20.000, indirizzata al Rettore, contenente le generalità complete, il corso di laurea cui è iscritto, l'anno di corso ed il numero di matricola, l'indirizzo esatto e l'indicazione precisa dell'Università, della Facoltà e del Corso di Laurea o di Diploma Universitario a cui intende essere trasferito;
2) la quietanza del versamento del contributo fisso di L. 30.000 da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.
3) il libretto di iscrizione e la tessera magnetica.

Deve, inoltre, ricordare che:

- lo studente non in regola con il pagamento delle tasse e del contributo non può ottenere il trasferimento;
- lo studente trasferito ad altra Università o Istituto di istruzione superiore non può far ritorno alla sede di provenienza se non sia trascorso un anno solare dalla partenza, salvo che la domanda di ritorno sia giustificata da gravi motivi.

FAC-SIMILE DOMANDA DI TRASFERIMENTO PER ALTRA SEDE

In bollo da L.20.000

AL RETTORE DEL POLITECNICO
DI TORINO

Il sottoscritto .....nato a ..... il .....
residente in .....via .....(CAP.....)
tel. ..... iscritto al ..... anno del corso di laurea in .....
Matricola n. ....., chiede il trasferimento per l'anno accademico.....
all'Università di ..... Facoltà di .....
Corso di Laurea / Diploma in.....
(Motivazione del trasferimento).....
..... *Firma*.....

Trasferimenti da altra sede

I fogli di congedo provenienti dalle altre sedi universitarie devono pervenire al Politecnico entro il **24 settembre 1999**.

Lo studente interessato deve, pertanto, inoltrare domanda di trasferimento nella propria sede almeno entro il mese di agosto e sollecitare la tempestiva trasmissione dei documenti.

Pervenuto il foglio di congedo occorre presentare alla Segreteria Studenti apposita domanda di convalida della precedente carriera e di ammissione alla prosecuzione della stessa.

La domanda e il foglio di congedo vengono trasmessi alla struttura didattica competente la quale, nel ricostruire la carriera, nel determinare l'anno di iscrizione, nel fissare gli obblighi di frequenza e di esame fa riferimento al Regolamento didattico di Ateneo.

Lo studente, convocato presso gli sportelli della Segreteria Studenti, viene informato di quanto deliberato dalle competenti strutture didattiche e invitato a regolarizzare la propria posizione amministrativa presentando:

1) domanda di iscrizione;
2) quietanza comprovante l'avvenuto versamento della prima rata della tassa e del contributo d'iscrizione.

Il versamento può essere effettuato utilizzando il bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.

Si precisa che, per l'ammissione alle Facoltà di Ingegneria di studenti provenienti da altre sedi, gli Organi Accademici di questo Politecnico hanno deliberato quanto segue:

- Coloro che hanno sostenuto esami per meno di due annualità convalidabili per il 1° anno di corso devono obbligatoriamente sostenere la prova di ammissione.
- A parziale deroga di quanto previsto dal Regolamento didattico per l'ammissione al terzo anno di corso, si prescinde dalla convalida di tutte le frequenze, ma resta comunque necessario che siano convalidati almeno 7 esami di annualità previste nei primi due anni di corso, 4 delle quali devono essere del primo anno.
- In relazione alla completa disattivazione dei corsi del vecchio ordinamento, gli studenti provenienti da altre sedi possono essere ammessi a proseguire gli studi secondo il nuovo ordinamento, alle condizioni stabilite dalle competenti strutture didattiche e nel rispetto dei vincoli previsti relativamente al numero di annualità necessarie per accedere agli anni successivi al primo.
- Non verranno accettati fogli di congedo di studenti stranieri extracomunitari oltre il limite numerico predeterminato e senza preventivo rilascio di nullaosta da parte della Segreteria Studenti.

INTERRUZIONE DEGLI STUDI

Gli studenti che avendo interrotto di fatto gli studi universitari senza avervi rinunciato intendano riprenderli, facendo valere la vecchia iscrizione ai fini di una eventuale abbreviazione, sono tenuti a richiedere, nei periodi previsti per le iscrizioni, la ricognizione della qualità di fuori corso e a pagare la tassa di ricognizione per ogni anno di interruzione.

Per l'anno accademico 1999/2000 la tassa di ricognizione è fissata in L. 300.000 per anno, fino ad un massimo di L. 3.000.000.

Rinuncia al proseguimento degli studi

Gli studenti che non intendono più continuare il corso degli studi universitari, possono rinunciare formalmente al proseguimento degli stessi.

A tal fine debbono presentare alla Segreteria Studenti apposita domanda su carta legale, indirizzata al Rettore, nella quale debbono manifestare in modo chiaro ed esplicito, senza condizioni, termini o clausole che ne restringano l'efficacia, la loro volontà (vedi oltre il fac-simile).

Nella domanda gli interessati possono chiedere la restituzione del titolo di studi medi.

Gli studenti rinunciatari, in corso o fuori corso, non sono tenuti al pagamento delle tasse scolastiche di cui siano eventualmente in debito, salvo che non chiedano apposita certificazione. Essi non hanno comunque diritto alla restituzione di alcuna tassa scolastica, nemmeno nel caso in cui abbandonino gli studi prima del termine dell'anno accademico. Tutti i certificati rilasciati, relativi alla carriera scolastica precedentemente e regolarmente percorsa, sono integrati da una dichiarazione attestante la rinuncia agli studi.

La rinuncia agli studi è irrevocabile e comporta l'annullamento della carriera scolastica precedentemente percorsa.

Gli studenti rinunciatari hanno la facoltà di iniziare ex novo lo stesso corso di studi precedentemente abbandonato oppure di immatricolarsi ad altro corso, alle stesse condizioni degli studenti che si immatricolano per la prima volta.

Come rinunciare agli studi

Presentarsi in Segreteria di persona con la seguente documentazione:

- un documento d'identità valido
- il libretto universitario e la tessera magnetica
- una busta mezzo protocollo compilata con il proprio indirizzo ed affrancata come raccomandata R.R. (sarà utilizzata per la spedizione del diploma di maturità all'indirizzo del richiedente)
- la domanda, compilata su modulo predisposto in distribuzione presso lo sportello 2 oppure seguendo il fac-simile riportato più avanti.

Qualora l'interessato faccia pervenire la rinuncia per posta o tramite terzi deve allegare la fotocopia di un documento di identità.

FAC-SIMILE DOMANDA DI RINUNCIA E RESTITUZIONE DEL TITOLO DI STUDI MEDI
(in bollo da L. 20.000)

AL RETTORE DEL POLITECNICO
DI TORINO

Il sottoscritto ..... nato a .....(.....)
il ..... Matricola n. ..... con la presente istanza chiede in modo espresso e definitivo di rinunciare al proseguimento degli studi precedentemente intrapresi, con tutte le conseguenze giuridiche previste dalle norme vigenti per tale rinuncia.
Il sottoscritto, in particolare, dichiara:
– di essere a conoscenza che la rinuncia in oggetto *comporta la nullità* della precedente iscrizione, dei corsi seguiti e degli esami superati;
– di essere a conoscenza che la rinuncia stessa *è irrevocabile*.
Il sottoscritto chiede la restituzione del titolo di studi medi.

Torino ..... Firma .....

Decadenza

Il Senato Accademico del Politecnico di Torino, avvalendosi delle disposizioni legislative che concedono maggiore autonomia agli atenei, ha stabilito che, a partire dall'anno accademico 1998/99, lo studente iscritto ad uno dei propri Corsi di Laurea o di Diploma Universitario che interrompe gli studi non decade più dalla qualità di studente, sempre che non rinunci formalmente agli studi stessi.

Qualora l'interruzione degli studi sia superiore a 4 anni (cioè lo studente, pur essendosi iscritto, non abbia sostenuto esami) la carriera, ai fini della prosecuzione, diventa oggetto di valutazione da parte della struttura didattica competente.

Pertanto, lo studente che, all'atto dell'iscrizione al nuovo anno accademico si venga a trovare in questa particolare condizione, deve obbligatoriamente presentare domanda di riattivazione della carriera alla Segreteria Studenti.

Questa norma si applica anche agli studenti già decaduti in anni precedenti.

CERTIFICAZIONI

Agli studenti iscritti ed ai laureati il Politecnico rilascia la certificazione relativa alla propria carriera scolastica.

I certificati sono strettamente personali e sono rilasciati esclusivamente agli interessati muniti di documento d'identità o a persone da essi delegate.

Per delegare una terza persona al ritiro di certificati lo studente o il laureato deve fornire alla persona incaricata la delega in carta semplice e il proprio documento d'identità; deve inoltre informarla delle norme di seguito indicate ed invitarla a presentarsi munita anche del proprio documento d'identità.

E' possibile, infine, richiedere il rilascio di certificati per posta o via fax; per informazioni telefonare, dalle ore 13 alle ore 14, ai numeri 011/5646258/9 - fax 011 5646299.

Certificati rilasciati agli studenti iscritti

Per ottenere qualsiasi certificato relativo alla carriera scolastica, lo studente iscritto deve aver pagato tutte le tasse scolastiche prescritte sino al momento della richiesta ed essere in regola con gli atti di carriera scolastica di cui chiede la certificazione.

I certificati predisposti per gli studenti iscritti sono i seguenti:

- di iscrizione;
- di iscrizione con esami superati;
- di merito ad esclusivo uso assistenza universitaria;
- di iscrizione con il piano di studi dell'anno in corso;
- di iscrizione con il piano di studi dell'intera carriera;
- di iscrizione ad uso rinvio del servizio militare;
- di iscrizione con debito esami;
- di ammissione all'esame di laurea o di diploma;
- ad uso fiscale (per la detrazione delle tasse pagate dalla dichiarazione dei redditi);

Tutti i certificati in carta semplice possono essere richiesti, oltre che presso gli sportelli della Segreteria Studenti, direttamente ai terminali "self-service" dislocati nell'Ateneo ed in alcune sedi decentrate, a cui si accede con la tessera magnetica ed il codice personale.

I certificati degli studenti presenti nell'archivio informatico della Segreteria *(con numero di matricola superiore a 25.000)* sono emessi in tempo reale ad eccezione dei certificati di carattere particolare.

Per ottenere in bollo i certificati di cui sopra, lo studente deve rivolgersi alla Segreteria con una marca da bollo da L. 20.000 per ogni certificato richiesto.

Agli studenti iscritti non presenti nell'archivio informatico della Segreteria *(con numero di matricola inferiore a 25.000)*, la certificazione viene emessa in due o tre giorni ed inviata al recapito dello studente; è pertanto necessario presentare:

a) richiesta sul modulo predisposto;
b) una busta affrancata e compilata con il proprio indirizzo per la spedizione del certificato.

Nel caso di richiesta di certificati in bollo, alla domanda deve essere applicata una marca da bollo da L. 20.000 e deve essere allegata una marca dello stesso importo per ogni certificato richiesto.

Rinvio del servizio militare

Per ottenere l'ammissione al ritardo del servizio militare di leva lo studente deve presentare domanda, ai Distretti militari o alle Capitanerie di Porto competenti, **entro il 31 dicembre** dell'anno precedente a quello della chiamata alle armi della classe cui è interessato. La domanda deve essere corredata di una dichiarazione della Segreteria di Facoltà da cui risultino le seguenti condizioni necessarie per ottenere il beneficio:

Studenti immatricolati a partire dall'anno accademico 1998/99

a) per la richiesta del primo rinvio: essere iscritto ad un Corso universitario (in questo caso la domanda va presentata entro il 30 settembre);
b) per la richiesta del secondo rinvio: essere iscritto ed aver superato almeno uno degli esami previsti dal piano di studio;
c) per la richiesta del terzo rinvio: essere iscritto ed aver superato almeno tre degli esami previsti dal piano di studio;
d) per la richiesta del quarto rinvio: essere iscritto ed aver superato almeno sei degli esami previsti dal piano di studio;
e) per la quinta richiesta e le successive: essere iscritto ed aver superato ulteriori tre esami per anno rispetto alla quarta richiesta;

Studenti immatricolati prima dell'anno accademico 1998/99

a) per la richiesta del primo rinvio: essere iscritto ad un Corso universitario;
b) per la richiesta del secondo rinvio: essere iscritto ed aver superato almeno uno degli esami previsti dal piano di studio;
c) per le richieste successive: essere iscritto ed aver superato due esami nell'anno solare;
d) aver completato tutti gli esami previsti dal piano degli studi e dover sostenere, dopo il 31 dicembre, il solo esame di laurea.

Il certificato emesso dal Politecnico di Torino per ottenere il rinvio del servizio militare può essere richiesto presso i terminali self-service oppure presso gli sportelli della Segreteria.

Restituzione del titolo originale di studi medi

A seguito dell'entrata in vigore del D.P.R. n. 403, del 20 ottobre 1998, che dispone in materia di semplificazioni amministrative, non è più necessario, per il Politecnico, acquisire e tenere depositato il titolo originale degli studi medi (basta una semplice autocertificazione da parte dello studente).

Pertanto il titolo originale di studi medi presentato per l'immatricolazione può essere restituito in qualsiasi momento.

Lo studente può avvalersi di una delle seguenti modalità:

a) presentarsi personalmente alla Segreteria, che provvederà al rilascio immediato;
b) delegare una terza persona, fornendo all'incaricato la delega in carta semplice e il proprio documento d'identità (o fotocopia); il delegato deve presentarsi munito anche del proprio documento;
c) inviare la richiesta di restituzione per posta, in carta semplice, allegando una busta formato mezzo protocollo affrancata (raccomandata R.R.) e compilata con il proprio indirizzo. La Segreteria provvederà alla spedizione del diploma in due o tre giorni.

Non è più previsto, infine, il rilascio di copie autentiche del diploma degli studi medi, a meno che non vi sia l'impossibilità momentanea della restituzione (richiesta fotocopie per posta).

Certificati rilasciati ai laureati

I certificati predisposti per i laureati sono i seguenti:

- di laurea senza voto finale;
- di laurea con voto finale;
- di laurea con voto finale ed esami di profitto;
- di laurea per trattamento di quiescenza;
- di ammissione alle prove dell'esame di stato;
- di abilitazione all'esercizio professionale;
- di abilitazione all'esercizio professionale con dichiarazione di diploma non pronto;
- di abilitazione con voto finale;

I certificati sono rilasciati esclusivamente presso la Segreteria Studenti.

Ai laureati presenti nell'archivio informatico della Segreteria *(con numero di matricola superiore a 25.000)* i certificati sono emessi in tempo reale ad eccezione dei certificati di carattere particolare.

Per ottenere in bollo i certificati di cui sopra, il laureato deve portare una marca da bollo da L. 20.000 per ogni certificato richiesto.

Ai laureati non presenti nell'archivio informatico della Segreteria *(con numero di matricola inferiore a 25.000)*, la certificazione viene emessa in due o tre giorni e inviata al recapito del laureato; è pertanto necessario presentare:

a) richiesta sul modulo predisposto;
b) una busta affrancata e compilata con il proprio indirizzo per la spedizione del certificato.

Nel caso di richiesta di certificati in bollo alla domanda deve essere applicata una marca da bollo da L. 20.000 e deve essere allegata una marca dello stesso importo per ogni certificato richiesto.

Rilascio del titolo accademico originale e di eventuali duplicati

La Segreteria Studenti provvede ad avvertire gli interessati con avviso inviato per posta non appena il diploma è pronto.

Il ritiro del diploma può avvenire in uno dei seguenti modi:

- presentandosi ***personalmente*** presso la Segreteria che provvede al rilascio immediato;
- delegando una terza persona; il delegato deve presentarsi munito della delega in carta semplice, del proprio documento d'identità e del documento d'identità del delegante (o fotocopia).
- richiedendo la spedizione del diploma per posta; per ulteriori informazioni in merito alle modalità di spedizione è possibile telefonare dalle ore 13 alle ore 14, ai numeri 011/5646258/9 - fax 011/5646299.

Per ottenere il ***duplicato del diploma*** per smarrimento, distruzione o furto occorre presentare richiesta in carta semplice alla Segreteria Studenti allegando i seguenti documenti;

1) denuncia alle autorità competenti in caso di furto, oppure dichiarazione resa dall'interessato ad un funzionario della Segreteria attestante lo smarrimento del diploma stesso o le circostanze della distruzione.
2) ricevuta comprovante il versamento di L. 60.000, da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria o servendosi della propria tessera BANCOMAT ed utilizzando i terminali P.O.S. di cui sono forniti tutti gli sportelli della Segreteria stessa.

LINGUE STRANIERE

Informazioni generali

Tutti gli studenti devono dimostrare di ***conoscere una o due lingue straniere, a seconda dell'anno di immatricolazione.*** Le lingue ammesse sono: ***francese, inglese, spagnolo, tedesco.***

Per chi desideri iniziare l'apprendimento di una delle quattro lingue ammesse, ovvero migliorarne la conoscenza, indipendentemente dalla prova di accertamento, sono previsti corsi di lingue tenuti da Scuole specializzate, ovvero attività linguistiche svolte da esperti di madre lingua straniera.

Presso il Centro Linguistico CLA è inoltre possibile studiare le lingue con l'ausilio di attrezzature audiovisive (video e audio registratori, computer).

Prove di accertamento per gli studenti immatricolati negli anni accademici 1998/99 e 1999-2000

Sono obbligatorie due prove: lingua inglese e una seconda lingua fra: francese, spagnolo, tedesco

Lingua inglese

Obbligatoria entro il 3° anno.

Gli studenti hanno l'obbligo di superare l'esame PET di Cambridge con il risultato Pass with merit.

Sono anche ammessi i certificati della tabella i.

L'esame PET consente di ottenere un certificato valido in tutta Europa, rilasciato dall'Università di Cambridge (Inghilterra). Il PET si può sostenere presso una delle sedi autorizzate (in Torino: signora Gunzi Danile, via Susa n. 3), oppure presso il Politecnico.

Le sessioni di PET nel Politecnico si tengono in linea di massima tre volte l'anno e sono annunciate al CLA con appositi cartelli.

Informazioni e libretti e depliant illustrativi sul PET si possono ottenere al CLA.

Sono accettati, oltre al PET, per assolvere l'obbligo della prova di lingua inglese, tutti i certificati della tabella i.

Seconda lingua

Obbligatoria entro il conseguimento della laurea.

Gli studenti devono superare, *entro il conseguimento della laurea*, oltre all'esame PET di Cambridge superato con il risultato Pass with Merit, una prova a scelta di una delle seguenti lingue: francese, spagnolo, tedesco.

La prova consiste in uno fra i seguenti esami certificati:

Francese: DELF unità A1 e A2

Spagnolo: Diploma Inicial de Español

Tedesco: Zertifikat Deutsch als Fremdsprache.

Tali esami consentono di ottenere certificati validi in tutta Europa, rilasciati da Enti quali il Centre Culturel Français de Turin, l'Alliance Française, il Göthe Institut, l'Istituto Cervantes.

Le informazioni si richiedono al CLA.

Prove di accertamento per gli studenti immatricolati nell'anno accademico 1997/98

Esame PET di Cambridge obbligatorio entro il 3° anno.

Tali studenti hanno l'obbligo di superare l'esame PET di Cambridge con il risultato Pass with merit. Nessuna altra lingua è consentita.

Prove di accertamento per studenti immatricolati in anni precedenti al 1997/98

Lingue obbligatorie: una a scelta tra le seguenti: francese, inglese, spagnolo, tedesco.

Lingua francese per gli studenti immatricolati nell'anno accademico 1996/97 o in anni precedenti

Obbligatoria entro il 3° anno.

Le prove si tengono 4-5 volte nell'anno all'interno del Politecnico e sono annunciate con appositi manifesti esposti nelle bacheche riservate alle lingue e presso le sedi del Centro linguistico. Per poter partecipare occorre prenotarsi secondo le modalità indicate nei manifesti.

La prova consiste di un test scritto e di una breve conversazione; copia dei test dati nel corso dell'anno è disponibile al CLA.

A tutti gli studenti è comunque consentito, per assolvere l'obbligo della prova, presentare uno dei certificati della tabella f.

Lingue spagnola e tedesca per gli studenti immatricolati nell'anno accademico 1993/94 o in anni precedenti

Obbligatorie entro il 3° anno.

Le prove si tengono all'interno del Politecnico su richiesta di gruppi di studenti che si devono rivolgere al Centro Linguistico per concordare le date. Per assolvere l'obbligo della prova di lingua spagnola o tedesca si può presentare uno dei certificati delle tabelle s, t.

Lingue spagnola e tedesca per gli studenti immatricolati negli anni accademici 94/95 95/96 96/97

Obbligatorie entro il 3° anno.

Per assolvere l'obbligo della prova di lingua spagnola o tedesca occorre presentare uno dei certificati delle tabelle s, t.

Lingua russa

Non è fra le lingue ammesse per la prova di conoscenza a partire dall'anno accademico 1994/95. Tuttavia i soli studenti già iscritti nell'anno 1993/94 possono sostenere la prova con una Commissione interna alla Facoltà. Occorre rivolgersi al CLA per concordare la data della prova.

Lingua inglese per gli studenti immatricolati nell'anno accademico 1993/94 o in anni precedenti

Obbligatoria entro il 3° anno.

Le prove si svolgono all'interno del Politecnico, si svolgono 3-4 volte nell'anno e sono annunciate con appositi manifesti esposti nelle bacheche riservate alle lingue (nei due corridoi principali e presso il Centro Linguistico). Per poter partecipare occorre prenotarsi secondo le modalità indicate nei manifesti.

La prova consiste di un test scritto e di una prova di comprensione della lingua parlata; copia dei test dati nel corso dell'anno è disponibile al CLA.

A tutti gli studenti è consentito, per assolvere l'obbligo della prova, presentare uno dei certificati della tabella i.

Lingua inglese per gli studenti immatricolati negli anni accademici 1994/95, 1995/96, 1996/97.

Obbligatoria entro il 3° anno.

Possono accedere al quarto anno di corso soltanto se superano, entro il 3° anno, l'esame PET (Preliminary English Test) dell'Università di Cambridge con il risultato ***Pass.***

A tutti gli studenti è comunque consentito, per assolvere l'obbligo della prova, presentare uno dei certificati della tabella i.

Obbligo di pretest

Tutti gli studenti che intendono sostenere esami PET, DELF, ZDAF, Diploma Inicial devono sostenere presso il CLA un pretest, che indichi la concreta possibilità di superare l'esame certificato. L'iscrizione all'esame a carico del CLA (o il rimborso nel caso del Diploma Inicial) sarà concessa solo qualora si superi il pretest.

Sono anche accettati, per assolvere l'obbligo della prova di lingua francese, spagnola o tedesca, tutti i certificati delle tabelle f,s,t.

Studenti con obbligo di una sola lingua a scelta fra inglese, francese, spagnolo, tedesco immatricolati dal 1990/91 al 1996/97

anno di immatricolazione	lingue ammesse	modalità
dal 1990/91 al 1993/94	inglese o francese o spagnola o tedesca	prova interna o certificato (vedi tabelle i,f,s,t)
dal 1994/95 al 1996/97	inglese	PET con Pass o certificato (vedi tabella i)
dal 1994/95 al 1996/97	francese	prova interna o certificato (vedi tabella f)
dal 1994/95 al 1996/97	spagnolo o tedesco	certificato (vedi tabelle s,t)

Studenti con obbligo di inglese immatricolati nel 1997/98

anno di immatricolazione	lingue ammesse	modalità
1997/98	inglese	PET Merit o certificato (vedi tabella i)

Studenti con obbligo di inglese e anche di una seconda lingua a scelta fra francese, spagnolo, tedesco immatricolati nel 1999/2000

anno di immatricolazione	lingue ammesse	modalità
1998/99 o 1999/2000	inglese	PET Merit o certificato (vedi tabella i)
e una tra 1998/99 o 1999/2000	francese	DELF 1 e 2 o certificato (vedi tabella f)
1998/99 o 1999/2000	spagnolo	Diploma Inicial o certificato (vedi tabella s)
1998/99 o 1999/2000	tedesco	Zertifikat Deutsch als Fremdsprache o certificato (vedi tabella t)

Attività linguistiche integrative di francese e inglese

A tali attività possono accedere tutti gli studenti.

Esse sono rivolte solo agli studenti che già conoscano (anche a livello medio-basso) l'inglese o il francese e desiderino approfondirlo nei suoi aspetti generali e tecnici.

Sono inoltre previste, presso il CLA specifiche attività linguistiche per gruppi di studenti che:

a) *partecipino a programmi di interscambio con Università straniere;*
b) intendano sostenere esami di inglese (**First Certificate in English, Certificate in Advanced English, TOEFL**), o di francese (**DELF e DALF**);
c) desiderino approfondire linguaggi tecnici dell'Ingegneria;
d) desiderino approfondire la struttura del linguaggio scientifico inglese;
e) desiderino avere un saggio di come si svolge l'esame PET.

A partire da settembre si raccolgono al CLA le iscrizioni. Gli studenti vengono suddivisi in gruppi a seconda del loro livello di conoscenza della lingua, che viene accertato con appositi test e degli obbiettivi che desiderano raggiungere.

Le attività ordinarie iniziano nella seconda metà di ottobre e proseguono per tutto l'anno accademico con una interruzione in febbraio.

Le attività di cui in a-e possono svolgersi in qualsiasi momento dell'anno, a seconda della necessità, anche in forma intensiva e accelerata.

Centro linguistico CLA (sede di C.so Duca degli Abruzzi - seminterrato aule pari)

Il laboratorio linguistico è aperto tutto l'anno in orari affissi sulla porta di accesso.

Può essere utilizzato da tutti gli studenti, indipendentemente dal fatto che seguano corsi.

Il CLA è attrezzato con registratori, videoregistratori, computer Macintosh e IBM, televisore con antenna parabolica per la ricezione di programmi e film in lingua straniera, e fornito di corsi ed esercizi linguistici da seguire su registratore, videoregistratore o su computer a tutti i livelli e per tutte le lingue (francese, inglese, spagnolo, tedesco e anche italiano); vi sono inoltre libri di testo, grammatiche, dizionari bilingui e monolingui. Il materiale riguarda sia gli aspetti generali sia gli aspetti tecnici delle lingue.

Per la lingua inglese è disponibile materiale specifico per la preparazione di
- esami di Cambridge (PET, First Certificate in English,...),
- esame americano TOEFL.

Per varie altre lingue sono presenti nel laboratorio almeno una grammatica e un dizionario.

Per la scelta del materiale da utilizzare si può richiedere aiuto al personale.

Nel laboratorio è vietato introdurre borse, zaini e cibi o bevande; per ottenere qualsiasi materiale si deve depositare il proprio tesserino. È previsto prestito.

In orari esposti sulla porta di accesso sono disponibili gli esperti linguistici di inglese e francese per tutte le informazioni e le consulenze riguardanti il Centro, le prove di accertamento, le attività integrative. Si può anche concordare un programma personalizzato di studio individuale di una lingua, utilizzando soltanto le strutture del laboratorio.

Gli studenti della sede di Mondovì possono rivolgersi al punto informazioni presso la Segreteria didattica in Mondovì per
- ottenere informazioni
- iscriversi a corsi di lingue
- iscriversi a esami.

Corsi con Scuole specializzate

Corsi di inglese con Scuole specializzate

Per gli studenti principianti (ed eventualmente di livello intermedio, se necessario) sono previsti corsi di inglese tenuti da Scuole specializzate nei locali del Politecnico; essi vengono annunciati con cartelli al CLA nei mesi di luglio e di settembre. I corsi, di 50-60 ovvero di 25-30 ore ciascuno, possono durare tutto l'anno, un semestre o essere intensivi a seconda delle richieste.

Sono previsti corsi di inglese anche nella sede di Mondovì.

Corsi di italiano, francese, spagnolo, tedesco con scuole specializzate

Corsi di spagnolo e tedesco sono tenuti da Scuole specializzate, qualora si raccolga un numero sufficiente di adesioni; essi vengono annunciati con cartelli al CLA nei mesi di luglio e di settembre. I corsi, di 50-60 ovvero di 25-30 ore ciascuno, possono durare tutto l'anno, un semestre o essere intensivi a seconda delle richieste.

Corsi di italiano, spagnolo, svedese, tedesco (e altre lingue) con scuole specializzate per programmi di interscambio

Si organizzano anche, su richiesta di gruppi di studenti o dei docenti responsabili, corsi di spagnolo, svedese, tedesco riservati agli studenti dei programmi di interscambio con Università straniere. A seconda delle necessità possono essere intensivi o durare un intero semestre o anno.

I corsi di italiano sono previsti solo per studenti stranieri principianti. Chi desidera approfondire la conoscenza dell'italiano può comunque rivolgersi al CLA.

Costi

Le attività di cui ai punti precedenti (attività con esperti linguistici, prove di conoscenza, esame PET di Cambridge, esami di francese, spagnolo, tedesco, studio individuale nel Centro linguistico, corsi per interscambi) sono gratuite per gli studenti e finanziate dal Politecnico, ad eccezione dei corsi con Scuole specializzate.

Esame PET ed esami di francese, spagnolo, tedesco

La partecipazione all'esame è gratuita. Solo gli studenti che si iscrivono all'esame certificato ma non si presentano a sostenerlo devono partecipare alla spesa a partire dalla volta successiva. Per le modalità di partecipazione occorre rivolgersi al CLA.

In presenza di particolari difficoltà familiari si può ottenere l'esonero da ogni contributo. Per informazioni occorre rivolgersi al CLA.

Corsi di lingue

La partecipazione a un corso per 18-22 studenti costa circa L. 250.000 a studente, parzialmente a carico del Centro linguistico CLA.

Ogni partecipante è tenuto a versare, al momento dell'iscrizione, un contributo. In presenza di particolari difficoltà familiari si può ottenere l'esonero. Per informazioni occorre rivolgersi al CLA.

Sono gratuiti i corsi per studenti partecipanti a programmi di interscambio.

Attività con esperti linguistici

La partecipazione è totalmente gratuita, salvo che per gli studenti che intendano iniziare lo studio del francese (informazioni al CLA).

Certificati ammessi per le lingue inglese, francese, spagnolo, tedesco

TABELLA i

LINGUA	CERTIFICATI AMMESSI
inglese	Preliminary English Test (PET) First Certificate In English Certificate in Advanced English Certificate of Proficiency in English TOEFL con almeno 210 punti (immatricolati 1997/98) TOEFL con almeno 180 punti (immatricolati prima del 1997/98)

TABELLA f

LINGUA	CERTIFICATI AMMESSI
francese	DELF unità A1 e A2 DELF completo DALF Diplôme de Langue Française Diplôme Supérieur d'Etudes Françaises Modernes

TABELLA s

LINGUA	CERTIFICATI AMMESSI
spagnolo	Diploma Inicial de Español Diploma Bàsico de Español Diploma Superior de Español

TABELLA t

LINGUA	CERTIFICATI AMMESSI
tedesco	Zertifikat Deutsch als Fremdsprache Zentrale Mittelstufenprüfung Kleines Deutsches Sprachdiplom

Tutti i certificati che a parere delle Commissioni esaminatrici siano di livello pari o superiore ai precedenti.

Registrazione della prova con esibizione di uno dei certificati di cui alle tabelle: rivolgersi al CLA con una fotocopia del certificato e il libretto di iscrizione.

Nota sugli esami certificati diversi dal PET.
Per sostenere gli esami
First Certificate in English
Certificate in Advanced English
Certificate of Proficiency in English
TOEFL

gli studenti interessati possono rivolgersi al CLA, dove riceveranno le informazioni necessarie.

Studenti del IV anno in debito di esame di lingua straniera: **devono presentarsi in settembre ai CLA per sostenere un test e concordare un percorso di apprendimento che porti a superare la prova obbligatoria.**

LE "SCIENZE UMANE"

Premessa

Nel 1992 il Senato Accademico approvò il documento *"Strategie Culturali - Problemi e frontiere della cultura politecnica oggi"* al fine di studiare una nuova integrazione tra culture scientifiche - tecnologiche e scienze umane, proponendo "... l'individuazione di strade per arrivare in tempi reali a costruire un dipartimento di *Humanities*, iniziando a mettere in relazione le competenze esistenti, facendo un inventario delle carenze e precisando una strategia di "acquisizioni" nel tempo. Un dipartimento siffatto potrebbe inoltre costituire un filtro importante verso la società (nell'interpretazione della domanda della formazione come della ricerca) e il mondo delle imprese, costituendo ad esempio il luogo fondamentale di scambio e discussione tra culture universitarie e culture dell'impresa e del lavoro. Una valutazione attenta può essere ormai condotta sulle politiche scelte da anni dai più importanti politecnici europei e americani in questa direzione. ...".

Successivamente, nel 1993 il Comitato Paritetico per la Didattica, comprendente docenti e studenti, approvò un documento in cui si afferma tra l'altro, in tema di ampliamento della formazione culturale:

"... E' fortemente sentita dagli allievi l'esigenza di un ampliamento degli interessi culturali: lo studio e l'impegno didattico limitano le possibilità di contatti con realtà diverse e con gli stessi compagni di corso.

In particolare è richiesta la possibilità di inserire corsi di estrazione "non politecnica", per aprire orizzonti culturali ora un po' preclusi, eventualmente anche per acquisire professionalità diversificate (gestione economica, gestione del personale, programmazione, ecc.).

Anche sulla base di quanto accade in atenei stranieri, appare importante attivare anche al Politecnico materie del gruppo genericamente detto *"Umanistico"*, che possano essere utili alla formazione dell'ingegnere soprattutto in vista di un suo inserimento nella società e nel mondo del lavoro che non richiede solo nozioni di tipo tecnico-scientifico."

Inserimento di discipline umanistiche nei piani di studio

Per parte sua, la Facoltà d'Ingegneria ha discusso ampiamente negli anni 1995-1997 le modalità per l'inserimento di materie umanistiche nel curriculum degli studenti, concordando sull'opportunità d'istituire dei corsi progettati appositamente per gli allievi ingegneri ed insegnati in sede in ore opportune, in modo da favorire la frequenza.

Il Consiglio della I Facoltà d'Ingegneria nella seduta del 24 Settembre 1996, considerata l'opportunità di apporti di discipline umanistiche alla formazione del laureato ingegnere, approvava quanto segue:

- *"Il C. di F. ribadisce il proprio positivo convincimento circa l'utilità e la convenienza di detti apporti e il proprio intendimento di addivenire all'inserimento nei curricula di insegnamenti umanistici;*
- *esprime l'intendimento di voler favorire una prima fase sperimentale, nella quale l'inserimento di insegnamenti umanistici sia lasciato alla scelta dell'allievo ingegnere, nell'atto della formazione di un piano individuale di studio;*
- *incarica la commissione ad hoc, perché formuli proposte sulla misura e la qualità degli inserimenti, e sui modi di attuazione di detta fase da portare all'approvazione della Facoltà, la quale vorrà provvedere alle eventuali disposizioni attuative di sua competenza e alla autorevole indicazione di linee di comportamento ai Consigli di Corso di Laurea, dei Settori di Laurea e dei Corsi di Diploma Universitario."*

Circa le modalità d'inserimento delle discipline nei piani di studio, il Consiglio della I Facoltà di Ingegneria approvava il 4 Marzo 1997 quanto segue:
"... E' automaticamente approvato l'inserimento in un piano di studio individuale, in sostituzione di un insegnamento opzionale, di una delle discipline afferenti al settore delle Scienze Umane comprese nello specifico elenco approvato dal Consiglio di Corso di Laurea di riferimento."

Va da sé che l'approvazione automatica di un piano di studio nel quale una disciplina opzionale è stata sostituita da una afferente alle scienze umane, è strettamente collegata alle deliberazioni assunte al riguardo da ciascun Consiglio di corso di Laurea o di Settore. Tali deliberazioni sono riportate per ciascun Consiglio nella parte del Manifesto degli Studi dedicata ai piani di studio individuali.

Le discipline attivate dalla I Facoltà per l'a.a. 1999/2000 sono riportate nel successivo prospetto. A ciascuna disciplina, o a ciascun modulo di una disciplina, sono stati attribuiti 5 crediti che mediamente corrispondono ad un corso ridotto.

Potranno essere inseriti nei piani di studio individuali:
- un ex corso intero costituito da due moduli in sequenza;
- due moduli (ex corsi ridotti)
- il primo modulo di un ex corso intero (indicato nella denominazione con la lettera A) più un altro modulo di un qualsiasi ex corso ridotto o altro primo modulo di un ex corso intero

Discipline umanistiche attivate nel 1999/2000

Periodo	Codice	Denominazione ufficiale (denominazione aderente ai contenuti)	Crediti
1	UM019	*Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)*	5
1	UM020	*Metodologia delle scienze naturali B * (Il metodo scientifico) (r)*	5
1	UM021	*Propedeutica filosofica (Introduzione al pensiero contemporaneo) (r)*	5
1	UM022	*Sociologia del lavoro (r)*	5
1	UM023	*Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)*	5
1	UM024	*Sociologia delle comunicazioni di massa B * (r)*	5
1	UM027	*Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)*	5
1	UM028	*Storia della tecnica B * (Macchine e sistemi industriali) (r)*	5
2	UM016	*Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (r)*	5
		(Il concetto di simmetria dall'antichità ad oggi) (r)	5
2	UM017	*Estetica (r)*	5
2	UM018	*Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)*	5
2	UM025	*Storia contemporanea (r)*	5
2	UM026	*Storia della filosofia contemporanea (r)*	5

(*) Questi moduli "B" possono essere inseriti nei piani di studio solo se accompagnati dai corrispondenti moduli "A" che sono ad essi, sotto ogni punto di vista, propedeutici.

Novità per il corrente anno accademico

La novità principale è l'introduzione, in alcuni corsi di laurea dei crediti didattici in sostituzione degli insegnamenti, in vista di un adeguamento della nostra laurea agli standard europei. Le nuove regole di prossima emanazione, e a cui vale la pena per quanto possibile già adeguarsi, dovrebbero prevedere che l'allievo totalizzi un numero minimo di crediti *"negli ambiti disciplinari relativi alla formazione di base, negli ambiti disciplinari caratterizzanti e negli ambiti disciplinari affini o integrativi di quelli caratterizzanti, con particolare riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare"*. Tra gli ambiti disciplinari integrativi sono da annoverarsi quelli relativi alle scienze umane per almeno 15 crediti.

Le nuove regole prevedono, inoltre, una specifica attenzione alle attività formative a scelta dello studente. In particolare per il percorso di durata quinquennale, *"l'ordinamento didattico dei corsi di studio deve prevedere un numero di crediti, non inferiore [anche in questo caso] a 15, che possono essere scelti dal singolo studente nell'ambito di opzioni individuali previste nel piano di studio proposto dalla struttura didattica e/o in altri corsi di studio dello stesso o di altri Atenei"*.

L'approvazione delle scelte degli studenti è subordinata alla valutazione della loro congruità rispetto agli obiettivi formativi da parte del competente Consiglio di Corso di Laurea o di Settore.

Per agevolare gli allievi nella compilazione dei piani di studio individuali caratterizzati da curricola interdisciplinari sarà pubblicato su Internet l'elenco di tutte le materie del triennio attivate presso le Facoltà del Politecnico.

SAPER COMUNICARE

Premessa

L'ingegnere deve ovviamente "saper fare", ma, come dice un proverbio, deve anche "far sapere", cioè comunicare.

Comunicare significa esprimersi e trasmettere ad altri un messaggio scritto (mediante un testo, mediante grafici, schizzi o tabelle) o un messaggio orale (con l'eventuale sostegno di mezzi audiovisivi).

Sull'importanza del saper comunicare è interessante rammentare quanto era già stato stampato nel 1982 nel volumetto *La Facoltà di Ingegneria: cos'è, com'è*. Nel capitolo "Come scrivere" si legge:

"Presto o tardi, e probabilmente più presto di quanto non vi aspettiate, vi si chiederà di fare delle prove scritte.

Vi si chiede questo non per imporvi un'ulteriore fatica, ma perché la capacità di pensare alle cose che state imparando, di farne scaturire vostre idee e di esporle in modo chiaro e preciso è una parte importante del processo di apprendimento. Inoltre, attraverso i vostri lavori scritti, il docente è in grado di avvertirvi se avete capito ciò che avete letto o ascoltato o che state facendo, e se avete fatto gli opportuni collegamenti con quanto avete appreso in altri corsi.

In altre parole è essenzialmente attraverso ciò che voi avete scritto che il docente può rendersi conto se voi avete realmente imparato, e imparare è una cosa diversa dal ricordare, copiare o ripetere".

In una facoltà di ingegneria saper scrivere può sembrare un problema marginale, considerando che nel primo anno, ma anche nel secondo, le prove sembrano ridursi unicamente ad un insieme di formule, tabelle, calcoli, da ordinare logicamente.

Non è così. Lo studente spesso non è in grado di descrivere, ad esempio, con chiarezza ed efficacia, una relazione tra formula e formula, o, all'interno di una stessa "scrivere" il significato del suo sviluppo.

Non va dimenticato che non pochi docenti chiedono agli studenti di stendere brevi relazioni tecniche per esercitazioni da portare all'esame; sempre, comunque, nei corsi che prevedono periodi di esperienza all'esterno del Politecnico, sono richieste relazioni scritte assai importanti ai fini della valutazione.

Non è errato infine dire che una buona parte del tempo necessario a compilare una tesi di laurea è dovuta ad una scarsa dimestichezza con lo scrivere: quindi con il saper illustrare efficacemente le varie fasi del proprio lavoro.

Come scrivere

Nella futura vita professionale, a cominciare dalla tesi di laurea, vi sarà richiesto di presentare relazioni scritte, per redigere le quali occorrerà tener presenti gli aspetti seguenti, di cui si dà una semplice elencazione e che costituiscono oggetto della teoria della comunicazione tecnica (technical writing):

1) lo stile editoriale e la presentazione grafica nella video scrittura: titoli; disposizione della pagina; uso dei caratteri (tondo, corsivo, neretto, ...), ecc.;
2) la chiarezza della scrittura nella presentazione di manoscritti eventualmente corredati da schizzi accurati e da tabelle ordinate (taluni enti, in sede di domanda di assunzione, chiedono un curriculum vitae manoscritto);
3) lo stile letterario (ortografia, morfologia, sintassi, punteggiatura) e quindi dimestichezza con grammatiche e dizionari;

4) l'articolazione della relazione: sommario, introduzione, corpo (suddiviso in capitoli, sezioni, paragrafi), conclusioni, appendici, bibliografia;
5) i disegni e le illustrazioni con le relative didascalie;
6) le figure e le tabelle con l'uso sistematico delle unità di misura del Sistema Internazionale.

Per approfondire i punti elencati sopra sono indicati nel seguito alcuni riferimenti bibliografici che si raccomandano vivamente.

Che cosa si sta facendo al Politecnico?

Un'inchiesta tra i docenti della Facoltà, a cui ha risposto oltre il 65%, ha messo in luce il sostanziale interesse per iniziative intese ad incrementare le capacità di espressione tecnica degli studenti. E' risultato inoltre che nel 44% dei corsi impartiti dai docenti che hanno risposto al questionario, sono richieste per l'esame relazioni scritte sulle esercitazioni, che sono valutate anche in base alla chiarezza di presentazione e alla correttezza linguistica, mentre nel 31% dei corsi che hanno un esame scritto, l'elaborato viene valutato anche in base alla chiarezza e alla correttezza del testo.

Per venire incontro alle esigenze degli studenti, non meno che a quelle dei docenti, la Facoltà ha nominato una commissione per redigere il volumetto *Saper comunicare.*

Il volumetto è regolarmente distribuito a tutti gli studenti iscritti almeno al 3° anno che ne facciano richiesta presso la sede del CLA nelle settimane iniziali del 2° semestre. Il libretto è in distribuzione anche presso la segreteria didattica del Settore dell'Informazione e presso quella dell'Ala Sud.

Bibliografia

C. Beccari, *La tesi di laurea scientifica*, Hoepli, Milano 1991.
R. Lesina, *Il manuale di stile*, Zanichelli, Bologna 1986.
E. Matricciani, *La scrittura tecnico scientifica*, Città Studi, Milano 1992.
J.M. Lannon, *Technical writing*, Massachussets University, Boston 1992.
M.T. Turner, *A practical approach to technical writing*, Reston Pubblishing Co., Reston, Virginia 1984.

MOBILITÀ DEGLI STUDENTI

Stages in italia

Il Politecnico attiva convenzioni con aziende ed enti per lo svolgimento di stages in territorio nazionale da parte di studenti laureandi o diplomandi, o di neo-laureati e neo-diplomati. Nel primo caso gli stages sono prevalentemente orientati a completare la formazione dello studente e sono spesso correlati con l'argomento della tesi; nel secondo caso gli stages possono costituire un'utile forma di orientamento per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Gli stages non prevedono né retribuzione né corresponsione di borse di studio; per le possibilità di ottenere borse di studio si vedano i capitoli relativi ai servizi di sostegno economico agli studenti.

La gestione degli stages è affidata al COREP (Consorzio per la Ricerca e l'Educazione Permanente) di cui il Politecnico è socio fondatore.

Per informazioni rivolgersi dal lunedì al venerdì dalle ore 10,30 alle 11,30 e dalle ore 16,00 alle 17,00 al: COREP - Sig.ra Giusy Spinasanta Tel. 564.5103 - Fax 564.5199.

Programmi europei

La globalizzazione dell'economia e, in particolare, il processo di integrazione europea coinvolgono anche le Università.

L'obiettivo della libera circolazione riguarda anche i futuri ingegneri. La grande diversità dei sistemi di istruzione universitaria nel campo dell'ingegneria nei diversi Paesi dell'Unione Europea e la corrispondente varietà dei titoli rilasciati richiedono un'azione di avvicinamento e di migliore comunicazione fra gli operatori e i fruitori delle istituzioni universitarie, al fine di migliorare la reciproca conoscenza, individuare le caratteristiche delle formazioni specifiche, stabilirne, ove del caso, l'equivalenza.

Da diversi anni le autorità politiche comunitarie hanno individuato queste esigenze e avviato programmi intesi ad accentuare la collaborazione interuniversitaria e l'interazione fra università, imprese ed enti di ricerca.

Di particolare interesse per gli studenti sono i programmi mirati alla loro mobilità di cui il più rilevante è il programma SOCRATES per i paesi europei, prevalentemente dell'Unione Europea. Altre opportunità per ora limitate, vengono offerte per alcuni paesi extra-europei.

Socrates

La partecipazione del Politecnico a questo programma consente di organizzare lo scambio di studenti e di docenti tra università di paesi dell'Unione Europea, dello spazio economico Europeo e a partire dall'anno 1998/99, anche di alcuni paesi dell'est europeo: Romania, Ungheria, Repubblica Ceca.

Attraverso la predisposizione di un Contratto Istituzionale ogni ateneo dichiara la volontà di collaborare con un certo numero di atenei di altri Paesi eleggibili nel Programma Socrates, precisando il tipo di cooperazione che verrà effettuata con ciascuno di essi.

La mobilità degli studenti è promossa per consentire loro di seguire all'estero corsi ufficiali che saranno riconosciuti dall'università di origine, procedere alla preparazione parziale o totale della tesi e addirittura conseguire un doppio titolo di studio (doppia laurea).

La mobilità dei docenti è finalizzata allo studio dell'organizzazione didattica di istituzioni estere, alla predisposizione di scambi di studenti e a svolgere all'estero corsi o parti di corsi ufficiali e/o seminari.

Doppia laurea

Il traguardo più ambizioso cui tendono varie iniziative nell'ambito del programma Socrates è quello dell'ottenimento del doppio titolo di studio - per esempio, la laurea in ingegneria del Politecnico di Torino ed il titolo equivalente di una Università estera dell'Unione Europea - attraverso un curriculum di studio concordato fra le due Università, che si svolge parte nell'una e parte nell'altra.

Gli studenti che si recano all'estero per il conseguimento della doppia laurea possono beneficiare di una borsa Socrates/Erasmus per un periodo massimo di 12 mesi.

Progetti nel Settore dell'Informazione

Sin dall'anno 1989/90 un accordo riguardante gli studenti di Ingegneria Elettronica è stato stipulato con l'Ecole Nationale Supérieure d'Electronique ed Radiotechnique (ENSERG), appartenente all'Institut Nationale Polytechnique de Grenoble (INPG). Gli studenti, che seguono il 4 anno e il primo semestre del 5 anno nell'istituzione dell'altro paese, conseguono contemporaneamente la laurea in Ingegneria Elettronica del Politecnico di Torino e il diplome d'ingenieur de l'ENSERG con l'evidente beneficio dell'allargamento del loro orizzonte di lavoro e dell'arricchimento della loro base culturale.

Altri accordi per il conseguimento del doppio titolo, basati su un anno di studi più lo svolgimento della tesi di laurea (16 mesi) nell'istituzione ospitante, sono stati stipulati con altre Scuole. Su questo schema si basano le doppie lauree con l'Ecole Nationale Supérieure d'Electricité (SUPELEC - Parigi, Rennes e Metz) e con l'Institut Science de l'Ingenieur Montpellier (ISIM), per studenti elettronici; con la Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Telecomunicaciò della Universitat Politècnica de Catalunya (Barcellona), con la Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Telecomunicaciò della Universitat Politècnica de Madrid, per studenti di Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni; con la Facultat de Informàtica della Universitat Politècnica de Catalunya (Barcellona) per studenti informatici e infine con l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (TELECOM, Parigi) e con la KTH (Royal Institute of Technology) di Stoccolma (Svezia), per tutti gli studenti del Settore dell'Informazione.

È stato inoltre attivato, per gli studenti di Ingegneria Elettronica, un progetto di doppia laurea con EPF di Losanna.

Progetti nel Settore Industriale

Anche nel Settore Industriale sono stati stipulati accordi per il conseguimento del doppio titolo basati su un anno di studio più lo svolgimento della tesi di laurea (circa 16 mesi) nell'istituzione ospitante.

Gli studenti di Ingegneria dei Materiali possono ottenere anche i titoli rilasciati dell'Institut Science de l'Ingenieur di Montpellier (ISIM, Francia) oppure dall'Ecole Nationale Supérieure de Physique (ENSPG) appartenente all'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG, Francia).

Gli studenti di Ingegneria Nucleare possono ottenere il diplome d'ingenieur rilasciato dall'Ecole Nationale Supérieure de Physique (ENSPG) appartenente all'Institut Nationale Polytechnique de Grenoble (INPG, Francia).

Gli studenti di Ingegneria Chimica possono ottenere il diplome d'ingenieur rilasciato dall'Ecole Nationale Supérieure de Chimie di Montpellier (Francia).

Gli studenti di Ingegneria Aerospaziale possono ottenere, contestualmente alla laurea, il Master of Science in Aerospace Propulsion della Cranfield University (Gran Bretagna), frequentando il 5° anno a Cranfield ed ivi preparando la tesi di laurea.

Per gli studenti di Ingegneria Elettrica sono stati stipulati accordi di doppia laurea con l'Ecole Nationale Superieure d'Ingenieurs Electriciens de Grenoble (ENSIEG), appartenente all'Institut Nationale Polytecnique de Grenoble (INPG, Francia) e con la Technische Universität Darmastadt (Germania).

Progetti nel Settore Civile

Anche nel Settore Civile è stato stipulato un accordo per il conseguimento del doppio titolo con l'Ecole Nationale de Ponts et Chaussées di Parigi (Francia).

È in fase di completamento un progetto di doppia laurea con la KTH -Royal Institute of Technology di Stoccolma (Svezia).

Orientamento in Ingegneria della Carta

Gli studenti di Ingegneria dei Materiali, seguendo il 5° anno di studi presso l'Ecole Nationale de Papeterie (EFPG) appartenente all'Institut Nationale Polytechnique de Grenoble (INPG, Francia), possono conseguire il titolo dell'Année Spéciale de Ingenieur de Papeterie. Per questo progetto sono previste borse di studio offerte da alcune industrie cartarie italiane che si vanno ad aggiungere alle borse Socrates/Erasmus. Si è ora esteso l'accordo ai Corsi di Laurea in Ingegneria Meccanica, Chimica e Informatica.

Progetto Time

Con l'etichetta TIME (Top Industrial Managers for Europe) un gruppo di 31 Università tecniche di Paesi dell'Unione Europea ha stabilito una rete di rapporti che prevedono anche il conseguimento del doppio titolo di studio attraverso un accordo diretto fra due Università del gruppo.

Il Politecnico di Torino ha stabilito accordi con le Ecole Centrale des Arts et Manufactures di Parigi (Coordinatrice del Progetto), Lille, Lione e Nantes (Francia).

Sia gli studenti francesi di tali scuole che gli studenti italiani del Politecnico che frequentino il 3° e 4° anno (il cosiddetto tronc commun) nell'Ecole Centrale, e che poi frequentino a Torino un certo numero di corsi (quelli del 5° anno più altri, prevedendo l'eventualità di un anno ulteriore), preparando altresì la tesi di laurea e superando l'esame finale relativo, ottengono al tempo stesso la laurea in ingegneria e il diplome d'ingenieur des arts ed manufactures dell'Ecole Centrale frequentata.

Questa possibilità, presente per la prima volta nell'a.a. 1990/91, riguarda i corsi di laurea in ingegneria Aerospaziale, per l'Ambiente e il Territorio, Chimica, Civile, Edile, Elettronica, Gestionale, Informatica, dei Materiali, Meccanica, Nucleare.

Progetto EURECOM

L'Ecole Nationale Supérieure de Télécommunication de Paris e l'Ecole Fédérale de Lausanne hanno creato a Sophie Antipolis (Antibes, Francia) una Scuola per lo studio degli aspetti più avanzati delle comunicazioni (comunicazioni mobili, multimediali, corporate communication, ecc.).

Il Politecnico è diventato socio effettivo di Eurecom per permettere ai suoi studenti di seguire i corsi di Eurecom e conseguirne il diploma. Questa possibilità è offerta agli studenti di Ingegneria delle Telecomunicazioni, di Ingegneria Elettronica o Informatica con orientamento Comunicazioni. A partire dal 2° semestre del 4° anno si seguono due semestri di corsi e un semestre per lo svolgimento della tesi di laurea presso un laboratorio di ricerca industriale, spesso in imprese di paesi anche extraeuropei.

Al termine lo studente avrà conseguito, insieme col diploma EURECOM, la laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni, oppure Elettronica o Informatica con orientamento Comunicazioni.

Allo studente che partecipa ai programmi di mobilità si richiede certamente uno sforzo maggiore, a fronte del quale stanno però le più ampie opportunità di lavoro e l'esperienza straordinaria di una immersione in ambiente culturale e sociale diverso.

Informazioni

Informazioni sui programmi di mobilità studenti indicati precedentemente vengono fornite presso il Socrates Information Center (SIC) ubicato sopra la sala Consiglio di Facoltà (1° piano, accesso dalle scale collocate a fianco del corridoio delle aule pari). A tale Ufficio lo studente può rivolgersi per informazioni di tipo generale, amministrativo e logistico nel seguente orario:
dalle ore 10.00 alle 12.30 tutti i giorni escluso martedì e sabato
tel. 011/564.4123 – fax 011/564.6295 **erasmus@polito.it** socrates@polito.it

Ulteriori informazioni potranno essere fornite agli studenti tramite affissione di avvisi nelle bacheche del Servizio Studenti collocate nei corridoio aule dispari e pari e nella bacheca del Socrates Information Center (corridoio sul retro Sala Consiglio di Facoltà).

Per informazioni più specifiche e relative agli aspetti didattici e dei piani di studio lo studente potrà rivolgersi ai membri della Commissione Socrates di cui fanno parte delegati responsabili dei vari consigli di Corso di Laurea o di Settore:

Ingegneria Aerospaziale:	Prof. G. Chiocchia
Ingegneria Chimica:	Prof. V. Specchia
Settore Civile (Ing Civile, Ing. Edile):	Prof. G. Barla
Ingegneria Elettrica:	Prof. R. Napoli
Settore dell'Informazione (Ing. Elettronica, Ing. Informatica, Ing. delle Telecomunicazioni):	Prof. P. Camurati
Ingegneria Gestionale:	Ptof. P. Brandimarte
Ingegneria dei Materiali:	Prof. A. Priola
Ingegneria Meccanica:	Prof. R. Ippolito
Ingegneria Nucleare:	Prof. E. Lavagno
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio:	Prof. R. Romagnoli Prof.ssa Morandini Prof. Comoglio

Altri programmi

Per ulteriori informazioni sulla mobilità verso la Russia e alcuni Paesi extra-europei lo studente può rivolgersi all'Ufficio di Presidenza della Facoltà di Ingegneria negli orari indicati sulla bacheca dei Rapporti internazionali, nel corridoio fra le aule 1 e 3.

Programmi particolari: Il Progetto TOP – UIC (U.S.A)

Master of Science dell'University of Illinois al Politecnico di Torino

Informazioni generali

- Il titolo di *Master of Science* (MS) è il secondo titolo Universitario tecnico-scientifico del sistema nordamericano, che segue il titolo di Bachelor of Science (BS); è il primo a livello *graduate*, ed il più avanzato di interesse generale industriale ed aziendale in genere.
- Il titolo di MS è riconosciuto a livello internazionale (in Europa e fuori) in tutte le industrie ed altre aziende ed organizzazioni che operino in settori connessi all'ingegneria.
- Il Politecnico di Torino offre dei programmi che conducono al titolo di MS della *University of Illinois at Chicago*; il programma MS è offerto nei settori *Electrical Engineering / Computer Science* (EECS, settore dell'Informazione) e *Mechanical Engineering* (ME, Meccanica).
- La *University of Illinois at Chicago (UIC)* ha una lunga tradizione di eccellenza del campo dell'ingegneria, ed una lunga esperienza di formazione continua e nel segmento di interesse industriale, che ha portato alla realizzazione di corsi di Master molto integrati con le aziende USA.
- Tutti i corsi si svolgono al Politecnico, *in inglese*, mentre la Tesi e` discussa alla UIC. Il programma è *completamete integrato* nel percorso di Laurea, come gli altri che conducono a doppi titoli.
- Il titolo ottenuto con questo programma è *lo stesso* che si otteniene negli Stati Uniti presso la UIC.
- La durata del programma è di circa un anno solare.

Cosa prevede il progetto

L'offerta del programma di MS al Politecnico è parte di un progetto di collaborazione tra il Politecnico di Torino (TOP) e la *University of Illinois at Chicago (UIC)*; il programma è stato avviato (in fase sperimentale) nell'anno accademico 1997/98 con due corsi di Master, in Elettronica e Telecomunicazioni (Electrical Engineering) e in Meccanica (Mechanical Engineering); dall'anno accademico 1998/99 è attiva anche la specializzazione in Computer Science (CS, Ingegneria Informatica), portando così tutte le Lauree del Settore dell'Informazione nel programma EECS. I corsi si svolgono presso il Politecnico di Torino, e conducono all'ottenimento del titolo di *Master of Science (MS)* della UIC, ma tutti i corsi sono anche automaticamente riconosciuti come equivalenti a corsi istituzionali della Laurea (secondo equivalenze prestabilite dai Consigli di Laurea o di Settore); dal 1998/99, i percorsi che portano al titolo di MS in EECS della UIC sono inseriti in piani di studio ufficiali appositamente predisposti dal Consiglio del Settore dell'Informazione (Lauree in Ingegneria Elettronica, delle Telecomunicazioni ed Informatica).

Al corso di Master of Science possono accedere italiani e stranieri, europei e non. Sono ammissibili al corso di Master of Science coloro che sono *iscritti* al corso di Laurea corrispondente presso il Politecnico di Torino, oltre a coloro che hanno già ottenuto una Laurea oppure un Diploma Universitario. Nel seguito saranno riportate però solo le informazioni di interesse per gli studenti iscritti ai corsi di Laurea del Politecnico in Ingegneria Meccanica o del Settore dell'Informazione. Ulteriori (ed aggiornate) informazioni posso essere reperite nel sito Web del Politecnico.

Ammissione

Sono ammissibili al programma gli studenti che abbiano completato il terzo anno del Settore dell'Informazione, oppure il quarto di Ingegneria Meccanica; per ciò, si intende che devono essere in grado di iscriversi al quarto anno (Settore dell'Informazione) o al quinto anno (Meccanica). Per essere ammessi bisogna soddisfare due requisiti fondamentali:

1) avere superato l'esame di lingua Inglese TOEFL con un punteggio minimo di 550 entro il 31 Luglio dell'anno per cui si chiede l'iscrizione al programma;
2) avere superato un certo numero di esami obbligatori entro il 30 Settembre dell'anno in cui si chiede l'iscrizione al programma (gli esami sono riportati in tabelle in visione presso il referente organizzativo); avere ottenuto almeno 140 crediti ECTS (superato circa 14 esami), con una media complessiva non inferiore a 24/30.

E' necessaria una pre-iscrizione (non vincolante, tuttavia) entro il 30 Aprile di ogni anno.

Costi e sostegni economici

Ottenere un titolo di studio nordamericano richiede *sempre* il pagamento di *tuition fees* (che si potrebbero tradurre con la parola "retta" in italiano) alle Università.

Per il programma di MS all'interno del progetto TOP-UIC, la UIC riconosce tuttavia particolari agevolazioni agli iscritti del Politecnico, in quanto i *tuition fee* sono gli stessi che per i residenti nello Stato dell'Illinois, cioè di molto inferiori a quelli che uno studente pagherebbe per lo stesso curriculum di studi negli Stati Uniti (oltre 10000 USD). Il costo approssimativo totale dei tuition fees è di circa 4200 USD.

Per agevolare gli studenti migliori, il Politecnico offrirà un sostegno economico per la partecipazione al programma, su base concorsuale. Tale sostegno economico è sempre e comunque inteso a coprire la *differenza* tra le tasse di iscrizione al Politecnico e i tuition fees alla UIC. Per i primi classificati, il contributo coprirà totalmente questa differenza, per gli altri coprirà una parte decrescente. Vi sono degli obblighi connessi a tale sostegno economico, in particolare relativi alla frequenza e al profitto durante il programma MS.

Il numero di tali contributi varia di anno in anno, e gli interessati sono invitati ad informarsi sia consultando le pagine sul Web, sia prendendo contatto con i responsabili della iniziativa.

Corsi ed equivalenze

I corsi offerti e la loro equivalenza è riportata nella sezione piani di studio per le Lauree in Ingegneria Elettronica, delle Telecomunicazioni ed Informatica. Il dettaglio dei corsi e delle equivalenze è presente in rete al sito del Politecnico.

Ulteriori Informazioni

Le informazioni riportate sono corrette al momento della pubblicazione della Guida, ma le norme e le caratteristiche del programma possono essere soggetti a mutamenti. Si invitano pertanto gli interessati a:

1) prestare attenzione alle occasioni in cui il programma verrà presentato pubblicamente agli studenti,
2) prendere contatto con i responsabili della iniziativa,
3) consultare le informazioni presenti sul sito Web del Politecnico.

Persone di Riferimento

per questioni organizzative

Dr. Tiziana Vitrano,
Amm.ne Centrale,
tel. 011-564-6183,
e-mail: *vitranot@polito.it*

per questioni accademiche:
per il programma EECS

Prof. Giuseppe Vecchi,
Dip. Elettronica,
tel. 011-564-4055,
fax 011-564-4099
e-mail: *vecchi@polito.it*

per il programma ME

Prof. Muzio Gola,
Dip. Meccanica
tel. 011-564.69.20,
fax 011-564-69.99
e-mail: *gola@polito.it*

BIBLIOTECA CENTRALE DI INGEGNERIA SEDE DI TORINO

La biblioteca è aperta dal lunedì al venerdì dalle 8,30 alle 18, con prolungamento dell'orario fino alle 19 (dal lunedì al giovedì) esclusivamente dal 1° ottobre al 30 giugno e il sabato dalle 8,30 alle 12. La distribuzione termina mezz'ora prima della chiusura.

I servizi della Biblioteca sono riservati agli studenti regolarmente iscritti a corsi dell'Ateneo (ingegneria e architettura) e al personale docente e non docente. E' facoltà della Biblioteca concedere ad altri l'accesso ai servizi, eventualmente in forme limitative. Normalmente gli utenti esterni sono ammessi alla consultazione dei testi con esclusione del prestito.

Il servizio di consultazione si riferisce a categorie di opere che non possono essere portate fuori dalla Biblioteca (periodici, enciclopedie, dizionari, normativa, opere di pregio o di valore documentario, e ogni altra a discrezione della Biblioteca). Appositi spazi nella Biblioteca sono riservati alla consultazione e, per l'accesso, è richiesto il deposito all'ingresso della tessera o del libretto universitario.

Il restante materiale librario è disponibile per la lettura e il prestito, regolati dalle norme seguenti (salva la discrezionalità che la Biblioteca può applicare in casi particolari).

Per la lettura i libri richiesti vengono affidati all'utente con l'obbligo di restituirli entro la giornata. E' richiesto agli studenti il deposito in Biblioteca di un documento personale fino alla restituzione dei libri.

Il prestito è ordinariamente concesso per un periodo di due settimane; quando sia ammesso, il rinnovo del prestito deve essere richiesto prima della scadenza (eventualmente per telefono, al numero 564.67.12).

E' ordinariamente concesso agli studenti il prestito di tre soli volumi per volta; maggiori informazioni sul regolamento sono disponibili presso il banco del prestito.

Nel ricevere i libri (in consultazione, lettura o prestito) l'utente si impegna a restituirli nei termini stabiliti, a non alterarli e ad usarli propriamente: egli ne risponde personalmente, ed in caso di smarrimento o danneggiamento è tenuto a sostituirli a proprie spese (o a rifondere comunque il danno qualora la Biblioteca ritenga di non procedere alla sostituzione).

Agli usuali servizi di consulenza per l'uso di cataloghi, repertori e bibliografie sono affiancati i servizi di ricerca su archivi bibliografici, tramite reti informatiche, e di richiesta di fotocopie e microcopie alle apposite fonti internazionali. Per tali servizi è necessario prendere accordi con la Biblioteca volta per volta, ed è richiesto il rimborso delle spese da parte del Dipartimento per conto del quale i servizi sono svolti. Per una esposizione più dettagliata sui servizi e sul regolamento delle biblioteche afferenti al Sistema Bibliotecario si rimanda all'apposito fascicolo informativo.

BIBLIOTECA DELLA SEDE DI MONDOVÌ

La biblioteca è aperta dal lunedì al venerdì dalle ore 9 alle ore 13, il lunedì e il martedì dalle 14 alle 18 - Tel. 0174/560817.

Le norme generali che regolano i servizi della Biblioteca di Mondovì sono identiche a quelle indicate per la biblioteca di Torino, ad eccezione del prestito libri che viene concesso per una sola settimana ed un solo volume per volta.

LABORATORI INFORMATICI DI BASE (LAIB)

Fin dall'a.a. 1984/85 sono stati attivati presso l'Ateneo dei "Laborator Informatici di Base", gestiti dal C.E.S.I.T (Centro Servizi Informatici e Telematici) con un'organizzazione suddivisa tra le due sedi di Ingegneria ed Architettura.

Gli scopi dell'iniziativa sono stati e sono molteplici:

- realizzare un punto di aggregazione, sia verso l'interno dell'Ateneo, sia verso l'e sterno (in particolare verso le ditte operanti nell'area informatica) per azion coordinate nel settore informatico orientate principalmente alla didattica;
- garantire una preparazione omogenea nella cultura informatica di base e fornir allo studente un minimo di autonomia operativa;
- assicurare agli studenti iscritti la possibilità di utilizzare i PC dei laboratori e d accedere ai moduli di insegnamento di introduzione all'informatica, su ambient operativi semplici;
- fornire un supporto alla didattica tradizionale maggiormente connotata da mezzi informatici;
- fornire uno strumento per l'innovazione didattica nei corsi progettuali, indisper sabile per adeguare i metodi formativi alle nuove esigenze dell'operatore profes sionale nei diversi settori dell'Ingegneria e dell'Architettura.

Nella sede di Ingegneria I ci sono 4 sale allestite come *Laboratori Informatici d Base*, in cui sono disponibili oltre 250 postazioni di lavoro, costituite da person computer in ambiente MS-Windows, collegati in rete. I LAIB possono ospitare co temporaneamente oltre 530 utenti.

Un LAIB è attrezzato con videoproiettore a supporto delle attività didattiche ed dedicato essenzialmente alla formazione sull'area CAD;

Nel LAIB 1 sono inoltre disponibili un'area per tesisti ed un'altra per i colleg menti ad Internet.

Presso la sede di Architettura al Valentino ci sono 3 sale attrezzate a LAIB, dest nate soprattutto alle applicazioni grafiche e CAD, con circa 80 postazioni di lavoro con la capacità di ospitare contemporaneamente circa 150 utenti. Due LAIB son attrezzati con videoproiettori, come ausilio alle attività didattiche quando i LA vengono utilizzati come aule.

A partire da maggio 1999 è stato attivato un nuovo Laboratorio di Informati Avanzato (L.I.A.) per attività di modellazione e calcolo, dotato di videoproiettore sistema di videoconferenza. Il laboratorio è in grado di ospitare circa 30 postazioni lavoro.

POLITECNICO SU INTERNET

Il Politecnico di Torino è presente sulla rete Internet con un proprio sito ufficiale *http://www.polito.it/*

Il sito contiene informazioni varie sull'Ateneo e servizi di utilità generale, come la Guida dello Studente, i programmi dei corsi, gli orari delle lezioni, l'elenco telefonico interno, e molti altri; è attivo anche un sistema di prenotazione esami per alcuni insegnamenti dell'Ateneo.

Altri siti di interesse per gli studenti sono:

Servizio Studenti	*http://www.sds.polito.it*
Facoltà di Architettura	*http://obelix.polito.it/*
Sistema Bibliotecario	*http://www.biblio.polito.it/*
Studenti del Politecnico	*http://www.poli.studenti.to.it/*

Tutti questi siti sono consultabili da un qualsiasi calcolatore collegato ad Internet, all'interno o all'esterno del Politecnico. In particolare, all'interno del Politecnico sono utilizzabili gli elaboratori di molti LAIB, quelli dei "Punti Internet" situati in alcuni corridoi dell'Ateneo, e quelli dei vari Dipartimenti.

POLITECNICO A CASA

Per favorire l'accesso a Internet degli studenti del Politecnico, l'Ateneo ha inoltre attivato il progetto Politecnico @ Casa che, mediante una convenzione con il Centro di Supercalcolo del Piemonte, permette a studenti e dipendenti di acquistare un abbonamento annuale Full Internet al prezzo per l'utente di lire 105.000. Tale abbonamento comprende:

- la possibilità di navigare 24 ore su 24;
- uno spazio Web personale;
- una casella di posta elettronica;
- il servizio di assistenza telefonica autogestito dagli studenti.

L'abbonamento può essere attivato presso il nodo di Torino, o, in alternativa, in un qualsiasi punto d'accesso "TIN".

Maggiori informazioni possono essere reperite:

- via Internet all'indirizzo *http://www.poli.studenti.to.it/policasa/*
- via posta elettronica scrivendo all'indirizzo *info@studenti.to.it*
- telefonando al servizio di Helpdesk al 011/564.7965
- recandosi all'ufficio di Politecnico@Casa in Corso Duca degli Abruzzi, 24. Torino (cortile interno di Piazzale Sobrero).

Il servizio Politecnico @ casa offre inoltre questi servizi gratuiti:

- casella di posta elettronica per tutti gli studenti
- Spazio Web sul sito degli studenti

entrambi gestibili dal LAIB o da qualsiasi computer connesso ad Internet.

Per richiedere l'attivazione è sufficiente presentarsi presso il suddetto ufficio.

ATTIVITÀ CULTURALI, DIDATTICHE E SOCIALI DEGLI STUDENTI

Il Politecnico mette a disposizione uno specifico budget destinato alle attività culturali, didattiche e sociali degli studenti.

Possono presentare richiesta di finanziamento le associazioni o i gruppi studenteschi che operano nelle sedi del Politecnico di Torino o siano composti in maggioranza da studenti iscritti all'Ateneo. Le iniziative da svolgere devono riguardare attività a carattere culturale, didattico o sociale che coinvolgano studenti del Politecnico di Torino e dovranno essere svolte all'interno dell'Ateneo, o comunque in luoghi che consentano un'ampia partecipazione studentesca.

Le richieste vengono valutate da un Comitato di gestione che esamina due volte all'anno, nei mesi di gennaio e giugno, le domande pervenute rispettivamente entro il 15 gennaio e il 15 giugno.

Tutte le pratiche relative ai fondi in oggetto sono gestite dal Circolo POLINCONTRI presso la propria sede (C.so Duca degli Abruzzi, 24 Torino), che rappresenta il punto di riferimento per la presentazione della documentazione e per le richieste di informazioni.

ASSOCIAZIONI E RAPPRESENTANZE STUDENTESCHE

Al Politecnico operano numerose associazioni studentesche, alcune rivolte indifferentemente a tutte le facoltà dell'ateneo, altre specifiche per le diverse facoltà o i diversi interessi di studio e di attività.

Le associazioni e le rappresentanze studentesche elette negli organi di governo dell'ateneo dispongono di alcuni locali per lo svolgimento delle loro attività, siti nel piazzale A. Sobrero, all'interno della sede centrale di Corso Duca degli Abruzzi 24.

Per mettersi in contatto rivolgersi all'ufficio dei rappresentanti degli studenti, tel. 564.7992.

C.U.S (CENTRO UNIVERSITARIO SPORTIVO)

Il Centro Universitario Sportivo ha come scopo la promozione della pratica sportiva amatoriale ed agonistica, come complemento allo studio, ed è rivolto agli studenti degli atenei torinesi.

Per lo svolgimento delle attività sportive il CUS si avvale di due impianti propri: uno sito a due passi dalla sede centrale del Politecnico, in Via Braccini 1, appena ristrutturato e dotato di palestra polifunzionale, pista di atletica leggera coperta, tavoli da ping pong, palestrina per body building, sale riunioni, segreterie, sala medica e fisioterapista in sede. L'altro impianto è invece in Via Panetti, 30 ed è dotato di pista di atletica all'aperto, campo da hochey su prato, campo da calcetto, quattro campi da tennis, palestra in parquet coperta, bar, terrazza e sala riunioni.

Per le attività che necessitano di altri impianti, il CUS Torino stipula convenzioni che permettono agli studenti di accedere a strutture solitamente piuttosto care a prezzi molto ridotti.

Le principali attività rivolte asgli studenti sono: atletica, aerobica, balli latino americani, calcio a cinque, cannottaggio, ginnastica generale, hochey su prato, nuoto, pallacanestro, pallavolo, paracadutismo, pattinaggio in linea, ping pong, sci e vela.

Per quanto riguarda gli orari ed i costi (modici) delle attività si rimanda all'opuscolo che sarà disponibile da settembre, presso tutte le sedi di lezione, presso le segreterie ed i box office CUS Torino.

La segreteria ha sede in Via Braccini, 1 e risponde allo 011/385.5566 38.6911 – fax 011/385.9401.

Esistono vari enti che erogano borse di studio e provvidenze a favore degli studenti del Politecnico, iscritti ai corsi di diploma universitario o di laurea, principalmente il Politecnico stesso e l'Ente regionale per il Diritto allo Studio Universitario (E.Di.S.U.), ma anche altri enti pubblici o privati, seppure con iniziative più sporadiche.

INIZIATIVE DEL POLITECNICO

Borse di studio

Il Politecnico di Torino gestisce direttamente, finanziandole con fondi propri, alcune iniziative di sostegno economico rivolte a studenti meritevoli e in condizioni economiche disagiate.

L'iniziativa più consistente è quella delle "borse di studio per l'acquisto di materiale didattico", circa 800 borse da 750.000 o 1.500.000 di lire ciascuna, erogate agli studenti nella forma del rimborso di spese sostenute per seguire gli studi.

Condizione per accedervi è avere una buona media negli esami sostenuti ed essere beneficiari di un esonero parziale dal pagamento delle tasse, secondo i parametri fissati nei bandi di concorso che vengono via via pubblicati.

Il bando di concorso per gli studenti del secondo anno e degli anni successivi è indicativamente pubblicato nel mese di ottobre, quello per gli studenti del primo anno invece nel febbraio successivo.

Collaborazioni part-time degli studenti

Un'altra iniziativa a favore degli studenti gestita e finanziata dal Politecnico è quella delle collaborazioni retribuite per attività di supporto alla didattica ed ai servizi resi dall'Ateneo.

Queste collaborazioni (circa 800 l'anno) sono riservate a studenti dei corsi di laurea o diploma iscritti almeno al terzo anno e comportano un'attività di 60, 120 oppure 150 ore retribuita sino ad un massimo di 2.700.000 lire.

I bandi di concorso vengono abitualmente pubblicati nel mese di maggio per collaborazioni che si svolgeranno nei successivi mesi estivi, e nel mese di luglio per collaborazioni che si svolgeranno lungo tutto l'anno accademico successivo.

Le graduatorie sono stilate in base al merito scolastico acquisito.

Per tutte le informazioni relative alle borse di studio ed alle collaborazioni part-time (bandi di concorso, presentazione delle domande, graduatorie...), gli studenti devono fare riferimento:

- alle bacheche che recano la scritta "BORSE DI STUDIO" situate nella sede centrale (corso Duca degli Abruzzi, 24 Torino) ed al Castello del Valentino (Viale Mattioli, 39 Torino)
- allo sportello 13 del Servizio Studenti in orario di servizio
- al sito internet ***http://www.sds.polito.it/tasse.html***

Altre iniziative di sostegno

Il Politecnico sostiene (in parte con fondi messi a disposizione da enti pubblici o privati) alcune iniziative indirizzate ad un numero più limitato di studenti: si tratta ad esempio di soggiorni di studio all'estero, svolgimento di particolari tesi di laurea, frequenza di corsi di perfezionamento post-universitari.

Non è possibile dare indicazioni precise in ordine ai tempi di pubblicizzazione e realizzazione di tali iniziative che sono forzatamente legati a fattori esterni all'Ateneo, tuttavia una apposita struttura del Servizio Studenti, l'Ufficio laureandi e laureati (tel. 011/564.7986 fax 011/5647990) è a disposizione per dare tutte le informazioni disponibili.

ENTE REGIONALE PER IL DIRITTO ALLO STUDIO UNIVERSITARIO (E.Di.S.U.)

In base alle vigenti leggi, il sostegno economico agli studenti universitari compete principalmente alle Regioni; l'E.Di.S.U. Piemonte amministra i fondi regionali ed eroga i servizi in materia, tra essi: borse di studio, posti letto nei collegi universitari, servizio mensa, prestito libri, sale di studio, servizi del centro stampa (dispense, fotocopie ecc.), assistenza sanitaria, attività culturali varie.

È importante ricordare che si tratta di un ente totalmente autonomo rispetto all'amministrazione del Politecnico, pertanto gli uffici del Politecnico non sono in grado di dare informazioni sulle materie di competenza dell'E.Di.S.U.

Tra i servizi che l'E.Di.S.U. gestisce presso la sede del Politecnico, in Corso Duca degli Abruzzi, è opportuno ricordare:

- un servizio di prestito libri di testo. Il periodo del prestito è di circa due mesi. Per informazioni rivolgersi alla sala studio del primo piano sopra la biblioteca centrale di C.so Duca degli Abruzzi 24;
- un ufficio decentrato, per fornire ed accettare le domande di concorso per i diversi servizi prima citati, aperto nei mesi da luglio ad ottobre;
- l'apertura, prevista nei primi mesi dell'a.a. 1999/2000, di un centro stampa che praticherà condizioni di particolare favore.

Informazioni più dettagliate, sono riportate nella "Guida ai Servizi" pubblicata dall'E.D.i.S.U. Piemonte. Essa può essere richiesta agli uffici di C.so Raffaello, 20 Torino nel seguente orario lunedì, mercoledì e venerdì 8.30/13.00- martedì e giovedì 8.30/15.00 (continuato).
Informazioni telefoniche: 011 653.1111
Sito internet ***http://www.eds.unito.it***

COLLEGIO UNIVERSITARIO "RENATO EINAUDI"

Il collegio offre ospitalità agli studenti universitari mettendo a disposizione vari servizi (lavanderia, cucine di piano, palestra...), supporti didattici (biblioteche, sale computer, Internet, posta elettronica) nonché facilitazioni per attività culturali, ricreative e sportive.

Gli studenti del Politecnico vengono per lo più ospitati nei locali di Via Galliari 30 (Architettura) e Via Bobbio e Corso Lione (Ingegneria).

Annualmente il collegio mette a disposizione un centinaio di nuovi posti di cui il 75% riservato alle matricole. La selezione è basata sul merito, la retta sul reddito.

Il vincitore potrà usufruire del posto per tutta la carriera scolastica se rispetterà le condizioni di merito previste dall'annuale bando di conferma.

Per informazioni e per partecipare al concorso rivolgersi alla Direzione, Via Maria Vittoria, 39 – 10123- Torino, tel.011/812.68.53 - fax 011/817.10.08
E-mail info@collegio-einaudi.torino.it a partire dal mese di giugno.

Per ulteriori informazioni consultare il sito web del Collegio:
http://www.collegio-einaudi.torino.it

LEGGE SULLA PRIVACY

Secondo quanto previsto dall'art. 10 della legge 675/1997 "Tutela delle persone e di altri soggetti rispetto al trattamento dei dati personali", si forniscono le seguenti informazioni circa il trattamento dei dati personali degli studenti.

Il Politecnico di Torino è titolare della banca dati, nella persona del Rettore con sede in C.so Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 Torino.

Il responsabile del trattamento dei dati relativi agli studenti è il responsabile del Servizio Studenti.

I dati raccolti e conservati sono i seguenti:

- dati anagrafici forniti dallo studente
- dati inerenti la precedente carriera scolastica, forniti dallo studente al momento dell'immatricolazione
- dati relativi alla carriera universitaria seguita al Politecnico di Torino (piani di studio, esami superati, titoli conseguiti)
- pagamenti effettuati per tasse, contributi, more, sanzioni
- eventuale autocertificazione della propria situazione economica famigliare resa dallo studente per ottenere la riduzione di tassa e contributo
- borse di studio ottenute dal Politecnico di Torino, dall'Ente per il diritto allo Studio Universitario o da altri enti
- collaborazioni part-time prestate al Politecnico di Torino
- eventuali sanzioni inflitte.

I dati di cui sopra sono utilizzati dal Politecnico di Torino solo al proprio interno, ed esclusivamente per le finalità proprie dell'istituzione: sono quindi forniti alle diverse strutture dell'ateneo le informazioni che sono loro necessarie per lo svolgimento delle attività di loro competenza, senza ulteriore informazione agli interessati.

I dati relativi agli studenti vengono comunicati all'esterno dell'ateneo nei seguenti casi:

- quando le richieste provengono da enti pubblici e i dati richiesti sono necessari al perseguimento dei fini istituzionali dell'ente richiedente; rientrano in questa fattispecie le informazioni scambiate periodicamente con l'Ente Regionale per il Diritto allo studio universitario e con il Ministero delle Finanze
- quando le richieste provengono dall'autorità giudiziaria.

Al momento dell'iscrizione all'esame di laurea verrà chiesto ai candidati di esprimere il loro consenso alla trasmissione di alcuni dati (espressamente indicati) a ditte o enti che ne facciano richiesta e che dichiarino di utilizzare i dati forniti solo al fine di attivare eventuali rapporti di lavoro o pubblicizzare attività formative/culturali.

Lo studente ha diritto di chiedere conferma dell'esistenza o meno di dati personali che lo riguardano, avanzando richiesta scritta al Responsabile del Servizio Studenti; puo' chiederne la cancellazione, il blocco o la modifica nei casi in cui ciò non pregiudica lo svolgimento del compito istituzionale del Politecnico di Torino.

ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI

Gli studenti iscritti presso questo Politecnico godono di assicurazione contro gli infortuni in base ad una polizza assicurativa che viene annualmente stipulata dall'Amministrazione.

Per l'anno accademico 1999/2000 è in corso di stipulazione una nuova polizza, valida per tutti gli studenti regolarmente iscritti, durante la loro permanenza nell'ambito dei locali dell'Ateneo, e/o durante la partecipazione ad esercitazioni e ad iniziative e manifestazioni indette e organizzate dal Politecnico di Torino.

Sono state richieste le garanzie in seguito descritte che comprendono gli infortuni che possono occorrere agli studenti durante:

- le attività svolte presso le sedi di altri Atenei in Italia e, in caso di permanenza all'estero, presso tutte le strutture Universitarie messe a disposizione dello studente dall'Università ospitante;
- la loro permanenza presso altre Università anche all'estero per attività svolte per conto del Politecnico;
- la loro partecipazione a manifestazioni e competizioni anche a carattere sportivo organizzate dal Politecnico o dal Circolo ricreativo Polincontri, con esclusione di sport pericolosi (quali ad esempio: pugilato, atletica pesante, alpinismo con scalata di rocce o ghiaccio, rugby, ecc);
- lo svolgimento delle collaborazioni effettuate dagli studenti ai sensi dell'art. 13 della L. 2 dicembre 1991 n. 390.

E' stata inoltre richiesta la copertura per il rischio in itinere, cioè gli infortuni che dovessero colpire gli assicurati durante il tragitto dall'abitazione anche occasionale al luogo di studio e viceversa, purché questi avvengano durante il tempo strettamente necessario a compiere il percorso per via ordinaria o con abituali mezzi locomozione, tanto privati che pubblici, prima o dopo l'orario di inizio e cessazione delle lezioni.

La suddetta polizza potrà essere estesa anche agli studenti provenienti da altre Università, anche straniere, inseriti temporaneamente nell'Ateneo, a condizione che ne facciano richiesta. Per l'attivazione della garanzia assicurativa detti studenti potranno rivolgersi a: Ufficio Contrattazione Passiva del Politecnico di Torino - C.so Duca degli Abruzzi 24 - Torino.

Alla data della pubblicazione della presente "Guida" la polizza di cui sopra risulta ancora in fase di perfezionamento, ferme restando le garanzie di base.

Gli studenti che attendono ad esercitazioni pratiche o ad esperienze tecnico-scientifiche presso i laboratori universitari sono, inoltre, assicurati presso l' I.N.A.I.L. contro gli infortuni che possono loro accadere durante lo svolgimento di tali attività (Testo Unico della legislazione infortuni, approvato con D.P.R. 30 giugno 1965 n. 1124, art. 4, comma 5°).

L'amministrazione provvede altresì, ai sensi dell' art. 18 della L. 24 giugno 1997 n. 196 e del relativo Regolamento di attuazione, alla copertura assicurativa contro gli infortuni sul lavoro presso l'I.N.A.I.L. a favore di studenti partecipanti a tirocini formativi e di orientamento organizzati dal Politecnico presso Aziende o Enti.

Gli studenti che devono svolgere le attività di cui al presente punto, ai fini dell'avvio della pratica per l'inserimento dei loro nominativi nell'apposita posizione assicurativa I.N.A.I.L., devono prendere contatti, con un congruo anticipo rispetto alla partenza, con l'Ufficio Stages istituito presso il COREP - C.so Duca degli Abruzzi 24 - Torino Tel. 011/564.5103 - Fax 011/564.5199.

In caso di infortunio, per adempiere a precise disposizioni di legge, è fatto obbligo di darne immediata comunicazione a: Servizio Prevenzione e Protezione del Politecnico di Torino - Telefono 011/564.6186 - 564.6085 – Fax 011/564. 6329 - 564.6319.

Si rammenta altresì che vanno segnalati al Servizio suddetto anche gli infortuni con prognosi di un solo giorno.

INFERMERIA

Il servizio di infermeria è stato attivato dal Politecnico presso la sede Toirno di Corso Duca degli Abruzzi, 24 ed è gestito dall'IPAC Associazione Infermieri professionali di Carmagnola.

Il servizio osserva il seguente orario continuato:
dal lunedì al venerdì dalle 8.00 alle 18.00.

Le prestazioni rivolte agli studenti sono:

- servizio di pronto soccorso;
- prestazioni sanitarie, terapia iniettiva e antitetanica dietro presentazione della richiesta del medico curante.

NORME DISCIPLINARI

Allo studente che viola norme regolamentari, statutarie o legislative sono applicate sanzioni disciplinari; le sanzioni sono inflitte per atti compiuti nei locali del Politecnico o altrove se i fatti sono attinenti alla qualità di studente universitario.

Agli studenti possono essere inflitte le seguenti sanzioni disciplinari:

- ammonizione;
- sospensione da uno o più esami di profitto per un periodo determinato; esclusione temporanea dall'utilizzo di servizi specificati (quali biblioteche, laboratori, ecc.) per un periodo determinato;
- esclusione temporanea o definitiva dalla possibilità di ottenere benefici economici dal Politecnico e/o l'assegnazione di collaborazioni part-time;
- esclusione temporanea dal Politecnico con inibizione di qualsiasi atto di carriera, compreso il trasferimento ad altra sede o altro corso di studio.

Le sanzioni inflitte non pregiudicano il diritto-dovere del Politecnico di rivolgersi all'autorità giudiziaria nel caso di reati civili o penali.

La giurisdizione disciplinare sugli studenti spetta al Rettore e al Senato Accademico. Il Senato accademico nomina, su proposta dei Rettore, una commissione di disciplina che avvia l'esame dei fatti a seguito di relazioni scritte a lei indirizzate.

La commissione deve convocare lo studente, per sentire le sue difese, prima di comunicare una sanzione. La sanzione eventualmente inflitta dalla commissione è comunicata dalla stessa allo studente per iscritto. Lo studente può proporre appello al Rettore, entro dieci giorni dalla notifica; la decisione del Rettore è inappellabile.

Le sanzioni disciplinari inflitte sono registrate nella carriera universitaria dello studente.

PIANI DI STUDIO DEL SETTORE DELL'INFORMAZIONE

ORGANIZZAZIONE DIDATTICA E PIANI DI STUDIO

Dall'anno accademico 1999/2000 l'ordinamento didattico dei corsi di laurea del Settore dell'Informazione è stato oggetto di una radicale trasformazione. Gli insegnamenti sono stati riorganizzati in moduli didattici, tutti quotati in crediti, impartiti in uno o più dei previsti quattro periodi didattici della durata di 7 settimane di effettiva attività didattica.

Ogni corso di laurea ha definito l'insieme dei moduli didattici obbligatori e opzionali e il numero dei crediti didattici corrispondenti che il piano di studio, formulato dallo studente, deve e può contenere per il conseguimento della laurea.

Il numero minimo di crediti necessari per ottenere la laurea è stato stabilito per ogni singolo corso di laurea in 300, comprensivo dei crediti attribuiti al lavoro di tesi che, in relazione al tipo di tesi svolto, può andare da un minimo di 10 a un massimo di 30.

Per l'anno accademico 1999/2000 tuttavia, in via transitoria per ovvie ragioni legate alla riorganizzazione delle procedure di gestione della carriera, lo studente sarà chiamato a formulare il proprio piano di studio secondo la precedente normativa relativa ai piani di studio individuali, che si riporta nel seguito.

Solo successivamente, presumibilmente nel corso del mese di novembre, a tutte le annualità già frequentate verranno attribuiti i relativi crediti didattici mentre le annualità che secondo il piano di studio presentato risulteranno ancora da frequentare verranno sostituite, a cura del Servizio Studenti, con i corrispondenti moduli didattici.

L'eventuale eccedenza di crediti didattici che a seguito di tale operazione potrà venirsi a creare potrà essere eliminata con la presentazione di un piano di studio per l'anno accademico 2000/2001 o, per gli studenti che si laureano nel corso dell'anno accademico 1999/2000, in sede di presentazione della domanda di laurea.

Per quanto sin qui esposto risulta evidente che il Settore dell'Informazione ha ritenuto di non predisporre dei piani di studio ufficiali per ogni singolo corso di laurea. Pertanto, tutti gli studenti che ancora seguono un piano di studio ufficiale che prevede delle scelte da effettuare prima dell'iscrizione all'anno di corso successivo, sono tenuti alla presentazione di un piano di studio individuale per l'anno accademico 1999/2000.

NORME GENERALI PER LA PRESENTAZIONE DEI PIANI DI STUDIO INDIVIDUALI

La modifica del piano di studio deve essere effettuata direttamente ai terminali self-service del Servizio Studenti decentrati nell'Ateneo utilizzando la funzione "PIANI DI STUDIO". L'operazione può essere ripetuta più volte (la proposta valida sarà quella introdotta per ultima). Il modulo che il terminale stampa, con l'eventuale diagnostica, deve essere presentato alla Segreteria Studenti **dall'1 al 30 luglio 1999**.

Lo studente può presentare un solo piano di studio in ciascun anno accademico; una seconda domanda erroneamente presentata ed erroneamente accettata dalla

Segreteria Studenti viene annullata qualunque sia il successivo iter che abbia potuto percorrere.

Gli insegnamenti non compresi nel piano di studio approvato dal Consiglio di Settore non verranno conteggiati ad alcun effetto, anche nel caso in cui il relativo esame sia stato sostenuto. Questa norma riguarda anche:

- gli esami sostenuti in altre sedi o facoltà prima di aver ottenuto il trasferimento presso questa Facoltà di Ingegneria, ma che non siano stati convalidati mediante la delibera di trasferimento;
- gli esami sostenuti presso questa Facoltà e che siano stati successivamente cassati mediante una variazione del piano di studio individuale.

Nel richiedere la modifica del piano di studio lo studente deve rispettare i seguenti criteri:

- fermo restando il fatto che il piano di studi deve articolarsi in cinque anni, il piano non deve contenere più di 8 annualità e meno di 3 annualità per ogni anno accademico e non deve contenere più di 4 annualità per ogni periodo didattico;
- le modifiche al piano di studio relative agli anni accademici già trascorsi possono consistere solo in cancellature; nuovi impegni di iscrizione e di frequenza possono essere assunti solo per periodi didattici successivi;
- gli insegnamenti frequentati negli anni accademici precedenti a quello in corso e cancellati mediante una precedente modifica del piano di studio, possono essere reinseriti solo negli anni in cui erano collocati inizialmente;
- se gli impegni di iscrizione e di frequenza non consentono di rispettare il limite massimo di 8 annualità per ogni singolo anno di corso, è necessario prevedere l'iscrizione come ripetente;
- è consentito l'inserimento di un massimo di 2 insegnamenti non previsti nel piano ufficiale degli studi di un dato corso di laurea purché:
- siano organicamente inquadrati nel piano di studio;
- non siano simili ad altri insegnamenti presenti nel piano di studio;
- siano impartiti presso altri corsi di laurea della facoltà di Ingegneria o presso altre facoltà universitarie cittadine;
- nel caso di insegnamenti impartiti in altre facoltà universitarie, questi siano oggettivamente diversi dai corsi disponibili presso la facoltà di Ingegneria del Politecnico;
- non possono essere inseriti, se non in soprannumero rispetto alle 29 annualità richieste per ogni corso di laurea, i corsi liberi tenuti ai sensi dell'art. 117 del T.U., a meno che detti corsi non siano stati dichiarati equivalenti ai normali insegnamenti impartiti presso la Facoltà;
- se il piano di studio prevede più di 29 annualità, devono essere indicati esplicitamente quegli insegnamenti che sono da considerarsi in soprannumero; il piano di studio deve comunque essere congruente con le regole generali e particolari di ogni corso di laurea anche prescindendo dagli insegnamenti soprannumerari.

Lo studente ricordi che:

il Consiglio di Settore dispone di una Commissione per l'esame dei piani di studio individuali che è delegata ad approvare direttamente quelle richieste di modifica che soddisfano le norme specifiche dettate dal Consiglio di Settore;

i piani che non soddisfano tali norme vengono esaminati dal Consiglio di Settore che terrà conto delle esigenze di formazione culturale e di preparazione professionale

dello studente e potrà a suo insindacabile giudizio approvare i piani che derogano dalle norme citate al punto precedente, oppure respingerli;

se la richiesta di modifica del piano di studio viene respinta, resta in vigore il piano di studi precedentemente seguito dallo studente;

la Commissione, prima di inoltrare un piano di studio al Consiglio di Settore, può convocare lo studente mediante avviso affisso nella bacheca ufficiale. Trascorsi 15 giorni dall'avvenuta affissione, la convocazione si intende legalmente notificata. Se lo studente non si presenta secondo le istruzioni indicate nell'avviso, la Commissione inoltra il piano non conforme alle norme, al Consiglio di Settore, la cui delibera in merito è inappellabile;

anche il semplice spostamento di un insegnamento da un anno all'altro, senza variazione del nome, costituisce un diverso piano di studio e comporta la presentazione della domanda di modifica entro i termini previsti;

poiché di anno in anno gli insegnamenti attivati in ogni Corso di Laurea possono variare, prima dell'inizio di ogni anno accademico lo studente è tenuto a verificare sul manifesto annuale degli studi che gli insegnamenti previsti nel suo piano di studio siano effettivamente attivati; in caso contrario egli è tenuto a presentare una domanda di modifica del suo piano onde adeguarlo alla nuova disponibilità di corsi.

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

I piani di studio devono contenere insegnamenti per almeno *300 crediti* compresa la tesi di laurea che può valere da 10 ad un massimo di 30 crediti.

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

Insegnamenti obbligatori al primo anno: **tab. 1**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
1,2	L0231	**Analisi matematica I**	12		
	L0620	**Chimica**			
1		Fondamenti di chimica	5		
2		Applicazioni e complementi di chimica	5	Mod. 1	
	L2300	**Geometria**			
3		Algebra lineare e geometria analitica A	6	L0231	
4		Algebra lineare e geometria analitica B	5	Mod. 1	
	L1901	**Fisica generale I**			
3		Meccanica	5		
4		Termodinamica	4	Mod. 1	
	L2170	**Fondamenti di informatica**			
1,2		Elementi di informatica	4		
3,4		Tecniche di programmazione e linguaggi	5	Mod. 1	

Insegnamenti obbligatori al secondo anno: **tab. 2**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L0232	**Analisi matematica II**			
1		Serie di funzioni	5	L2300	
2		Calcolo in più variabili	6	L2300	
	L1902	**Fisica generale II**			
1		Elettromagnetismo	5	L1901	
2		Fenomeni ondulatori	6	Mod. 1	
	L1790	**Elettrotecnica**			
1		Introduzione all'elettrotecnica	6	L0231 e L1902	
2		Fondamenti di elettrotecnica	5	Mod. 1	
4	L0234	**Analisi matematica III (r)**	5	L0232	
	L1441	**Dispositivi elettronici I**			
3		Materiali e dispositivi elettronici passivi	5	L1902	
4		Dispositivi e tecnologie per la microelettronica	7	Mod. 1	

Insegnamenti obbligatori al terzo anno: **tab. 3**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L5770	**Teoria dei circuiti elettronici**			
1		Teoria dei circuiti elettronici A	6	L1441	
2		Teoria dei circuiti elettronici B	5	Mod. 1	
	L5011	**Sistemi informativi I**			
3		Algoritmi fondamentali e loro programmazione in C	6	L2170	
4		Architettura dei microprocessori e reti di calcolatori	4	Mod. 1	
	L0531	**Campi elettromagnetici I**			
6		Circuiti a parametri distribuiti	5	L1790	
6		Guide d'onda e antenne elementari	4	Mod. 1	

Altri insegnamenti obbligatori: **tab. 4**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	LA410	**Elettronica**			
1		Amplificatori operazionali e alimentatori stabilizzati	6	L5770	
2		Elettronica digitale e tecnica delle forme d'onda	6	Mod. 1	
	L3670	**Misure elettroniche**			
1 o 3		Strumentazione elettronica di base	6	L5770	
2 o 4		Strumenti e metodi per le misure elettroniche	4	Mod. 1	
	L4540	**Reti logiche**			N4540
3		Reti logiche A	5	L2170	
4		Reti logiche B	5	Mod. 1	
	N4540	**Reti logiche**			L4540
3		Progetto di sistemi digitali 1	5	L5011	
4		Progetto di sistemi digitali 2	6	Mod. 1	

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 5**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F5955	**Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)**			
3		Termodinamica applicata	5	L1902	
4		Acustica applicata e illuminotecnica	4	L1902	
	LA240	**Fondamenti di meccanica teorica e applicata**			
3		Teoria dei sistemi meccanici	4		
4		Meccanica applicata	5	Mod. 1	

Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 6**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
1		Il sistema economico italiano	7		
2		Lettura del bilancio ai fini gestionali	2	Mod. 1	
	N1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
3		Organizzazione e strategia	5		
4		Bilancio e compatibilità *oppure*	2	Mod. 1	
4		Analisi degli investimenti	2	Mod. 1	
	F3040	**Istituzioni di economia**			
3,4		Istituzioni di economia A	7		
4		Istituzioni di economia B	2	Mod. 1	

almeno 13 crediti fra: **tab. 7**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L0510	**Calcolo numerico**			
1		Calcolo numerico A	5	L0232 e L2170	F0514
2		Calcolo numerico B	5	Mod. 1	
4	F0514	**Calcolo numerico (r)**	5	L0231 e L2170	L0510
	F0490	**Calcolo delle probabilità**			
3		Calcolo delle probabilità	4	L0232	L0494
4		Modelli probabilistici e statistici	4	Mod. 1 o L0494	
3	L0494	**Calcolo delle probabilità (r)**	4		F0490

almeno 20 crediti fra: **tab. 8**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L5801	**Teoria dei segnali I**			L0801
1		Teoria dei segnali a tempo continuo (ELN)	6	L0234 o L0494 o F0490	
2		Teoria dei segnali numerici (ELN)	6	Mod. 1	
	L0801	**Comunicazioni elettriche (gen.)**			L5801
3		Trasmissioni analogiche e PCM	5	L0234	e
4		Trasmissioni numeriche e compressione dati	6	Mod. 1	L0802
	L0802	**Comunicazioni elettriche (spec.)**			L0801
3		Modulazioni analogiche (ELN)	5	L5801	
4		Modulazioni numeriche (ELN)	6	Mod. 1	
	F0810	**Comunicazioni ottiche**			
3		Trasmissione ottica a breve a distanza	5	L0531 e L0802	
4		Trasmissione ottica a lunga distanza ed alta capacità	5	Mod. 1	
	F4531	**Reti di telecomunicazioni I**			N4521
1		Architetture e protocolli	4	L5801	
2		Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	Mod. 1	
	F4532	**Reti di telecomunicazioni II**			
3		Modelli Markoviani	5	F4531 o N4521 e mod. 2 di L5801	
4		Modelli a reti di code e reti di Petri	5	Mod. 1	
	F4850	**Sistemi di commutazione**			
1		Commutazione di circuito e segnalazione	4	L0801 o L0802	
2		Commutazione di pacchetto a cella	5	Mod. 1	
	F4901	**Sistemi di radiocomunicazione I**			
1		Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiviva	5	L0801 o L0802	
2		Compatibilità elettromagnetica dei ricevitori	4	Mod. 1	
	F4902	**Sistemi di radiocomunicazione II**			
3		Trasmissione sul canale radiomobile	5	L0801 o L0802	
4		Reti radiomobili cellulari	4	F4531	

segue tab. 8

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L4920	**Sistemi di telecomunicazione**			
1		Ponti radio e satelliti	5	L0802	
2		Sistemi radar e radioaiuti alla navigazione	4	L0802	
1,2		Simulazione di sistemi di trasmissione	4	Mod. 1 anche fatto in parallelo	
	F5730	**Telematica**			
3		Strumenti per l'offerta di servizi telematici	5	F4531 o N4521	
4		Qualità di servizio in reti telematiche	4	F4531 o N4521	
	F5802	**Teoria dei segnali II**			
1		Analisi statistica dei segnali	5	L5801	
2		Analisi nel piano tempo-scala	4	Mod. 1	
	F5870	**Teoria dell'informazione e codici**			
3		Fondamenti di teoria dell'informazione e codici	4	L0801 o L0802	
4		Codici a blocco e crittografia	5	Mod. 1	
	F6040	**Trasmissione numerica**			
1		Codici di canale	6	L0802	
2		Trasmissione numerica su canali "reali"	5	L0802	

almeno 11 crediti fra: **tab. 9**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L5811	**Teoria dei sistemi (continui) ***			L0841
1		Descrizione dei sistemi	4	L0234	
2		Proprietà strutturali di sistemi	4	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di teoria dei sistemi	4	Moduli 1,2	
	L0841	**Controlli automatici (gen.)**			L5811
3		Analisi dei sistemi dinamici (ELN)	5	L1790 e L0234	e L0842
4		Fondamenti di progettazione	6	Mod. 1	

segue tab. 9

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
3 4	L0842	**Controlli automatici (spec.)** Analisi di sistemi lineari con retroazione Progetto di sistemi di controllo (specialisti)	 5 6	 L5811 Mod. 1	L0841
1 2	N0370	**Automazione industriale** Teoria dell'automazione industriale Aspetti applicativi e sviluppo di casi	 5 6	 L0841 o L0842 Mod. 1	
3 4	N0390	**Azionamenti elettrici per l'automazione** Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata	 5 5	 N0841 o N0842 Mod. 1 e L3130	
1 2	N0850	**Controllo dei processi** Metodologie e progetto del controllo dei processi Progetto del controllo di un processo	 4 5	 L0841 o L0842 Mod. 1	
3 4	N0870	**Controllo digitale** Fondamenti di controllo digitale Complementi di controllo digitale	 5 5	 L0841 o L0842 Mod. 1	
1 2	NA610	**Modellistica e simulazione** Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	 5 5	 L5811 Mod. 1	
3 4	NA700	**Ottimizzazione nei sistemi di controllo** Fondamenti di controllo ottimo Tecniche avanzate di controllo ottimo	 4 5	 L0842 Mod. 1	
1 2	N4580	**Robotica industriale** Modellistica dei manipolatori industriali Controllo dei manipolatori industriali	 5 5	 L0841 o L0842 Mod. 1	

* L5811 richiede obbligatoriamente di essere seguito da L0842

almeno 9 crediti fra: **tab. 10**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L0270	**Antenne**			
1		Antenne ad apertura	6	L0531	
2		Antenne filiformi, a microstriscia. Schiere	4	Mod. 1	
	L0760	**Compatibilità elettromagnetica**			
3		Introduzione alla compatibilità elettromagn.	5	L1790 e L0531	
4		Fondamenti di compatibilità elettromagnetica	5	Mod. 1	
	L0770	**Componenti e circuiti ottici**			
1		Propagazione di fasci ottici	5	L0531	
2		Componenti per ottica integrata	5	Mod. 1	
	L3570	**Microonde**			
1		Propagazione guidata e compon. a microonde	5	L0531	
2		Circuiti a microonde	5	Mod. 1	
	LA760	**Modelli numerici per l'elettromagnetismo**			
3		Modelli di componenti passivi in strutt. guidanti	5	L0531	
4		Modelli di strutture irradianti	4	Mod. 1	
	L4360	**Propagazione**			
3		Progettazione troposferica e ionosferica	5	L0531	
4		Effetti propagativi nei sistemi di telecomun.	4	Mod. 1	
	L5750	**Telerilevamento e diagnostica elettromagn.**			
1		Telerilevamento: fondamenti teorici	5	L0531	
2		Telerilevamento e diagnostica ambientale	5	Mod. 1	

almeno 10 crediti fra: **tab. 11**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L1730	**Elettronica dei sistemi digitali**			
3		Elettronica ad alta velocità	5	LA410 e L4540 o N4540	
4		Progettazione di sistemi digitali	5		
	L6120	**Elettronica delle microonde**			
3		Dispositivi alle alte frequenze e optoelettronici	5	Mod. 2 di L1441	
4		Elettronica delle microonde	5	Mod. 2 di L1441 e L0531	
	L1740	**Elettronica delle telecomunicazioni**			
3		Circuiti non lineari e convertitori A/D/A	4	LA410	
4		PLL e interconnessioni	7	LA410	
	L3560	**Microelettronica**			
3		Dispositivi e circuiti di base	5	LA410	
4		Moduli funzionali complessi e strumenti CAD	5	Mod. 1	
	L3870	**Optoelettronica**			
3		Laser a semiconduttore	5	L0531 e mod. 2 di L1441	
4		Amplificazione, modulazione e rivelazione ottica	5	L0531 e mod. 2 di L1441	

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalle seguenti tabelle:

Insegnamenti di informatica: **tab. 12**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	N0410	**Basi di dati**			
3		Architettura delle basi di dati	5	L5011	
4		Il progetto delle basi di dati	5	Mod. 1	
	N2850	**Informatica grafica**			
1		Sintesi dell'immagine	5	L5011	
2		Analisi dell'immagine	4	L5011	
	N2941	**Ingegneria del software I**			
3		Ingegneria del software	6	L5011	
4		Sviluppo del software in C++ e JAVA	5	L5011	
	N3000	**Intelligenza artificiale**			
3		Elementi di intelligenza artificiale	6	L5011	
4		Riconoscimento di immagini	3	Mod. 1	
	N4521	**Reti di calcolatori I**			F4531
3		Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	5	L5011	
4		Protocolli per le applicazioni su Internet	5	L5011	
	N4522	**Reti di calcolatori II**			
1		Reti di calcolatori II A	5	N4521 o F4531	
2		Reti di calcolatori II B	5	Mod. 1	
	N4883	**Sistemi di elaborazione (distribuiti)**			
1		Architettura dei sistemi distribuiti	4	N4521	
2		Sicurezza delle reti e commercio elettronico	5	Mod. 1	
	F5012	**Sistemi informativi II**			
3		Programmazione ad oggetti	4	L5011	
4		Sistemi operativi	3	Mod. 1	
4		Architettura dei sistemi di elaborazione	3	Mod. 2	
	N5030	**Sistemi operativi**			
1		Architettura dei sistemi operativi	6	L5011	
2		Progetto di sistemi operativi	6	Mod. 1	
	N5050	**Sistemi per la progettazione automatica**			
1		Collaudo di sistemi digitali 1	4	Mod. 2 di N4540	
2		Collaudo di sistemi digitali 2	5	Mod. 1	

Insegnamenti di misure: **tab. 13**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L3620	**Misure a iperfrequenze**			
3		Fondamenti delle misure a microonde	4	L3570 e mod. 2 di L3670	
4		Tecniche di caratterizzazione di componenti a microonde	5	Mod. 1	
	L3700	**Misure su sistemi di trasmiss. e telemisure**			
3		Sistemi di radionavigazione e sincronizzazione	3	L3670	
4		Strumentazione per telecomunicazioni	6	Mod. 1	
	L4700	**Sensori e trasduttori**			
1		Sensoristica classica	5	Mod. 2 di L3670	
2		Sensori ottici	5	Mod. 1	
	L5260	**Strumentazione e misure elettroniche**			
1		Strumentazione programmabile	4	LA410	
2		Sistemi per l'acquisizione dati	5	LA410	

altri insegnamenti: **tab. 14**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L0220	**Analisi funzionale**			
1		Analisi funzionale lineare	4	L0234	
2		Equazioni alle derivate parziali	4	L0232	
	L0300	**Architettura dei sistemi integrati**			
1		Architettura dei sistemi integrati	4	L1730 o L3560	
2		Tecnologia dei sistemi integrati	3	Mod. 1	
1,2		Progetto di sistemi integrati	3	Mod. 1 o Mod. 2	
4	E1754	**Elettronica dello stato solido (r)**	5	L1441	
	L1570	**Elaborazione dati e segnali biomedici**			
3		Nozioni basi di elaborazione e alimentatori stabilizzati	4	LA410	
4		Tecniche avanzate di elaborazione dei segnali biomedici	5	Mod. 1	
	L1760	**Elettronica di potenza**			
1		Interruttori e amplificatori	4	LA410	
2		Alimentatori a commutazione	6	LA410	

segue tab. 14

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	F1940	**Fisica dei laser**			
1		Fisica dei laser A	4	L1902	
2		Fisica dei laser B	5	Mod. 1	
3	E1994	**Fisica delle superfici (r)**	5	L1902	
	L2000	**Fisica dello stato solido**			
3		Fisica dello stato solido A	5	L1902	
4		Fisica dello stato solido B	4	Mod. 1	
	L2030	**Fisica matematica**			
1		Modelli matematici A	3	L0232	
2		Modelli matematici B	3	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di fisica matematica	3	Mod. 1	
	L3130	**Macchine elettriche**			
1		Macchine elettriche in regime stazionario	5	L1790	
2		Macchine elettriche in regime dinamico	4	Mod. 1	
	LA690	**Meccanica quantistica**			
1		Meccanica quantistica A	5	L1902	
2		Meccanica quantistica B	5	Mod. 1	
	N8720	**Ottimizzazione**			
3		Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	N4550	
4		Localizzazione scheduling e programmazione non lineare	5	Mod. 1	
	FA290	**Reti elettriche non lineari**			
3		Fondamenti di circuiti non lineari	4	L5770	
4		Dinamica di circuiti non lineari	4	Mod. 1	
	N4550	**Ricerca operativa**			
1		Programmazione lineare e allocaz. di risorse	5	L2300	
2		Flusso su reti e elementi di programmazione intera	5	Mod. 1	
	L5240	**Strumentazione biomedica**			
1		Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi	5	LA410	
2		Strumentazione biomedica	4	Mod. 1	
	E5341	**Struttura della materia (sper.)**			
3		Proprietà strutturali, elettroniche e fononiche dei materiali	4	L1902	
4		Caratteriz. di materiali per tecnologie avanzate	5	L1902	

segue tab. 14

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L5691	**Tecnologia e materiali per l'elettronica I**			
1		Processi tecnologici	5	L1441	
2		Tecnologia dei dispositivi	5	Mod. 1	
	E5692	**Tecnologia e materiali per l'elettronica II**			
3		Proprietà e problematiche d'uso dei materiali	5	Mod. 1 di L5691	
4		Fasi cristalline e caratterizzazioni dei materiali	4	Mod. 1 di L5691	

Non più di 10 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 15**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti
3,4	UM016	Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Il concetto di simmetria dall'antichità a oggi) (r)	5
3,4	UM017	Estetica (r)	5
3,4	UM018	Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)	5
1,2	UM019	Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2	UM020	Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2,	UM021	Propedeutica filosofica (Introduz. al pensiero contemporaneo) (r)	5
1,2	UM022	Sociologia del lavoro (r)	5
1,2	UM023	Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)	5
1,2	UM024	Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)	5
3,4	UM025	Storia contemporanea (r)	5
3,4	UM026	Storia della filosofia contemporanea (r)	5
1,2	UM027	Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)	5
1,2,	UM028	Storia della tecnica B (Macchine e sistemi industriali) (r)	5
1,2	W9721	Sociologia urbana (r)	5
1,2	G5200	Storia dell'architettura	10
1,2	W2091	Storia dell'architettura contemporanea	10
1,2	GA500	Storia della città e del territorio	10
1,2	W3731	Teoria e storia del restauro/Restauro architettonico (i) (r)	5
3,4	W2711	Storia dell'architettura moderna (r)	5
3,4	W2141	Storia dell'urbanistica	10
	LA740	Lingua inglese (Advanced English Test - Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)	10
	LA730	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF)	10
	LA750	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)	10

Fino a un massimo di 10 crediti dalla seguente tabella **tab. 16**

Codici	Titolo	Crediti
LA804	Stage aziendale I	5
LA806	Stage aziendale II	5

Orientamento mirante al conseguimento del Master of science EECS della UIC

I corsi seguiti nell'ambito di tale programma vengono valutati globalmente come 90 crediti; di questi, 65 possono essere utilizzati dallo studente per soddisfare parte dei requisiti di cui alle tabelle 5-6-9-10 secondo quanto approvato annualmente dal Consiglio di Settore e 25 possono essere utilizzati come crediti derivanti dallo svolgimento della tesi di laurea.

Orientamento mirante al conseguimento della doppia laurea con EURECOM

Insegnamenti obbligatori al 4° anno (1° semestre a Torino): **tab. 17**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	LA410	**Elettronica**			
1		Amplificatori operazionali e alimentatori stabilizzati	6	L5770	
2		Elettronica digitale e tecnica delle forme d'onda	6	Mod. 1	
	F4531	**Reti di telecomunicazioni I**			N4521
1		Architetture e protocolli	4	L5801	
2		Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	Mod. 1	

Più un insegnamento fra:

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L0270	**Antenne**			
1		Antenne ad apertura	6		
2		Antenne filiformi, a microstriscia. Schiere	4		
	L0770	**Componenti e circuiti ottici**			
1		Propagazione di fasci ottici	5	L0531	
2		Componenti per ottica integrata	5	Mod. 1	
	L3570	**Microonde**			
1		Propagazione guidata e compon. a microonde	5	L0531	
2		Circuiti a microonde	5	Mod. 1	
	L5750	**Telerilevamento e diagnostica elettromagn.**			
1		Telerilevamento: fondamenti teorici	5	L0531	
2		Telerilevamento e diagnostica ambientale	5	Mod. 1	

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

Insegnamenti obbligatori al 4° anno (2° semestre a Eurecom): **tab. 18**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
1		Il sistema economico italiano	7		
2		Lettura del bilancio ai fini gestionali	2	Mod. 1	
	F5802	**Teoria dei segnali II**			
1		Analisi statistica dei segnali	5	L5801	
2		Analisi nel piano tempo-scala	4	Mod. 1	
	L6120	**Elettronica delle microonde**			
3		Dispositivi alle alte frequenze e optoelettronici	5	Mod. 2 di L1441	
4		Elettronica delle microonde	5	Mod. 2 di L1441 e L0531	
		OPPURE			
	L1740	**Elettronica delle telecomunicazioni**			
3		Circuiti non lineari e convertitori A/D/A	4	LA410	
4		PLL e interconnessioni	7	LA410	

Insegnamenti obbligatori al 5° anno (1° semestre a Eurecom secondo la specializzazione scelta):

Multimedia

Codici	Titolo	Crediti
L3670	Misure elettroniche	10
F1590	Elaborazione numerica dei segnali	9
LA810	Tecnologie e applicazioni multimediali	10

Corporate Communication

Codici	Titolo	Crediti
L3670	Misure elettroniche	10
LA780	Reti d'impresa	10
LA770	Pianificazione ed economia delle reti	10

Mobile

Codici	Titolo	Crediti
L3670	Misure elettroniche	10
F4902	Sistemi di radiocomunicazione II	9
LA790	Reti e servizi per comunicazioni mobili	10

al 5° anno (2° semestre a Eurecom):

Stage aziendale

al 6° anno ulteriori insegnamenti per completare il curriculum da concordare con la commissione *"Rapporti Internazionali e Riconoscimento Studi all'Estero"*:

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

Si riporta nel seguito, al fine di facilitare la formulazione di un piano di studio individuale, la relativa normativa in vigore nell'anno accademico 1998/99 aggiornata, per ciò che riguarda gli insegnamenti attivati, all'anno accademico 1999/2000.

I piani di studio devono contenere almeno 29 annualità.

Sono obbligatorie le seguenti annualità:

- Annualità obbligatorie al primo anno:

1	**L0231**	Analisi matematica I
1	**L0620**	Chimica
2	**L2300**	Geometria
2	**L1901**	Fisica generale I
0	**L2170**	Fondamenti di informatica

- Annualità obbligatorie al secondo anno:

1	**L0232**	Analisi matematica II
1	**L1902**	Fisica generale II
1	**L1790**	Elettrotecnica
2	**L0234**	Analisi matematica III (r)
2	**L1441**	Dispositivi elettronici I

- Annualità obbligatorie al terzo anno:

1	**L5770**	Teoria dei circuiti elettronici
2	**L5011**	Sistemi informativi I
2	**L0531**	Campi elettromagnetici I

- Almeno una annualità tra:

1	**L5801**	Teoria dei segnali I *
1	**L5811**	Teoria dei sistemi (continui) *

- Annualità obbligatorie al quarto anno:

1	**LA410**	Elettronica
1	**L3671**	Misure elettroniche (gen)
	oppure	
2	**L3672**	Misure elettroniche (spec)
2	**L4540**	Reti logiche

- Almeno una annualità tra:

2	**L0801**	Comunicazioni elettriche (gen.)
2	**L0802**	Comunicazioni elettriche (spec.)

- Almeno una annualità tra:

2	**L0841**	Controlli automatici (gen.)
2	**L0842**	Controlli automatici (spec.)

* La scelta del corso di Teoria dei segnali I richiede il successivo inserimento di L0802 Comunicazioni elettriche (spec.) e L0841 Controlli automatici (gen.) mentre la scelta di Teoria dei sistemi comporta l'inserimento di L0801 Comunicazioni elettriche (gen.) e L0842 Controlli automatici (spec.).

Almeno 1,5 annualità da inserire prima del quarto anno:

1	**L0510**	Calcolo numerico ***oppure***
2	**F0514**	Calcolo numerico (r)
e		
2	**L0494**	Calcolo delle probabilità (r) ***oppure***
2	**F0490**	Calcolo delle probabilità

- Almeno una delle seguenti annualità:

2	**F5955**	Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)
2	**LA240**	Fondamenti di meccanica teorica e applicata

- Una annualità a scelta tra:

1	**L0270**	Antenne
1	**L0770**	Componenti e circuiti ottici
1	**L3570**	Microonde
1	**L5750**	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
2	**LA760**	Modelli numerici per l'elettromagnetismo
2	**L0760**	Compatibilità elettromagnetica
2	**L4360**	Propagazione

- Una annualità a scelta tra:

2	**L6120**	Elettronica delle microonde
2	**L1730**	Elettronica dei sistemi digitali
2	**L1740**	Elettronica delle telecomunicazioni
2	**L3560**	Microelettronica
2	**L3870**	Optoelettronica

- Almeno una annualità del gruppo a carattere economico:

1	**L1530**	Economia ed organizzazione aziendale
2	**N1530**	Economia ed organizzazione aziendale
2	**F3040**	Istituzioni di economia

- I restanti corsi necessari per totalizzare almeno 29 annualità sono a libera scelta dalle tabelle A, B, C, D, H e L ma non più di uno dalla tabella H oppure uno dalla tabella L.
- Ciascun studente può inserire, nel proprio piano di studi, fino un massimo di due insegnamenti impartiti presso altri Corsi di Laurea del Politecnico di Torino o presso altre facoltà universitarie. In questo ultimo caso, lo studente deve allegare alla domanda sia un'articolata motivazione delle proprie scelte, sia copia dei programmi degli insegnamenti inseriti, opportunamente controfirmati dai docenti dei medesimi.
- Ciascun studente può inserire nel piano di studi individuale fino un massimo di due stage, secondo le modalità approvate dal Consiglio di Settore. Uno stage è equivalente a 0,5 annualità.

Tabella A (I periodo didattico)

L0220	Analisi funzionale
L0270	Antenne
L0300	Architettura dei sistemi integrati
N0370	Automazione industriale
L0770	Componenti e circuiti ottici
N0850	Controllo dei processi
L1760	Elettronica di potenza
H1770	Elettronica industriale di potenza
F1940	Fisica dei laser
L2030	Fisica matematica
L2150	Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
N2850	Informatica grafica
LA690	Meccanica quantistica
L3130	Macchine elettriche
L3570	Microonde
N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale[1]
NA610	Modellistica e simulazione
F4522	Reti di calcolatori II
F4531	Reti di telecomunicazioni I[2]
N4550	Ricerca operativa
N4580	Robotica industriale
L4700	Sensori e trasduttori
F4850	Sistemi di commutazione
F4901	Sistemi di radiocomunicazioni I
L4920	Sistemi di telecomunicazioni
N5030	Sistemi operativi
N5050	Sistemi per la progettazione automatica
L5240	Strumentazione biomedica
L5260	Strumentazione e misure elettroniche[1]
L5691	Tecnologie e materiali per l'elettronica I
L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
L5801	Teoria dei segnali I
L5811	Teoria dei sistemi (continui)
F6040	Trasmissione numerica

Tabella B (II periodo didattico)

FA304 Acustica applicata e illuminotecnica (r)[3]
N0390 Azionamenti elettrici per l'automazione
N0410 Basi di dati
L0760 Compatibilità Elettromagnetica
F0810 Comunicazioni ottiche
N0870 Controllo digitale
E1445 Dispositivi elettronici II/Elettronica allo stato solido (i)[4]
L1570 Elaborazione dati e segnali biomedici
L1730 Elettronica dei sistemi digitali
L1740 Elettronica delle telecomunicazioni
L6120 Elettronica delle microonde[4]
E1994 Fisica delle superfici (r)
L2000 Fisica dello stato solido
N2941 Ingegneria del software I
N3000 Intelligenza artificiale
L3200 Meccanica analitica
L3560 Microelettronica
L3620 Misure a iperfrequenze
L3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
LA760 Modelli numerici per l'elettromagnetismo
L3870 Optoelettronica
N8720 Ottimizzazione
NA700 Ottimizzazione nei sistemi di controllo
L4360 Propagazione
N4521 Reti di calcolatori I[2]
F4532 Reti di telecomunicazioni II
FA290 Reti elettriche non lineari
F4902 Sistemi di radiocomunicazione II
F5012 Sistemi informativi II
E5341 Struttura della materia (sper.)
Q5404 Superconduttività (r)
E5692 Tecnologie e materiali per l'elettronica II
F5730 Telematica
F5802 Teoria dei segnali II
N5812 Teoria dei sistemi (discreti)
F5870 Teoria dell'informazione e codici
F5954 Termodinamica applicata (r)[3]
F5955 Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)[3]

Note

1 I corsi **N3690** *Misure per l'automazione e la produzione industriale* e **L5260** *Strumentazione e misure elettroniche* sono incompatibili.
2 I corsi **F4531** *Reti di telecomunicazioni I* e **N4521** *Reti di calcolatori I* sono incompatibili.
3 Il corso **F5955** *Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)* è incompatibile con i due corsi ridotti: **L5954** *Termodinamica applicata (r)* - **FA304** *Acustica applicata e illuminotecnica (r).*
4 I corsi **E1445** *Dispositivi elettronici II/Elettronica allo stato solido (i)* e **L6120** *Elettronica delle microonde* sono incompatibili.

Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

Tabella C Corsi più generali del 1° semestre

B0050	Aerodinamica
G0311	Architettura e composizione architettonica I
P0350	Automazione a fluido
H0400	Azionamenti per trazione elettrica
P1165	Criogenia/Tecnica del freddo (i)
B1250	Dinamica del volo
M1490	Economia dell'impresa
MA390	Economia ed organizzazione dei servizi
RA380	Ecologia applicata
D2190	Fotogrammetria
M2460	Gestione industriale della qualità
D2490	Idraulica
H2780	Impianti per la cogenerazione e il risparmio energetico
P3100	Logistica industriale
P3280	Meccanica dei robot
Q3390	Meccanica statistica
P4090	Produzione assistita da calcolatore
R4470	Recupero delle materie prime secondarie
E4590	Scienza dei materiali
E4630	Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
M5020	Sistemi integrati di produzione
P5410	Tecnica del controllo ambientale
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti

Tabella D Corsi più generali del 2° semestre

H0290	Applicazioni industriali elettriche
P0450	Biomeccanica
D0580	Cartografia numerica
H0890	Conversione statica dell'energia elettrica
E0910	Corrosione e protezione dei materiali metallici
P1040	Costruzioni biomeccaniche
R1220	Dinamica degli inquinanti
P1810	Energetica
D2200	Fotogrammetria applicata
H2370	Gestione dei progetti di impianto
D2500	Idraulica ambientale
H2710	Impianti elettrici a media e bassa tensione
H2701	Impianti elettrici I
H2720	Impianti industriali
F3040	Istituzioni di economia
MA460	Metodi e modelli per il supporto alle decisioni
MA270	Nozioni giuridiche fondamentali
E3880	Ottica
P3910	Pianificazione dei trasporti
R3920	Pianificazione e gestione delle aree metropolitane
E4370	Proprietà termofisiche dei materiali

E4681	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici I
R4740	Sicurezza e analisi di rischio
M4960	Sistemi elettrici industriali
H4980	Sistemi elettrici per l'energia
M5175	Statistica aziendale/Marketing industriale (i)
C5440	Tecnica della sicurezza ambientale
D6021	Topografia A
G6090	Urbanistica

Tabella H 1° o 2° periodo didattico

1	**UM019**	Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)
1	**UM020**	Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)
1	**UM021**	Propedeutica filosofica (Introduzione al pensiero contemporaneo) (r)
1	**UM022**	Sociologia del lavoro (r)
1	**UM023**	Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)
1	**UM024**	Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)
1	**UM027**	Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)
1	**UM028**	Storia della tecnica B (Macchine e sistemi industriali) (r)
1	**GA500**	Storia della città e del territorio
1	**G5200**	Storia dell'architettura
1	**W2091**	Storia dell'architettura contemporanea (°)
1	**W3731**	Teoria e storia del restauro/Restauro architettonico (i) (r) (°)
2	**UM016**	Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Il concetto di simmetria dall'antichità ad oggi) (r)
2	**UM017**	Estetica (r)
2	**UM018**	Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)
2	**UM025**	Storia contemporanea (r)
2	**UM026**	Storia della filosofia contemporanea (r)
2	**W9721**	Sociologia urbana (r) (°)
2	**W2711**	Storia dell'architettura moderna (r) (°)
2	**W2141**	Storia dell'urbanistica (°)

(°) Insegnamenti della facoltà di Architettura

N.B. – I moduli "B" degli insegnamenti umanistici possono essere inseriti nei piani di studio solo se accompagnati da corrispondenti moduli "A" che sono ad essi, sotto ogni punto di vista, propedeutici.

In alternativa alle materie della tabella H, lo studente può inserire nel proprio piano degli studi una delle seguenti discipline linguistiche. Il corso si intende "superato" esibendo alla Commissione Lingue straniere del Consiglio di Settore dell'Informazione, il certificato a fianco di ciascuna indicato.

Tabella L

1 - 2	**LA740**	Lingua inglese (Advanced English Test – Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)
1 - 2	**LA730**	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF
1 - 2	**LA750**	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)

Tabella delle precedenze

		Precedenze
L0220	Analisi funzionale	L0234
L0270	Antenne	L0531
L0300	Architettura dei sistemi integrati	N4540
N0370	Automazione industriale	L0841 o L0842
N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione	L3130
N0410	Basi di dati	N4540
L0532	Campi elettromagnetici II	L0531
L0760	Compatibilità elettromagnetica	L0531
L0770	Componenti e circuiti ottici	L0531
F0810	Comunicazioni ottiche	L0802
N0850	Controllo dei processi	L0842
N0870	Controllo digitale	L0841 o L0842
E1445	Dispositivi elettronici II/Elettr. allo stato solido (i)	L1441
L1570	Elaborazione dati e segnali biomedici	L5801
F1590	Elaborazione numerica dei segnali	L0802
L1730	Elettronica dei sistemi digitali	LA410
L6120	Elettronica delle microonde	L1441
L1740	Elettronica delle telecomunicazioni	LA410
L1760	Elettronica di potenza	LA410
H1770	Elettronica industriale di potenza	LA410
F1940	Fisica dei laser	L1902
E1994	Fisica delle superfici (r)	L1902
L2000	Fisica dello stato solido	LA690
L2030	Fisica matematica	L1902
L2150	Fondam. della misurazione e metrologia gen. elettrica	L3672
N2941	Ingegneria del software I	N5030
N3000	Intelligenza artificiale	N5030
LA690	Meccanica quantistica	L1902
L3130	Macchine elettriche	L1790
L3200	Meccanica analitica	LA240
L3560	Microelettronica	LA410
L3570	Microonde	L0531
L3620	Misure a iperfrequenze	L3671 o L3672
L3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure	L3672
NA610	Modellistica e simulazione	L5811
L3870	Optoelettronica	L0531
NA700	Ottimizzazione nei sistemi di controllo	L0842
L4360	Propagazione	L0531
N4521	Reti di calcolatori I	L5011
N4522	Reti di calcolatori II	F4531 o N4521
F4531	Reti di telecomunicazioni I	L0801 o L0802
F4532	Reti di telecomunicazioni II	F4531 o N4521
FA290	Reti elettriche non lineari	LA410
N4580	Robotica industriale	L0841 o L0842

segue tabella delle precedenze

L4700	Sensori e trasduttori	**L3672**
F4850	Sistemi di commutazione	**F4531** o **N4521**
F4901	Sistemi di radiocomunicazione I	**L0802**
F4902	Sistemi di radiocomunicazione II	**L0802**
L4920	Sistemi di telecomunicazioni	**L0802**
F5012	Sistemi informativi II	**L5011**
N5030	Sistemi operativi	**N4540**
N5050	Sistemi per la progettazione automatica	**N4540**
L5240	Strumentazione biomedica	**LA410**
L5260	Strumentazione e misure elettroniche	**L3672**
E5341	Struttura della materia (sper.)	**L1902**
Q5404	Superconduttività (r)	**L1902**
L5691	Tecnologie e materiali per l'elettronica I	**L1441**
E5692	Tecnologie e materiali per l'elettronica II	**L5691**
F5730	Telematica	**F4531** o **N4521**
L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica	**L0531**
L5801	Teoria dei segnali I	**L0494**
F5802	Teoria dei segnali II	**L5801**
L5811	Teoria dei sistemi (continui)	**L0234**
F5870	Teoria dell'informazione e codic	**L0802**
F5955	Termod. appl./Acust. appl. e illuminotecnica	**L1902**
F6040	Trasmissione numerica	**L0802**

NOTA: I corsi *N4521 Reti di calcolatori I e F4531 Reti di comunicazioni I* sono incompatibili.

Corso di Laurea in Ing. delle Telecolumunicazioni

I piani di studio devono contenere insegnamenti per almeno *300 crediti* compresa la tesi di laurea che può valere da 10 ad un massimo di 30 crediti.

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

Insegnamenti obbligatori al primo anno: **tab. 1**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
1,2	F0231	**Analisi matematica I**	12		
	F0620	**Chimica**			
1		Fondamenti di chimica	5		
2		Applicazioni e complementi di chimica	5	Mod. 1	
	F2300	**Geometria**			
3		Algebra lineare e geometria analitica A	6	F0231	
4		Algebra lineare e geometria analitica B	5	Mod. 1	
	F1901	**Fisica generale I**			
3		Meccanica	5		
4		Termodinamica	4	Mod. 1	
	F2170	**Fondamenti di informatica**			
1,2		Elementi di informatica	4		
3,4		Tecniche di programmazione e linguaggi	5	Mod. 1	

Insegnamenti obbligatori al secondo anno: **tab. 2**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	F0232	**Analisi matematica II**			
1		Serie di funzioni	5	F2300	
2		Calcolo in più variabili	6	F2300	
3	F0234	**Analisi matematica III (r)**	5	F0232	
	F0490	**Calcolo delle probabilità**			
3		Calcolo delle probabilità	4	F0232	L0494
4		Modelli probabilistici e statistici	4	Mod. 1 o L0494	
4	F0514	**Calcolo numerico (r)**	5	F0231 e F2170	
	F1902	**Fisica generale II**			
1		Elettromagnetismo	5	F1901	
2		Fenomeni ondulatori	6	Mod. 1	
	F5011	**Sistemi informativi I**			
1		Sistemi di elaboraz., algoritmi e strutture dati	6	F2170	
2		Elementi di programmazione	5	Mod. 1	
	F5760	**Teoria dei circuiti**			
3		Teoria dei circuiti: fondamenti	5	F1902	
4		Reti dinamiche	6	Mod. 1	

Corso di Laurea in Ing. delle Telecolumunicazioni

Insegnamenti obbligatori al terzo anno: **tab. 3**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F5801	**Teoria dei segnali I**			
1		Teoria dei segnali a tempo continuo (TLC)	6	F0234 o L0494 o F0490	
2		Teoria dei segnali numerici (TLC)	6	Mod. 1	
	F0800	**Comunicazioni elettriche**			
3		Modulazioni analogiche (TLC)	5	F5801	
4		Modulazioni numeriche (TLC)	6	Mod. 1	

Almeno 19 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 4**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F4531	**Reti di telecomunicazioni I**			N4521
1		Architetture e protocolli	4	F5801	
2		Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	Mod. 1	
	F5802	**Teoria dei segnali II**			
1		Analisi statistica dei segnali	5	F5801	
2		Analisi nel piano tempo-scala	4	Mod. 1	
	F6040	**Trasmissione numerica**			
1		Codici di canale	6	F0800	
2		Trasmissione numerica su canali "reali"	5	F0800	
	N4521	**Reti di calcolatori I**			F4531
3		Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	5	F5011	
4		Protocolli per le applicazioni su internet	5	F5011	

Altri insegnamenti obbligatori: **tab. 5**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	F0531	**Campi elettromagnetici I**			
1		Circuiti a parametri distribuiti	5	F5760	
2		Guide d'onda metalliche e dielettriche	6	Mod. 1	
	F0532	**Campi elettromagnetici II**			
3		Irradiazione e antenne	6	F0531, F2170, F0514	
4		Introduzione ai sistemi radio Elettromagneti smo numerico	5		
	FA411	**Elettronica I**			
1		Elettronica I: fondamenti	6	F5760	
2		Elettronica I: applicazioni	6	Mod. 1	
	FA412	**Elettronica II**			
1		Elettronica digitale (TLC)	5	FA411	
2		Circuiti per telecomunicazioni	5	FA411	
	F3700	**Misure su sistemi di trasmiss. e telemisure**			
3		Strumentazione elettronica di base	4	FA411	
4		Strumenti e metodi per telecomunicazioni	6	Mod. 1	
	F5012	**Sistemi informativi II**			
3		Programmazione ad oggetti	4	F5011	
4		Architettura dei sistemi di elaborazione	3	Mod. 1	
3,4		Sistemi operativi	3	Mod. 2	

almeno 11 crediti fra: **tab. 6**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L5811	**Teoria dei sistemi (continui) ***			F0840
1		Descrizione dei sistemi	4	F0234	
2		Proprietà strutturali	4	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di teoria dei sistemi	4	Modelli 1 e 2	
	F0840	**Controlli automatici**			L5811
1		Analisi di sistemi dinamici (TLC)	5	F5760 e F0234	e L0842
2		Progetto di sistemi di controllo (TLC)	6	Mod. 1	
	L0842	**Controlli automatici (spec.)**			F0840
3		Analisi di sistemi lineari con retroazione	5	L5811	
4		Progetto di sistemi di controllo (specialisti)	6	Mod. 1	

* L5811 richiede obbligatoriamente di essere seguito da L0842

almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 7**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	F5955	**Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)**			
3		Termodinamica applicata	5	F1902	
4		Acustica applicata e illuminotecnica	4	F1902	
	FA240	**Fondamenti di meccanica teorica e applicata**			
3		Teoria dei sistemi meccanici	4		
4		Meccanica applicata	5	Mod. 1	

Almeno 9 crediti dai seguenti Insegnamenti: **tab. 8**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
1		Il sistema economico italiano	7		
2		Lettura del bilancio ai fini gestionali	2	Mod. 1	
	N1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
3		Organizzazione e strategia	5		
4		Bilancio e compatibilità *oppure*	2	Mod. 1	
4		Analisi degli investimenti	2	Mod. 1	
	F3040	**Istituzioni di economia**			
3		Istituzioni di economia A	7		
4		Istituzioni di economia B	2	Mod. 1	

almeno 26 crediti fra: **tab. 9**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L0270	**Antenne**			
1		Antenne ad apertura	6	F0532	
2		Antenne filiformi, a microstriscia. Schiere	4	Mod. 1	
	F0810	**Comunicazioni ottiche**			
3		Trasmissione ottica a breve a distanza	5	F0531 e F0800	
4		Trasmissione ottica a lunga distanza ed alta capacità	5	Mod. 1	
	L0760	**Compatibilità elettromagnetica**			
3		Introduzione alla compatibilità elettromagnet.	5	F5760, F0531 e F0532	
4		Fondamenti di compatibilità elettromagnetica	5	Mod. 1	
	L0770	**Componenti e circuiti ottici**			
1		Propagazione di fasci ottici	5	F0531 e F0532	
2		Componenti per ottica integrata	5	Mod. 1	
	L1740	**Elettronica delle telecomunicazioni**			
3		Circuiti non lineari e convertitori A/D/A	4	FA412	
4		PLL e interconnessioni	7	FA412	
	F1940	**Fisica dei laser**			
1		Fisica dei laser A	4	F1902	
2		Fisica dei laser B	5	Mod. 1	

segue tab. 9

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
3	E1994	**Fisica delle superfici (r)**	5	F1902	
	N2941	**Ingegneria del software I**			
3		Ingegneria del software	6	F5011	
4		Sviluppo del software in C++ e JAVA	5	F5011	
	LA690	**Meccanica quantistica**			
1		Meccanica quantistica A	5	F1902	
2		Meccanica quantistica B	5	Mod. 1	
	L3570	**Microonde**			
1		Propagazione guidata e componenti a microonde	5	F0531	
2		Circuiti a microonde	5	Mod. 1	
	L3870	**Optoelettronica**			
3		Laser a semiconduttore	5	F0531 e mod. 2 di L1441	
4		Amplificazione, modulazione e rivelaz. ottica	5	F0531 e mod. 2 di L1441	
	L4360	**Propagazione**			
3		Progettazione troposferica e ionosferica	5	F0532	
4		Effetti propagativi nei sistemi di telecomunic.	4	Mod. 1	
	N4522	**Reti di calcolatori II**			
1		Reti di calcolatori II A	5	N4521 o F4531	
2		Reti di calcolatori II B	5	Mod. 1	
	FA290	**Reti elettriche non lineari**			
3		Fondamenti di circuiti non lineari	4	FA412	
4		Dinamica di circuiti non lineari	4	Mod. 1	
	N4550	**Ricerca operativa**			
1		Programmazione lineare e allocaz. di risorse	5	F2300	
2		Flusso su reti e elementi di programmaz. intera	5	Mod. 1	
	F4850	**Sistemi di commutazione**			
1		Commutazione di circuito e segnalazione	4	F0800 o L0801	
2		Commutazione di pacchetto a cella	5	Mod. 1	

segue tab. 9

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	F4901	**Sistemi di radiocomunicazione I**			
1		Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva	5	F0800 o L0801	
2		Compatibilità elettromagnetica dei ricevitori	4	Mod. 1	
	F4902	**Sistemi di radiocomunicazione II**			
3		Trasmissione sul canale radiomobile	5	F0800 o L0801	
4		Reti radiomobili cellulari	4	F4531	
	L4920	**Sistemi di telecomunicazione**			
1		Ponti radio e satelliti	5	F0800	
2		Sistemi radar e radioaiuti alla navigazione	4	F0800	
1,2		Simulazione di sistemi di trasmissione	4	Mod. 1 anche fatto in parallelo	
	F5730	**Telematica**			
3		Strumenti per l'offerta di servizi telematici	5	F4531 o N4521	
4		Qualità di servizio in reti telematiche	4	F4531 o N4521	
	L5750	**Telerilevamento e diagnostica elettromagn.**			
1		Telerilevamento: fondamenti teorici	5	F0531 e F0532	
2		Telerilevamento e diagnostica ambientale	5	Mod. 1	
	F5870	**Teoria dell'informazione e codici**			
3		Fondamenti di teoria dell'informazione e codici	4	F0800 o L0801	
4		Codici a blocco e crittografia	5	Mod. 1	

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalle seguenti tabelle:

altri insegnamenti: **tab. 10**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L0300	**Architettura dei sistemi integrati**			
1		Architettura dei sistemi integrati	4	L1730 o L3560	
2		Tecnologia dei sistemi integrati	3	Mod. 1	
1,2		Progetto di sistemi integrati	3	Mod. 1 o mod. 2	
	N0370	**Automazione industriale**			
1		Teoria dell'automazione industriale	5	F0840 o L0842	
2		Aspetti applicativi e sviluppo di casi	6	Mod. 1	
	N0410	**Basi di dati**			
3		Architettura delle basi di dati	5	F5011	
4		Il progetto delle basi di dati	5	Mod. 1	
	N0870	**Controllo digitale**			
3		Fondamenti di controllo digitale	5	F0840 o L0842	
4		Complementi di controllo digitale	5	Mod. 1	
	L1441	**Dispositivi elettronici I**			
3		Materiali e dispositivi elettronici passivi	5	F1902 e F5760	
4		Dispositivi e tecnologie per la microelettronica	7	Mod. 1	
	L1730	**Elettronica dei sistemi digitali**			
3		Elettronica ad alta velocità	5	FA412	
4		Progettazione di sistemi digitali	5	Mod. 1	
	L1760	**Elettronica di potenza**			
1		Interruttori e amplificatori	4	FA412	
2		Alimentatori a commutazione	6	FA411	
	L2000	**Fisica dello stato solido**			
3		Fisica dello stato solido A	5	F1902	
4		Fisica dello stato solido B	4	Mod. 1	
	L2030	**Fisica matematica**			
1		Modelli matematici A	3	F0232	
2		Modelli matematici B	3	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di fisica matematica	3	Mod. 1	
	NA610	**Modellistica e simulazione**			
1		Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio	5	L5811	
2		Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	5	Mod. 1	
	L3560	**Microelettronica**			
3		Dispositivi e circuiti di base	5	FA412	
4		Moduli funzionali complessi e strumenti CAD	5	Mod. 1	

segue tab. 10

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L3620	**Misure a iperfrequenze**			
3		Fondamenti delle misure a microonde	4	F3700	
4		Tecniche di caratterizzazione di componenti a microonde	5	Mod. 1	
	N8720	**Ottimizzazione**			
3		Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	N4550	
4		Localizzazione scheduling e programmazione non lineare	5	Mod. 1	
	L4540	**Reti logiche**			
3		Reti logiche A	5	F2170	
4		Reti logiche B	5	Mod. 1	
	N4580	**Robotica industriale**			
1		Modellistica dei manipolatori industriali	5	F0840 o L0842	
2		Controllo dei manipolatori industriali	5	Mod. 1	
	N5030	**Sistemi operativi**			
1		Architettura dei sistemi operativi	6	F5011	
2		Progetto di sistemi operativi	6	Mod. 1	
	L5240	**Strumentazione biomedica**			
1		Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi	5	FA412	
1		Strumentazione biomedica	4	Mod. 1	
	L5260	**Strumentazione e misure elettroniche**			
1		Strumentazione programmabile	4	FA412	
2		Sistemi per l'acquisizione dati	5	FA412	
	L5691	**Tecnologia e materiali per l'elettronica I**			
1		Processi tecnologici	5	FA412	
2		Tecnologia dei dispositivi	5	Mod. 1	

Non più di 10 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 11**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti
3,4	UM016	Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Il concetto di simmetria dall'antichità a oggi) (r)	5
3,4	UM017	Estetica (r)	5
3,4	UM018	Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)	5
1,2	UM019	Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2	UM020	Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2,	UM021	Propedeutica filosofica (Introduz. al pensiero contemporaneo) (r)	5
1,2	UM022	Sociologia del lavoro (r)	5
1,2	UM023	Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)	5
1,2	UM024	Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)	5
3,4	UM025	Storia contemporanea (r)	5
3,4	UM026	Storia della filosofia contemporanea (r)	5
1,2	UM027	Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)	5
1,2,	UM028	Storia della tecnica B (Macchine e sistemi industriali) (r)	5
1,2	W9721	Sociologia urbana (r)	5
1,2	G5200	Storia dell'architettura	10
1,2	W2091	Storia dell'architettura contemporanea	10
1,2	GA500	Storia della città e del territorio	10
1,2	W3731	Teoria e storia del restauro/restauro architettonico (i) (r)	5
3,4	W2711	Storia dell'architettura moderna (r)	5
3,4	W2141	Storia dell'urbanistica	10
	FA740	Lingua inglese (Advanced English Test - Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)	10
	FA730	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF)	10
	FA750	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)	10

Fino a un massimo di 10 crediti dalla seguente tabella **tab. 12**

Codici	Titolo	Crediti
FA804	Stage aziendale I	5
FA806	Stage aziendale II	5

Orientamento mirante al conseguimento del Master of science EECS della UIC

I corsi seguiti nell'ambito di tale programma vengono valutati globalmente come 90 crediti; di questi, 65 possono essere utilizzati dallo studente per soddisfare parte dei requisiti di cui alle tabelle 5-6-9-10 secondo quanto approvato annualmente dal Consiglio di Settore e 25 possono essere utilizzati come crediti derivanti dallo svolgimento della tesi di laurea.

Orientamento mirante al conseguimento della doppia laurea con EURECOM

Insegnamenti obbligatori al 4° anno (1° semestre a Torino): **tab. 13**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F4531	**Reti di telecomunicazioni I**			N4521
1		Architetture e protocolli	4	F5801	
2		Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	Mod. 1	
	FA412	**Elettronica II**			
1		Elettronica digitale	5	FA411	
2		Circuiti per telecomunicazioni	5	FA411	
	F6040	**Trasmissione numerica**			
1		Codici di canale	6	F0800	
2		Trasmissione numerica su canali "reali"	5	F0800	

Insegnamenti obbligatori al 4° anno (2° semestre a Eurecom): **tab. 14**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F3040	**Istituzioni di economia**			
3,4		Istituzioni di economia A	7		
4		Istituzioni di economia B	2	Mod. 1	
	F5012	**Sistemi informativi II**			
3		Programmazione ad oggetti	4	F5011	
4		Architettura dei sistemi di elaborazione	3	Mod. 1	
3,4		Sistemi operativi	3	Mod. 2	
	F5802	**Teoria dei segnali II**			
1		Analisi statistica dei segnali	5	F5801	
2		Analisi nel piano tempo-scala	4	Mod. 1	

Insegnamenti obbligatori al 5° anno (1° semestre a Eurecom secondo la specializzazione scelta):

Multimedia

Codici	Titolo	Crediti
F3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure	10
F1590	Elaborazione numerica dei segnali	9
LA810	Tecnologie e applicazioni multimediali	10

Corporate Communication

Codici	Titolo	Crediti
F3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure	10
LA780	Reti d'impresa	10
LA770	Pianificazione ed economia delle reti	10

Mobile

Codici	Titolo	Crediti
F3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure	10
F4902	Sistemi di radiocomunicazione II	9
LA790	Reti e servizi per comunicazioni mobili	10

al 5° anno (2° semestre a Eurecom):
Stage aziendale

al 6° anno ulteriori insegnamenti per completare il curriculum da concordare con la commissione *"Rapporti Internazionali e Riconoscimento Studi all'Estero"*:

Corso di Laurea in Ing. delle Telecolumunicazioni

Si riporta nel seguito, al fine di facilitare la formulazione di un piano di studio individuale, la relativa normativa in vigore nell'anno accademico 1998/99 aggiornata, per ciò che riguarda gli insegnamenti attivati, all'anno accademico 1999/2000.

I piani di studio devono contenere almeno 29 annualità.
Sono obbligatorie le seguenti annualità:

- Annualità obbligatorie al primo anno:

0 **F2170** Fondamenti di informatica
1 **F0231** Analisi matematica I
1 **F0620** Chimica
2 **F1901** Fisica generale I
2 **F2300** Geometria

- Annualità obbligatorie al secondo anno:

1 **F0232** Analisi matematica II
1 **F1902** Fisica generale II
1 **F5011** Sistemi informativi I
2 **F0234** Analisi matematica III (r)
2 **F0490** Calcolo delle probabilità
2 **F0514** Calcolo numerico (r)
2 **F5760** Teoria dei circuiti

- Annualità obbligatorie al terzo anno:

1 **F5801** Teoria dei segnali I
2 **F0800** Comunicazioni elettriche

- Almeno due delle seguenti tre annualità:

1 **F5802** Teoria dei segnali II
1 **F6040** Trasmissione numerica
1 **F4531** Reti di telecomunicazioni I
oppure
2 **N4521** Reti di calcolatori I

- Annualità obbligatorie che possono essere inserite al terzo, al quarto o al quinto anno, compatibilmente con le precedenze richieste:

1 **F0531** Campi elettromagnetici I
1 **FA411** Elettronica I
1 **FA412** Elettronica II
2 **F0532** Campi elettromagnetici II
1 **F0840** Controlli automatici
oppure
2 **L0842** Controlli automatici (spec.)
2 **F3700** Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
2 **F5012** Sistemi informativi II

- Un'annualità a scelta tra:

1 **L1530** Economia ed organizzazione aziendale
2 **N1530** Economia ed organizzazione aziendale
2 **F3040** Istituzioni di economia

- Un'annualità a scelta tra:

2 **FA240** Fondamenti di meccanica teorica e applicata
2 **F5955** Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)

Le annualità aggiuntive per completare il piano di studi devono essere scelte in accordo alle regole seguenti:

- Almeno tre annualità nel gruppo:

1 **L0270** Antenne
1 **L0770** Componenti e circuiti ottici
1 **MA390** Economia e organizzazione dei servizi
1 **F1940** Fisica dei laser
1 **LA690** Meccanica quantistica
1 **L3570** Microonde
1 **L4360** Propagazione
1 **N4522** Reti di calcolatori II
1 **N4550** Ricerca operativa
1 **F4850** Sistemi di commutazione
1 **F4901** Sistemi di radiocomunicazione I
1 **L4920** Sistemi di telecomunicazione
1 **L5750** Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
1 **F5802** Teoria dei segnali II
2 **L0760** Compatibilità elettromagnetica
2 **F0810** Comunicazioni ottiche
2 **L1740** Elettronica delle telecomunicazioni
2 **N2941** Ingegneria del software I
2 **N3070** Linguaggi e traduttori
2 **L3870** Optoelettronica
2 **F4532** Reti di telecomunicazioni II
2 **FA290** Reti elettriche non lineari
2 **F4902** Sistemi di radiocomunicazione II
2 **F5730** Telematica

2 **F5870** Teoria dell'informazione e codici

Tali materie possono essere inserite a partire dal terzo anno.

- Al massimo due annualità libere, inseribili a partire dal terzo anno, da scegliere dalle tabelle A1, A2, B1, B2, H, L, ma non più di una dalla tabella H oppure una dalla tabella L.

Tabella A1

1 **L0300** Architettura dei sistemi integrati
1 **N0370** Automazione industriale
1 **L1760** Elettronica di potenza
1 **L1770** Elettronica industriale di potenza
1 **L2030** Fisica matematica
1 **NA610** Modellistica e simulazione
1 **N4522** Reti di calcolatori II
1 **N4550** Ricerca operativa
1 **N4580** Robotica industriale
1 **N5030** Sistemi operativi
1 **N5050** Sistemi per la progettazione automatica
1 **L5240** Strumentazione biomedica
1 **L5260** Strumentazione e misure elettroniche
1 **L5691** Tecnologie e materiali per l'elettronica I

Tabella A2

2 **FA304** Acustica applicata e illuminotecnica (r) (1)
2 **N0410** Basi di dati
2 **L0870** Controllo digitale
2 **L1441** Dispositivi elettronici I
2 **L1730** Elettronica dei sistemi digitali
2 **L2000** Fisica dello stato solido
2 **L3200** Meccanica analitica
2 **L3560** Microelettronica
2 **L3620** Misure a iperfrequenze
2 **L8720** Ottimizzazione
2 **L4540** Reti logiche
2 **F5954** Termodinamica applicata (r) (1)

(1) **F5955** *Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)* è incompatibile con i due corsi ridotti: **L5954** *Termodinamica applicata (r)* - **L0034** *Acustica applicata e illuminotecnica (r)*

Tabella B1

1 **B0050** Aerodinamica
1 **P0350** Automazione a fluido
1 **R1460** Economia applicata all'ingegneria
1 **RA380** Ecologia applicata
1 **R2190** Fotogrammetria
1 **B2570** Impianti aeronautici
1 **Q3390** Meccanica statistica
1 **R3790** Modellistica e controllo dei sistemi ambientali
1 **M4090** Produzione assistita da calcolatore
1 **H4600** Scienza delle costruzioni

1 **P5410** Tecnica del controllo ambientale
1 **H5450** Tecnica della sicurezza elettrica

Tabella B2

2 **P0030** Acustica applicata
2 **B1260** Dinamica del volo spaziale
2 **M1560** Economia politica
2 **R2010** Fisica dell'atmosfera
2 **R2090** Fluidodinamica ambientale
2 **R2240** Geofisica applicata
2 **G2560** Illuminotecnica
2 **H2701** Impianti elettrici I
2 **M2720** Impianti industriali
2 **MA460** Metodi e modelli per il supporto alle decisioni
2 **H3660** Misure elettriche
2 **MA220** Nozioni giuridiche fondamentali
2 **D6021** Topografia A
2 **G6090** Urbanistica

I corsi **P0030** *Acustica applicata* e **G2560** *Illuminotecnica* sono incompatibili con **F5955** *Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)*

Tabella H

1 **UM019** Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)
1 **UM020** Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)
1 **UM021** Propedeutica filosofica (Introduzione al pensiero contemporaneo) (r)
1 **UM022** Sociologia del lavoro (r)
1 **UM023** Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)
1 **UM024** Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)
1 **UM027** Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)
1 **UM028** Storia della tecnica B (Macchine e sistemi industriali) (r)
1 **GA500** Storia della città e del territorio
1 **G5200** Storia dell'architettura
1 **W2091** Storia dell'architettura contemporanea (°)
1 **W3731** Teoria e storia del restauro/Restauro architettonico (i) (r) (°)
2 **UM016** Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Il concetto di simmetria dall'antichità ad oggi) (r)
2 **UM017** Estetica (r)
2 **UM018** Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)
2 **UM025** Storia contemporanea (r)
2 **UM026** Storia della filosofia contemporanea (r)
2 **W9721** Sociologia urbana (r) (°)
2 **W2711** Storia dell'architettura moderna (r) (°)
2 **W2141** Storia dell'urbanistica (°)

(°) Insegnamenti della facoltà di Architettura

N.B. – I moduli "B" degli insegnamenti umanistici possono essere inseriti nei piani di studio solo se accompagnati da corrispondenti moduli "A" che sono ad essi, sotto ogni punto di vista, propedeutici.

In alternativa alle materie della tabella H, lo studente può inserire nel proprio piano degli studi una delle seguenti discipline linguistiche. Il corso si intende "superato" esibendo alla Commissione Lingue straniere del Consiglio di Settore dell'Informazione, il certificato a fianco di ciascuna indicato.

Tabella L

1 - 2	**FA740**	Lingua inglese (Advanced English Test – Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)
1 - 2	**FA730**	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF)
1 - 2	**FA750**	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)

- Ciascun studente può inserire, nel proprio piano di studi, fino un massimo di due insegnamenti impartiti presso altri Corsi di Laurea del Politecnico di Torino o presso altre facoltà universitarie. In questo ultimo caso, lo studente deve allegare alla domanda sia un'articolata motivazione delle proprie scelte, sia copia dei programmi degli insegnamenti inseriti, opportunamente controfirmati dai docenti dei medesimi.
- Ciascun studente può inserire nel piano di studi individuale fino un massimo di due stage, secondo le modalità approvate dal Consiglio di Settore. Uno stage è equivalente a 0,5 annualità.

Tabella delle precedenze

		Precedenze
L0270	Antenne	**F0532**
F0531	Campi elettromagnetici I	**F0234 e F5760**
F0532	Campi elettromagnetici II	**F0531**
L0760	Compatibilità elettromagnetica	**F5760 e F0531**
L0770	Componenti e circuiti ottici	**F6040 e F0532**
F0810	Comunicazioni ottiche	**F0800**
F0840	Controlli automatici	**F5760**
L0842	Controlli automatici (spec.)	**L5811**
F1590	Elaborazione numerica dei segnali*	**F0800**
FA411	Elettronica I	**F5760**
L1740	Elettronica delle telecomunicazioni	**FA411 e F0800**
F1940	Fisica dei laser	**F1902**
N2941	Ingegneria del software I	**F5012**
N3070	Linguaggi e traduttori	**F5012**
FA412	Elettronica II	**FA411**
LA690	Meccanica quantistica	**F1902**
L3570	Microonde	**F0532**
F3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemis.	**FA411 e F0800**
L4360	Propagazione	**F0532**
N4521	Reti di calcolatori I	**F5011**
N4522	Reti di calcolatori II	**F4531 o N4521**
F4531	Reti di telecomunicazioni I	**F0800**
F4532	Reti di telecomunicazioni II	**F4531 o N4521**
FA290	Reti elettriche non lineari	**F0234**
N4550	Ricerca operativa	**F0232**
F4850	Sistemi di commutazione	**F0800**
F4901	Sistemi di radiocomunicazione I	**F0800 e FA411**
F4902	Sistemi di radiocomunicazione II	**F0800**
L4920	Sistemi di telecomunicazione	**F4531 o F6040 o F1590**
F5012	Sistemi informativi II	**F5011**
F5730	Telematica	**F4531 o N4521**
L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagn.	**F0532**
F5802	Teoria dei segnali II	**F5801**
F5870	Teoria dell'informazione e codici	**F4531 o F6040 o F1590**
F6040	Trasmissione numerica	**F0800**

NOTA: I corsi *N4521 Reti di calcolatori I e F4531 Reti di comunicazioni I* sono incompatibili.

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Indirizzo: Sistemi ed applicazioni informatici

I piani di studio devono contenere insegnamenti per almeno *300 crediti*, compresa la tesi di laurea, che può valere da 10 ad un massimo di 30 crediti.

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

Insegnamenti obbligatori al primo anno: **tab. 1**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
1,2	N0231	**Analisi matematica I**	12		
	N0620	**Chimica**			
1		Fondamenti di chimica	5		
2		Applicazioni e complementi di chimica	5	Mod. 1	
	N1901	**Fisica generale I**			
3		Meccanica	5		
4		Termodinamica	4	Mod. 1	
	N2171	**Fondamenti di informatica**			
1,2		Elementi di informatica	4		
3,4		Tecniche di programmazione e linguaggi	5	Mod. 1	
	N2300	**Geometria**			
3		Algebra lineare e geometria analitica A	6	N0231	
4		Algebra lineare e geometria analitica B	5	Mod. 1	

Insegnamenti obbligatori al secondo anno: **tab. 2**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	N0232	**Analisi matematica II**			
1		Serie di funzioni	5	N2300	
2		Calcolo in più variabili	6	N2300	
4	N0234	**Analisi matematica III (r)**	5	N0232	
	N1790	**Elettrotecnica**			
3		Reti resistive	5	N0231 e N1902	
4		Reti dinamiche	6	Mod. 1	
	N1902	**Fisica generale II**			
1		Elettromagnetismo	5	N1901	
2		Fenomeni ondulatori	6	Mod. 1	
	N2172	**Fondamenti di informatica II**			
1		Algoritmi e strutture dati	6	N2171	
2		Programmazione avanzata in C	5	Mod. 1	

almeno 4 crediti fra: **tab. 3**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F0490	**Calcolo delle probabilità**			N0494
3		Calcolo delle probabilità	4	N0232	
4		Modelli probabilistici e statistici	4	Mod. 1 o N0494	
3	N0494	**Calcolo delle probabilità (r)**	4		F0490

Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 4**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F5955	**Termodinamica applicata/Acustica applicata e illuminotecnica (i)**			
3		Termodinamica applicata	5	N1902	
4		Acustica applicata e illuminotecnica	4	N1902	
	NA240	**Fondamenti di meccanica teorica e applicata**			
3		Teoria dei sistemi meccanici	4		
4		Meccanica applicata	5	Mod. 1	

Altri insegnamenti obbligatori: **tab. 5**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	N0460	**Calcolatori elettronici**			
1		Architettura dei calcolatori	5	N2172	
2		Sistemi a microprocessore	4	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di calcolatori elettronici	2	Mod. 2	
	NA411	**Elettronica I**			
1		Elettronica digitale (INF)	5	N1790	
2		Elettronica analogica	7	N1790	
	NA412	**Elettronica II**			
1		Elettronica dei sistemi di interconnessione	6	NA411	
2		Elettronica dei sistemi di acquisizione dati	5	NA411	
	N4540	**Reti logiche**			
3		Progetto di sistemi digitali 1	5	N0460	
4		Progetto di sistemi digitali 2	6	Mod. 1	

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	N4550	**Ricerca operativa**			
1		Programmazione lineare e allocaz. di risorse	5	N2300	
2		Flusso su reti e elementi di programm. intera	5	Mod. 1	
1,2	N4881	**Sistemi di elaborazione I**	10	N5030	
	N5030	**Sistemi operativi**			
1		Architettura dei sistemi operativi	6	N0460	
2		Progetto di sistemi operativi	6	Mod. 1	
	N5812	**Teoria dei sistemi (discreti)**			
3		Analisi dei sistemi ad eventi discreti	4	N0234	
4		Progettazione di sistemi a reti di code	5	Mod. 1	

almeno 11 crediti fra: **tab. 6**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	F5801	**Teoria dei segnali I** *			N0800
1		Teoria dei segnali a tempo continuo (TLC)	6	N0234 e N0494 o F0490	
2		Teoria dei segnali numerici (TLC)	6	Mod. 1	
	N0800	**Comunicazioni elettriche**			F5801
3		Trasmissioni analogiche e PCM	5	N0234	e
4		Trasmissioni numeriche e compressione dati	6	Mod. 1	F0802
	F0802	**Comunicazioni elettriche (spec.)**			N0800
3		Modulazioni analogiche (TLC)	5	F5801	
4		Modulazioni numeriche (TLC)	6	Mod. 1	

* F5801 richiede obbligatoriamente di essere seguito da F0802

almeno 11 crediti fra tra: **tab. 7**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	N5811	**Teoria dei sistemi (continui) ***			N0841
1		Descrizione dei sistemi	4	N0234	
2		Proprietà strutturali di sistemi	4	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di teoria dei sistemi	4	Modelli 1 e 2	
	N0841	**Controlli automatici (gen.)**			N5811
1		Analisi di sistemi per il controllo	5	N1790 e N0234	e N0842
2		Progetto di sistemi di controllo (INF)	6	Mod. 1	
	N0842	**Controlli automatici (spec.)**			N0841
3		Analisi di sistemi lineari con retroazione	5	N5811	
4		Progetto di sistemi di controllo (specialisti)	6	Mod. 1	

* N5811 richiede obbligatoriamente di essere seguito da N0842

Almeno 9 crediti dai seguenti Insegnamenti: **tab. 8**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
1		Il sistema economico italiano	7		
2		Lettura del bilancio ai fini gestionali	2	Mod. 1	
	N1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
3		Organizzazione e strategia	5		
4		Bilancio e compatibilità *oppure*	2	Mod. 1	
4		Analisi degli investimenti	2	Mod. 1	
	F3040	**Istituzioni di economia**			
3		Istituzioni di economia A	7		
4		Istituzioni di economia B	2	Mod. 1	

Almeno 27 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 9**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	N0410	**Basi di dati**			
3		Architettura delle basi di dati	5	N2172	
4		Il progetto delle basi di dati	5	Mod. 1	
	N2850	**Informatica grafica**			
1		Sintesi dell'immagine	5	N2172	
2		Analisi dell'immagine	4	N2172	
	N2941	**Ingegneria del software I**			
3		Ingegneria del software	6	N2172	
4		Sviluppo del software in C++ e JAVA	5	N2172	
	N3000	**Intelligenza artificiale**			
3		Elementi di intelligenza artificiale	6	N2172	
4		Riconoscimento di immagini	3	Mod. 1	
	N3070	**Linguaggi e traduttori**			
3		Linguaggi formali e compilatori	6	N0460	
4		Laboratorio di compilatori	3	Mod. 1	
	N4521	**Reti di calcolatori I**			F4531
3		Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	5	N0460	
4		Protocolli per le applicazioni su Internet	5	N5030	
	N4522	**Reti di calcolatori II**			
1		Reti di calcolatori II A	5	N4521 o F4531	
2		Reti di calcolatori II B	5	Mod. 1	
	F4531	**Reti di telecomunicazioni I**			N4521
1		Architetture e protocolli	4	N5801	
2		Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	Mod. 1	
	F4532	**Reti di telecomunicazioni II**			
3		Modelli Markoviani	5	F4531 o N4521 e mod. 2 di N5801	
4		Modelli a reti di code e reti di Petri	5	Mod. 1	
	N4883	**Sistemi di elaborazione (distribuiti)**			
1		Architettura dei sistemi distribuiti	4	N4521	
2		Sicurezza delle reti e commercio elettronico	5	Mod. 1	
	N4882	**Sistemi di elaborazione II**			
3		Calcolo parallelo e architetture complesse	5	N0460	
4		Architetture distribuite	4	N0460	
	N5050	**Sistemi per la progettazione automatica**			
1		Collaudo di sistemi digitali 1	4	Mod. 2 di N4540	
2		Collaudo di sistemi digitali 2	5	Mod. 1	

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalle seguenti tabelle

Altri insegnamenti: **tab. 10**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L0220	**Analisi funzionale**			
1		Analisi funzionale lineare	4	L0234	
2		Equazioni alle derivate parziali	4	L0232	
	L0300	**Architettura dei sistemi integrati**			
1		Architettura dei sistemi integrati	4	L1730 o L3560	
2		Tecnologia dei sistemi integrati	3	Mod. 1	
1,2		Progetto di sistemi integrati	3	Mod. 1 o mod. 2	
	N0370	**Automazione industriale**			
1		Teoria dell'automazione industriale	5	N0841 o N0842	
2		Aspetti applicativi e sviluppo di casi	6	Mod. 1	
	N0390	**Azionamenti elettrici per l'automazione**			
3		Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua	5	N0841 o N0842	
4		Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata	5	Mod. 1 e L3130	
	N0850	**Controllo dei processi**			
1		Metodologie e progetto del controllo dei processi	4	N0841 o N0842	
2		Progetto del controllo di un processo	5		
	N0870	**Controllo digitale**			
3		Fondamenti di controllo digitale	5	N0841 o N0842	
4		Complementi di controllo digitale	5	Mod. 1	
	L1730	**Elettronica dei sistemi digitali**			
3		Elettronica ad alta velocità	5	NA411 e L4540 o N4540	
4		Progettazione di sistemi digitali	5		
	L1760	**Elettronica di potenza**			
1		Interruttori e amplificatori	4	NA412	
2		Alimentatori a commutazione	6	NA412	
	F1940	**Fisica dei laser**			
1		Fisica dei laser A	4	N1902	
2		Fisica dei laser B	5	Mod. 1	
	L2000	**Fisica dello stato solido**			
3		Fisica dello stato solido A	5	N1902	
4		Fisica dello stato solido B	4	Mod. 1	

segue tab. 10

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L2030	**Fisica matematica**			
1		Modelli matematici A	3	N0232	
2		Modelli matematici B	3	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di fisica matematica	3	Mod. 1	
	L3130	**Macchine elettriche**			
1		Macchine elettriche in regime stazionario	5	N1790	
2		Macchine elettriche in regime dinamico	4	Mod. 1	
	NA610	**Modellistica e simulazione**			
1		Teoria e metodi dell'approssim. e del filtraggio	5	N5811	
2		Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	5	Mod. 1	
	N8720	**Ottimizzazione**			
3		Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	N4550	
4		Localizzazione scheduling e programmazione non lineare	5	Mod. 1	
	NA700	**Ottimizzazione nei sistemi di controllo**			
3		Fondamenti di controllo ottimo	4	N0842	
4		Tecniche avanzate di controllo ottimo	5	Mod. 1	
	FA290	**Reti elettriche non lineari**			
3		Fondamenti di circuiti non lineari	4	NA412	
4		Dinamica di circuiti non lineari	4	Mod. 1	
	N4580	**Robotica industriale**			
1		Modellistica dei manipolatori industriali	5	N0841 o N0842	
2		Controllo dei manipolatori industriali	5	Mod. 1	
	F4850	**Sistemi di commutazione**			
1		Commutazione di circuito e segnalazione	4	N0800 o F0802	
2		Commutazione di pacchetto a cella	5	Mod. 1	
	F4901	**Sistemi di radiocomunicazione I**			
1		Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva	5	N0800 o F0802	
2		Compatibilità elettromagnetica dei ricevitori	4	Mod. 1	
	F4902	**Sistemi di radiocomunicazione II**			
3		Trasmissione sul canale radiomobile	5	N0800 o F0802	
4		Reti radiomobili cellulari	4	F4531	
	L5240	**Strumentazione biomedica**			
1		Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi	5	NA412	
2		Strumentazione biomedica	4	Mod. 1	
	L5691	**Tecnologia e materiali per l'elettronica I**			
1		Processi tecnologici	5		
2		Tecnologia dei dispositivi	5		

segue tab. 10

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F5730	**Telematica**			
3		Strumenti per l'offerta di servizi telematici	5	F4531 o N4521	
4		Qualità di servizio in reti telematiche	4	F4531 o N4521	
	F5870	**Teoria dell'informazione e codici**			
3		Fondamenti di teoria dell'informazione e codici	4	N0800 o F0802	
4		Codici a blocco e crittografia	5	Mod. 1	
	F6040	**Trasmissione numerica**			
1		Codici di canale	6	F0802	
2		Trasmissione numerica su canali "reali"	5	F0802	

Non più di 10 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 11**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti
3,4	UM016	Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Il concetto di simmetria dall'antichità a oggi) (r)	5
3,4	UM017	Estetica (r)	5
3,4	UM018	Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)	5
1,2	UM019	Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2	UM020	Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2,	UM021	Propedeutica filosofica (Introduz. al pensiero contemporaneo) (r)	5
1,2	UM022	Sociologia del lavoro (r)	5
1,2	UM023	Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)	5
1,2	UM024	Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)	5
3,4	UM025	Storia contemporanea (r)	5
3,4	UM026	Storia della filosofia contemporanea (r)	5
1,2	UM027	Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)	5
1,2,	UM028	Storia della tecnica B (Macchine e sistemi industriali) (r)	5
1,2	W9721	Sociologia urbana (r)	5
1,2	G5200	Storia dell'architettura	10
1,2	W2091	Storia dell'architettura contemporanea	10
1,2	GA500	Storia della città e del territorio	10
1,2	W3731	Teoria e storia del restauro/restauro architettonico (i) (r)	5
3,4	W2711	Storia dell'architettura moderna (r)	5
3,4	W2141	Storia dell'urbanistica	10
	NA740	Lingua inglese (Advanced English Test - Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)	10
	NA730	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF)	10
	NA750	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)	10

Non più di 10 crediti dalla seguente tabella **tab. 12**

Codici	Titolo	Crediti
NA804	Stage aziendale I	5
NA806	Stage aziendale II	5

Orientamento mirante al conseguimento del Master of science EECS della UIC

I corsi seguiti nell'ambito di tale programma vengono valutati globalmente come 90 crediti; di questi, 65 possono essere utilizzati dallo studente per soddisfare parte dei requisiti di cui alle tabelle 5-6-9-10 secondo quanto approvato annualmente dal Consiglio di Settore e 25 possono essere utilizzati come crediti derivanti dallo svolgimento della tesi di laurea.

Orientamento mirante al conseguimento della doppia laurea con EURECOM

Insegnamenti obbligatori al 4° anno (1° semestre a Torino): **tab. 13**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	NA412	**Elettronica II**			
1		Elettronica dei sistemi di interconnessione	6	NA411	
2		Elettronica dei sistemi di acquisizione dati	5	NA411	
	N0841	**Controlli automatici (gen.)**			N5811
1		Analisi di sistemi per il controllo	5	N1790 e N0234	e N0842
2		Progetto di sistemi di controllo (INF)	6	Mod. 1	
	F4531	**Reti di telecomunicazioni I**			N4521
1		Architetture e protocolli	4	N5801	
2		Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	Mod. 1	

Insegnamenti obbligatori al 4° anno (2° semestre a Eurecom): **tab. 14**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	N1530	**Economia ed organizzazione aziendale**			
3		Organizzazione e strategia	5		
3		Bilancio e compatibilità	2	Mod. 1	
		OPPURE			
3		Analisi degli investimenti	2	Mod. 1	
	F6040	**Trasmissione numerica**			
1		Codici di canale	6	F0802	
2		Trasmissione numerica su canali "reali"	5	F0802	
	F5802	**Teoria dei segnali II**			
1		Analisi statistica dei segnali	5	L5801	
2		Analisi nel piano tempo-scala	4	Mod. 1	

Insegnamenti obbligatori al 5° anno (1° semestre a Eurecom secondo la specializzazione scelta):

Multimedia

Codici	Titolo	Crediti
N2850	Informatica grafica	9
F1590	Elaborazione numerica dei segnali	9
LA810	Tecnologie e applicazioni multimediali	10

Corporate Communication

Codici	Titolo	Crediti
N2941	Ingegneria del software I	11
LA780	Reti d'impresa	10
LA770	Pianificazione ed economia delle reti	10

al 5° anno (2° semestre a Eurecom):
Stage aziendale

al 6° anno ulteriori insegnamenti per completare il curriculum da concordare con la commissione *"Rapporti Internazionali e Riconoscimento Studi all'Estero"*:

Indirizzo: Automatica e sistemi di automazione industriale

I piani di studio devono contenere insegnamenti per almeno *300 crediti*, compresa la tesi di laurea, che può valere fino a un massimo di 30 crediti.

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

Tabelle 1-2-3-4-6-8

Altri insegnamenti obbligatori: **tab. 15**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	N0460	**Calcolatori elettronici**			
1		Architettura dei calcolatori	5	N2172	
2		Sistemi a microprocessore	4	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di calcolatori elettronici	2	Mod. 2	
	N0842	**Controlli automatici (spec.)**			N0841
3		Analisi di sistemi lineari con retroazione	5	N5811	
4		Progetto di sistemi di controllo (specialisti)	6	Mod. 1	
	NA411	**Elettronica I**			
1		Elettronica digitale	5	N1790	
2		Elettronica analogica	7	N1790	
	NA412	**Elettronica II**			
1		Elettronica dei sistemi di interconnessione	6	NA411	
2		Elettronica dei sistemi di acquisizione dati	5	NA411	
	NA700	**Ottimizzazione nei sistemi di controllo**			
3		Fondamenti di controllo ottimo	4	N0842	
4		Tecniche avanzate di controllo ottimo	5	Mod. 1	
	N4540	**Reti logiche**			
3		Progetto di sistemi digitali 1	5	N0460	
4		Progetto di sistemi digitali 2	6	Mod. 1	
	N4550	**Ricerca operativa**			
1		Programmazione lineare e allocaz. di risorse	5	N2300	
2		Flusso su reti e elementi di programm. intera	5	Mod. 1	
	N5811	**Teoria dei sistemi (continui)**			N0841
1		Descrizione dei sistemi	4	N0234	
2		Proprietà strutturali di sistemi	4	Mod. 1	
1,2		Laboratorio di teoria dei sistemi	3	Moduli 1 e 2	
	N5812	**Teoria dei sistemi (discreti)**			
3		Analisi dei sistemi ad eventi discreti	4	N0234	
4		Progettazione di sistemi a reti di code	5	Mod. 1	

Almeno 29 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab: 16**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	N0370	**Automazione industriale**			
1		Teoria dell'automazione industriale	5	N0841 o N0842	
2		Aspetti applicativi e sviluppo di casi	6	Mod. 1	
	N0390	**Azionamenti elettrici per l'automazione**			
3		Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua	5	N0841 o N0842	
4		Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata	5	Mod. 1 e L3130	
	N0850	**Controllo dei processi**			
1		Metodologie e progetto del controllo dei processi	4	N0841 o N0842	
2		Progetto del controllo di un processo	5		
	N0870	**Controllo digitale**			
3		Fondamenti di controllo digitale	5	N0841 o N0842	
4		Complementi di controllo digitale	5	Mod. 1	
	NA610	**Modellistica e simulazione**			
1		Teoria e metodi dell'approssim. e del filtraggio	5	N5811	
2		Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	5	Mod. 1	
	N4580	**Robotica industriale**			
1		Modellistica dei manipolatori industriali	5	N0841 o N0842	
2		Controllo dei manipolatori industriali	5	Mod. 1	
	F4531	**Reti di telecomunicazioni I**			N4521
1		Architetture e protocolli	4	N5801	
2		Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	Mod. 1	
	N4521	**Reti di calcolatori I**			
3		Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	5	N0460	F4531
4		Protocolli per le applicazioni su Internet	5	N5030	F4531
	N3690	**Misure per l'automazione e la produzione industriale** *Mutuato da* L5260 Strumentazione e misure elettroniche			
	N5030	**Sistemi operativi**			
1		Architettura dei sistemi operativi	6	N0460	
2		Progetto di sistemi operativi	6	Mod. 1	

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalla seguente tabella

Altri Insegnamenti: **tab. 17**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	N0410	**Basi di dati**			
3		Architettura delle basi di dati	5	N2172	
4		Il progetto delle basi di dati	5	Mod. 1	
	L1730	**Elettronica dei sistemi digitali**			
3		Elettronica ad alta velocità	5	NA411 e L4540 o N4540	
4		Progettazione di sistemi digitali	5		
	L1760	**Elettronica di potenza**			
1		Interruttori e amplificatori	4	NA411	
2		Alimentatori a commutazione	6	NA411	
	F1940	**Fisica dei laser**			
1		Fisica dei laser A	4	N1902	
2		Fisica dei laser B	5	Mod. 1	
	L2000	**Fisica dello stato solido**			
3		Fisica dello stato solido A	5	N1902	
4		Fisica dello stato solido B	4	Mod. 1	
	L2030	**Fisica matematica**			
1		Modelli matematici A	3	N0232	
2		Modelli matematici B	3	Mod. 1	
3		Laboratorio di fisica matematica	3	Mod. 1	
	N2850	**Informatica grafica**			
1		Sintesi dell'immagine	5	N2172	
2		Analisi dell'immagine	4	N2172	
	N2941	**Ingegneria del software I**			
3		Ingegneria del software	6	N2172	
4		Sviluppo del software in C++ e JAVA	5	N2172	
	N3000	**Intelligenza artificiale**			
3		Elementi di intelligenza artificiale	6	N2172	
4		Riconoscimento di immagini	3	Mod. 1	
	N3070	**Linguaggi e traduttori**			
3		Linguaggi formali e compilatori	6	N0460	
4		Laboratorio di compilatori	3	Mod. 1	

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	L3130	**Macchine elettriche**			
1		Macchine elettriche in regime stazionario	5	N1790	
2		Macchine elettriche in regime dinamico	4	Mod. 1	
	N8720	**Ottimizzazione**			
3		Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	N4550	
4		Localizzazione scheduling e programmazione non lineare	5	Mod. 1	
	N4522	**Reti di calcolatori II**			
1		Reti di calcolatori II A	5	N4521 o F4531	
2		Reti di calcolatori II B	5	Mod. 1	
	FA290	**Reti elettriche non lineari**			
3		Fondamenti di circuiti non lineari	4	NA412	
4		Dinamica di circuiti non lineari	4	Mod. 1	
	N4883	**Sistemi di elaborazione (distribuiti)**			
1		Architettura dei sistemi distribuiti	4	N4521	
2		Sicurezza delle reti e commercio elettronico	5	Mod. 1	
	N4882	**Sistemi di elaborazione II**			
3		Calcolo parallelo e architetture complesse	5	N0460	
4		Architetture distribuite	4	N0460	
	F4902	**Sistemi di radiocomunicazione II**			
3		Trasmissione sul canale radiomobile	5	N0800 o F0802	
4		Reti radiomobili cellulari	4	F4531	
	N5050	**Sistemi per la progettazione automatica**			
1		Collaudo di sistemi digitali 1	4	Mod. 2 di N4540	
2		Collaudo di sistemi digitali 2	5	Mod. 1	
	L5691	**Tecnologia e materiali per l'elettronica I**			
1		Processi tecnologici	5	NA412	
2		Tecnologia dei dispositivi	5	Mod. 1	
	F6040	**Trasmissione numerica**			
1		Codici di canale	6	F0802	
2		Trasmissione numerica su canali "reali"	5	F0802	

Non più di 10 crediti dai seguenti insegnamenti: **tab. 18**

P.D.	Codici	Titolo	Crediti
3,4	UM016	Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Il concetto di simmetria dall'antichità a oggi) (r)	5
3,4	UM017	Estetica (r)	5
3,4	UM018	Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)	5
1,2	UM019	Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2	UM020	Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)	5
1,2,	UM021	Propedeutica filosofica (Introduz. al pensiero contemporaneo) (r)	5
1,2	UM022	Sociologia del lavoro (r)	5
1,2	UM023	Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)	5
1,2	UM024	Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)	5
3,4	UM025	Storia contemporanea (r)	5
3,4	UM026	Storia della filosofia contemporanea (r)	5
1,2	UM027	Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)	5
1,2,	UM028	Storia della tecnica B (Macchine e sistemi industriali) (r)	
1,2	W9721	Sociologia urbana (r)	5
1,2	G5200	Storia dell'architettura	10
1,2	W2091	Storia dell'architettura contemporanea	10
1,2	GA500	Storia della città e del territorio	10
1,2	W3731	Teoria e storia del restauro/restauro architettonico (i) (r)	5
3,4	W2711	Storia dell'architettura moderna (r)	5
3,4	W2141	Storia dell'urbanistica	10
	NA740	Lingua inglese (Advanced English Test - Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)	10
	NA730	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF)	10
	NA750	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)	10

Non più di 10 crediti dalla seguente tabella **tab. 19**

Codici	Titolo	Crediti
NA804	Stage aziendale I	5
NA806	Stage aziendale II	5

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Si riporta nel seguito, al fine di facilitare la formulazione di un piano di studio individuale, la relativa normativa in vigore nell'anno accademico 1998/99 aggiornata, per ciò che riguarda gli insegnamenti attivati, all'anno accademico 1999/2000.

Indirizzo Sistemi ed Applicazioni Informatici

I piani di studio devono contenere almeno 29 annualità.
Sono obbligatorie le seguenti annualità:

- Al primo anno:
- **N0231** *Analisi matematica I*
- **N0620** *Chimica*
- **N2300** *Geometria*
- **N1901** *Fisica generale I*
- **N2171** *Fondamenti di informatica I*

Al secondo anno:

- **N0232** *Analisi matematica II*
- **N1902** *Fisica generale II*
- **N2172** *Fondamenti di Informatica II*
- **N1790** *Elettrotecnica*
- **N0234** *Analisi matematica III (r)*

- una scelta, in mutua esclusione, tra:
- **N0494** *Calcolo delle Probabilità (r)*
- **F0490** *Calcolo delle Probabilità*

- un insegnamento a scelta tra:
- **NA240** *Fondamenti di meccanica teorica e applicata*
- **L5955** *Termodinamica applicata/Acustica applicata ed Illuminotecnica (i)*

- Dal terzo anno:
- **NA411** *Elettronica I*
- **NA412** *Elettronica II*
- **N4540** *Reti logiche*
- **N0460** *Calcolatori elettronici*
- **N5030** *Sistemi operativi*
- **N4881** *Sistemi di elaborazione I*
- **N4550** *Ricerca operativa*
- **N5812** *Teoria dei sistemi (discreti)*

- in mutua esclusione:
- **N0841** *Controlli automatici (gen)*
- l'insieme dei due corsi: **N5811** *Teoria dei sistemi (continui) e* **N0842** *Controlli automatici (spec)*

- in mutua esclusione:
- **N0800** *Comunicazioni elettriche*
- l'insieme dei due corsi: **F5801** *Teoria dei segnali I* e **F0802** *Comunicazioni elettriche (spec)*

- una scelta tra:
- **N1530** *Economia ed organizzazione aziendale*
- **L1530** *Economia ed organizzazione aziendale*
- **F3040** *Istituzioni di economia*

- tre a scelta tra:
- **N0410** *Basi di dati*
- **N2850** *Informatica grafica*
- **N2941** *Ingegneria del software I*
- **N4883** *Sistemi di elaborazione (distribuiti)*
- **N3000** *Intelligenza artificiale*
- **N3070** *Linguaggi e traduttori*
- **N4522** *Reti di calcolatori II*
- **N4882** *Sistemi di elaborazione II*
- **N5050** *Sistemi per la progettazione automatica*
- di cui però almeno 2 tra:
- **N0410** *Basi di dati*
- **N2941** *Ingegneria del software I*
- e, in mutua esclusione:
- **N4521** *Reti di calcolatori I*
- **F4531** *Reti di telecomunicazioni I*

Gli insegnamenti mancanti per il raggiungimento del tetto di 29 annualità possono essere scelti:

- tra quelli elencati nella Tabella **1**, nel qual caso il piano degli studi viene automaticamente approvato;
- fino ad un massimo di 1 annualità tra gli insegnamenti elencati nelle Tabelle **2** e **3**. In questo caso il piano degli studi viene automaticamente approvato;
- tra corsi non elencati nelle Tabelle **1**, **2** e **3**, ma impartiti presso altri corsi di laurea del Politecnico di Torino. In questo caso lo studente deve allegare alla domanda un'articolata motivazione delle proprie scelte ed il piano degli studi viene analizzato dalla Commissione Piani di Studio Individuali del Consiglio di Settore.
- Ciascun studente può inserire, nel proprio piano di studi, fino ad un massimo di:
- due insegnamenti impartiti presso altre facoltà universitarie. In questo ultimo caso, lo studente deve allegare alla domanda sia un'articolata motivazione delle proprie scelte, sia copia dei programmi degli insegnamenti inseriti, opportunamente controfirmati dai docenti dei medesimi.
- due stage, secondo le modalità approvate dal Consiglio di Settore. Uno stage è equivalente a 0,5 annualità.

Devono essere rispettate le precedenze riassunte nella Tabella B e devono essere evitate le compresenze elencate nella Tabella A, che riporta gli insegnamenti mutuamente esclusivi.

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Tabella 1

1° Periodo didattico		2° Periodo didattico	
L0220	Analisi funzionale	**N0390**	Azionamenti elettrici per l'automazione
L0300	Architettura dei sistemi integr.	**N0410**	Basi di dati
N0370	Automazione industriale	**P0450**	Biomeccanica
L0510	Calcolo numerico	**F0531**	Campi elettromagnetici I
N0850	Controllo dei processi	**N0870**	Controllo digitale
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche	**L1441**	Dispositivi elettronici I
M7060	Economia dei sistemi industriali	**M1560**	Economia politica
MA390	Economia e organizz. dei servizi	**L1730**	Elettronica dei sistemi digitali
RA380	Ecologia applicata	**L6120**	Elettronica delle microonde
L1760	Elettronica di potenza	**E1920**	Fisica degli stati condensati
H1770	Elettronica industr. di potenza	**L2000**	Fisica dello stato solido
F1940	Fisica dei laser	**DA650**	Gestione ed esercizio dei sistemi di trasporto
L2030	Fisica matematica	**H2701**	Impianti elettrici I
M2460	Gestione industr. della qualità	**M2720**	Impianti industriali
N2850	Informatica grafica	**N3000**	Intelligenza artificiale
L3130	Macchine elettriche	**F3040**	Istituzioni di economia
N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale	**N3070**	Linguaggi e traduttori
H3660	Misure elettriche	**L3200**	Meccanica analitica
NA610	Modellistica e simulazione	**L3560**	Microelettronica
E3880	Ottica	**F3700**	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
D3910	Pianificazione dei trasporti	**MA460**	Metodi e modelli per il supporto delle decisioni
D4180	Progettazione sistemi di trasporto	**MA270**	Nozioni giuridiche fondament.
N4522	Reti di calcolatori II	**L3870**	Optoelettronica
N4580	Robotica industriale	**N8720**	Ottimizzazione
H4600	Scienza delle costruzioni	**NA700**	Ottimizzazione nei sistemi di controllo
F4850	Sistemi di commutazione	**F4532**	Reti di Telecomunicazioni II
N4883	Sistemi di elaborazione (distribuiti)	**FA290**	Reti elettriche non lineari

segue Tabella 1

1° Periodo didattico		2° Periodo didattico	
F4901	Sistemi di radiocomunicazione I	**E4681**	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici I
N5050	Sistemi per la progettazione automatica	**R4740**	Sicurezza e analisi di rischio
L5240	Strumentazione biomedica	**N4882**	Sistemi di elaborazione II
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica	**F4902**	Sistemi di radiocomunic. II
P5410	Tecnica del controllo ambientale	**M5175**	Statistica aziendale / Marketing industriale (i)
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti	**D5510**	Tecnica urbanistica
L5691	Tecnologie e materiali per l'elettronica I	**F5730**	Telematica
F6040	Trasmissione numerica	**F5870**	Teoria dell'informazione e codici
		D5880	Teoria e tecnica della circolazione
		F5955	Termodinamica applicata / Acustica applicata ed Illuminotecnica (i)
		D6021	Topografia A
		G6050	Urbanistica

Tabella 2

1° Periodo didattico		2° Periodo didattico	
UM019	Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)	**UM016**	Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Concetto di simmetria dall'antichità ad oggi) (r)
UM020	Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)	**UM017**	Estetica (r)
UM021	Propedeutica filosofica (Introduzione al pensiero contemporaneo) (r)	**UM018**	Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)
UM023	Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)	**UM025**	Storia contemporanea (r)
UM024	Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)	**UM026**	Storia della filosofia contemporanea (r)
UM027	Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)	**W2711**	Storia dell'architettura moderna (r)
UM028	Storia della tecnica B (Macchine e Sistemi industriali) (r)	**W2141**	Storia dell'urbanistica
UM022	Sociologia del lavoro (r)		
G5200	Storia dell'architettura		
GA500	Storia della città e del territorio		
W9721	Sociologia urbana (r)		
W3731	Teoria e storia del restauro/ Restauro architettonico (i) (r)		

N.B. – I moduli "B" degli insegnamenti umanistici possono essere inseriti nei piani di studio solo se accompagnati da corrispondenti moduli "A" che sono ad essi, sotto ogni punto di vista, propedeutici.

In alternativa alle materie della tabella 2, lo studente può inserire nel proprio piano degli studi una delle seguenti discipline linguistiche. Il corso di intende "superato" esibendo alla Commissione Lingue straniere del Consiglio di Settore dell'Informazione, il certificato a fianco di ciascuna indicato.

Tabella 3

1 - 2	**NA740**	Lingua inglese (Advanced English Test – Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)
1 - 2	**NA730**	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF
1 - 2	**NA750**	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)

Indirizzo Automatica e sistemi di automazione industriale

I piani di studio devono contenere almeno 29 annualità.
Sono obbligatorie le seguenti annualità:

- Al primo anno:
- **N0231** *Analisi matematica I*
- **N0620** *Chimica*
- **N2300** *Geometria*
- **N1901** *Fisica generale I*
- **N2171** *Fondamenti di informatica I*

- Al secondo anno:
- **N0232** *Analisi matematica II*
- **N1902** *Fisica generale II*
- **N2172** *Fondamenti di informatica II*
- **N1790** *Elettrotecnica*
- **N0230** *Analisi matematica III (r)*

- una scelta, in mutua esclusione, tra:
- **N0494** *Calcolo delle probabilità (r)*
- **F0490** *Calcolo delle probabilità*

- un insegnamento a scelta tra:
- **NA240** *Fondamenti di meccanica teorica e applicata*
- **L5955** *Termodinamica applicata/Acustica applicata ed illuminotecnica (i)*

- dal terzo anno:
- **NA411** *Elettronica I*
- **NA412** *Elettronica II*
- **N4540** *Reti logiche*
- **N0460** *Calcolatori elettronici*
- **N5811** *Teoria dei sistemi (continui)*
- **N0842** *Controlli automatici (spec)*
- **NA700** *Ottimizzazione nei sistemi di controllo*
- **N5812** *Teoria dei sistemi (discreti)*
- **N4550** *Ricerca operativa*

- una a scelta, in mutua esclusione, tra:
- **N0800** *Comunicazioni elettriche*
- l'insieme dei due corsi: **F0802** *Comunicazioni elettriche (spec)* e **F5801** *Teoria dei*
- *segnali I*

- una a scelta tra:
- **N1530** *Economia ed organizzazione aziendale*
- **L1530** *Economia ed organizzazione aziendale*
- **F3040** *Istituzioni di economia*

- tre a scelta tra:
- **N0370** *Automazione industriale*
- **N0390** *Azionamenti elettrici per l'automazione*
- **N0850** *Controllo dei processi*
- **N0870** *Controllo digitale*
- **N3690** *Misure per l'automazione e la produzione industriale*
- **NA610** *Modellistica e simulazione*
- **N4580** *Robotica industriale*
- **N5030** *Sistemi operativi*

- e, in mutua esclusione
- **N4521** *Reti di calcolatori* I
- **F4531** *Reti di telecomunicazioni I*

Gli insegnamenti mancanti per il raggiungimento del tetto di 29 annualità possono essere scelti:

- tra quelli elencati nella Tabella **1**, nel qual caso il piano degli studi viene automaticamente approvato;
- fino ad un massimo di 1 annualità tra gli insegnamenti elencati nelle Tabelle **2** e **3**. In questo caso il piano degli studi viene automaticamente approvato;
- tra corsi non elencati nelle Tabelle **1**, **2** e **3**, ma impartiti presso altri corsi di laurea del Politecnico di Torino. In questo caso lo studente deve allegare alla domanda un'articolata motivazione delle proprie scelte ed il piano degli studi viene analizzato dalla Commissione Piani di Studio Individuali del Consiglio di Settore.
- Ciascun studente può inserire, nel proprio piano di studi, fino ad un massimo di:
- due insegnamenti impartiti presso altre facoltà universitarie. In questo ultimo caso, lo studente deve allegare alla domanda sia un'articolata motivazione delle proprie scelte, sia copia dei programmi degli insegnamenti inseriti, opportunamente controfirmati dai docenti dei medesimi.
- due stage, secondo le modalità approvate dal Consiglio di Settore. Uno stage è equivalente a 0,5 annualità.

Devono essere rispettate le precedenze riassunte nella Tabella B e devono essere evitate le compresenze elencate nella Tabella A, che riporta gli insegnamenti mutuamente esclusivi.

Tabella 1

1° Periodo didattico		2° Periodo didattico	
L0220	Analisi funzionale	**N0390**	Azionamenti elettrici per l'automazione
N0370	Automazione industriale	**N0410**	Basi di dati
N0850	Controllo dei processi	**P0450**	Biomeccanica
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche	**N0870**	Controllo digitale
M1380	Disegno assistito dal calcolatore	**B1260**	Dinamica del volo spaziale
M7060	Economia dei sistemi industriali	**L1441**	Dispositivi elettronici I
MA390	Economia e organizz. dei servizi	**M1560**	Economia politica
L1760	Elettronica di potenza	**L1730**	Elettronica dei sistemi digitali
H1770	Elettronica industr. di potenza	**L6120**	Elettronica delle microonde
F1940	Fisica dei laser	**DA650**	Gestione ed esercizio dei sistemi di trasporto
L2030	Fisica matematica	**E1920**	Fisica degli stati condensati
M2460	Gestione industr. della qualità	**L2000**	Fisica dello stato solido
H2702	Impianti elettrici II	**H2701**	Impianti elettrici I
N2850	Informatica grafica	**M2720**	Impianti industriali
L3130	Macchine elettriche	**N2941**	Ingegneria del software I
H3660	Misure elettriche	**N3000**	Intelligenza artificiale
N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale	**N3040**	Istituzioni di economia
E3880	Ottica	**N3070**	Linguaggi e traduttori
D3910	Pianificazione dei trasporti	**L3200**	Meccanica analitica
D4180	Progettazione dei sistemi di trasporto	**L3560**	Microelettronica
N4522	Reti di calcolatori II	**L3620**	Misure a iperfrequenze
N4580	Robotica industriale	**L3700**	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
E4590	Scienza dei materiali	**MA270**	Nozioni giuridiche fondamentali
H4600	Scienza delle costruzioni	**L3870**	Optoelettronica
L4700	Sensori e trasduttori	**N8720**	Ottimizzazione
F4850	Sistemi di commutazione	**N4521**	Reti di calcolatori I
N4883	Sistemi di elaborazione (distribuiti)	**FA290**	Reti elettriche non lineari
N5030	Sistemi operativi	**E4681**	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici I

segue Tabella 1

1° Periodo didattico		2° Periodo didattico	
N5050	Sistemi per la progettazione automatica	**N4882**	Sistemi di elaborazione II
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica	**F4532**	Sistemi di radiocomunicaz. II
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti	**M5175**	Statistica aziendale / Marketing industriale (i)
L5691	Tecnologie e materiali per l'elettronica I	**D5880**	Teoria e tecnica della circolazione
F6040	Trasmissione numerica		

Tabella 2

1° Periodo didattico		2° Periodo didattico	
UM019	Metodologia delle scienze naturali A (Il metodo scientifico) (r)	**UM016**	Applicazioni fisiche della teoria dei gruppi (Concetto di simmetria dall'antichità ad oggi) (r)
UM020	Metodologia delle scienze naturali B (Il metodo scientifico) (r)	**UM017**	Estetica (r)
UM021	Propedeutica filosofica (Introduzione al pensiero contemporaneo) (r)	**UM018**	Filosofia della scienza (Mente, cervello e computer) (r)
UM023	Sociologia delle comunicazioni di massa A (r)	**UM025**	Storia contemporanea (r)
UM024	Sociologia delle comunicazioni di massa B (r)	**UM026**	Storia della filosofia contemporanea (r)
UM027	Storia della tecnica A (Società ed economia) (r)	**W2711**	Storia dell'architettura moderna (r)
UM028	Storia della tecnica B (Macchine e Sistemi industriali) (r)	**W2141**	Storia dell'urbanistica
UM022	Sociologia del lavoro (r)		
G5200	Storia dell'architettura		
GA500	Storia della città e del territorio		
W9721	Sociologia urbana (r)		
W3731	Teoria e storia del restauro/ Restauro architettonico (i) (r)		

N.B. – I moduli "B" degli insegnamenti umanistici possono essere inseriti nei piani di studio solo se accompagnati da corrispondenti moduli "A" che sono ad essi, sotto ogni punto di vista, propedeutici.

In alternativa alle materie della tabella 2, lo studente può inserire nel proprio piano degli studi una delle seguenti discipline linguistiche. Il corso di intende "superato" esibendo alla Commissione Lingue straniere del Consiglio di Settore dell'Informazione, il certificato a fianco di ciascuna indicato.

Tabella 3

1 - 2	**NA740**	Lingua inglese (Advanced English Test – Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)
1 - 2	**NA730**	Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF
1 - 2	**NA750**	Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)

Tabella A: Mutue esclusioni tra insegnamenti

LA304	*Acustica applicata ed illuminotecn. (r)*	**P0030**	Acustica applicata
N0841	*Controlli automatici (gen)*	**L5811**	
		N5811	*Teoria dei Sistemi (continui)*
N0800	*Comunicazioni elettriche*	**L5801**	
		F5801	*Teoria dei Segnali I*
LA304	*Acustica applicata ed illuminotecn. (r)*	**G2560**	*Illuminotecnica*
F3040	*Istituzioni di economia*	**M1560**	*Economia politica*
N4521	*Reti di calcolatori I*	**F4531**	*Reti di Telecomunicazioni I*
N0494	*Calcolo delle probabilità*	**F0490**	*Calcolo delle Probabilità*

Tabella B : Precedenze tra insegnamenti

Analisi matematica II	Analisi matematica I
Analisi matematica III (r)	Analisi matematica II
Architettura dei sistemi integrati	Reti logiche
Calcolatori elettronici	Fondamenti di informatica II
Calcolo delle probabilità (r)	Analisi matematica II
Comunicazioni elettriche (gen)	Calcolo delle probabilità (r)
Comunicazioni elettriche (spec)	Teoria dei segnali I
Controlli automatici (gen)	Analisi matematica III (r)
Controlli automatici (spec)	Teoria dei sistemi (continui)
Economia ed organizzazione aziendale	Analisi matematica II
Economia e organizzazione dei servizi	Economia ed organizzazione aziendale
Elettronica I	Elettrotecnica
Elettronica II	Elettronica I
Elettrotecnica	Fisica generale I
Fisica generale II	Fisica generale I
Fondamenti di informatica II	Fondamenti di informatica I
Geometria	Analisi matematica I
Informatica grafica	Sistemi operativi
Ingegneria del software I	Fondamenti di informatica II
Intelligenza artificiale	Sistemi operativi
Linguaggi e traduttori	Calcolatori elettronici
Fondamenti di meccanica teorica ed applicata	Fisica generale I
Misure per l'automazione e la produzione industriale	Elettronica I
Modellistica e simulazione	Calcolo delle probabilità & Teoria dei sistemi
Ottimizzazione	Ricerca operativa
Ottimizzazione nei sistemi di controllo	Ricerca operativa & Controlli automatici
Reti di calcolatori I	Calcolatori elettronici
Reti di calcolatori II	Reti di calcolatori I o Reti di telecomunicazioni I
Reti di telecomunicazioni II	Reti di calcolatori I o Reti di telecomunicazioni I
Reti logiche	Calcolatori elettronici

segue Tabella B: precedenze tra insegnamenti

Ricerca operativa	Analisi matem. II & Fondam. di informatica II
Sistemi di elaborazione I	Reti logiche
Sistemi di elaborazione II	Sistemi di elaborazione I
Sistemi di elaborazione (distribuiti)	Reti di calcolatori I
Sistemi operativi	Calcolatori elettronici
Sistemi per la progettazione automatica	Reti logiche
Strumentazione e misure elettroniche	Elettronica II
Telematica	Reti di calcolatori I o Reti di telecomunicazioni I
Teoria dei sistemi (continui)	Analisi matem. III (r) & Fondam. di inform. II
Teoria dei sistemi (discreti)	Analisi matematica III
Termodinamica applicata / Acustica applicata ed illuminotecnica (i)	Fisica generale II

Piani di studio del biennio dei corsi di laurea attivati presso la sede di Mondovì

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

Primo anno:

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
1,2	L0231	**Analisi matematica I**	12		
	L0620	**Chimica**			
1		Fondamenti di chimica	5		
2		Applicazioni e complementi di chimica	5	Mod. 1	
	L2300	**Geometria**			
3		Algebra lineare e geometria analitica A	6	L0231	
4		Algebra lineare e geometria analitica B	5	Mod. 1	
	L1901	**Fisica generale I**			
3		Meccanica	5		
4		Termodinamica	4	Mod. 1	
	L2170	**Fondamenti di informatica**			
1,2		Elementi di informatica	4		
3,4		Tecniche di programmazione e linguaggi	5	Mod. 1	

Secondo anno:

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	L0232	**Analisi matematica II**			
1		Serie di funzioni	5	L2300	
2		Calcolo in più variabili	6	L2300	
	L1902	**Fisica generale II**			
1		Elettromagnetismo	5	L1901	
2		Fenomeni ondulatori	6	Mod. 1	
	L1790	**Elettrotecnica**			
1		Introduzione all'elettrotecnica	6	L0231 e L1902	
2		Fondamenti di elettrotecnica	5	Mod. 1	
3	L0234	**Analisi matematica III (r)**	5	L0232	
3	L0494	**Calcolo delle probabilità (r)**	4		F0490
	L1441	**Dispositivi elettronici I**			
3		Materiali e dispositivi elettronici passivi	5	L1902	
4		Dispositivi e tecnologie per la microelettronica	7	Mod. 1	
	LA240	**Fondamenti di meccanica teorica e applicata**			
3		Teoria dei sistemi meccanici	4		
4		Meccanica applicata	5	Mod. 1	

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI

Primo anno:

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
1,2	F0231	**Analisi matematica I**	12		
	F0620	**Chimica**			
1		Fondamenti di chimica	5		
2		Applicazioni e complementi di chimica	5	Mod. 1	
	F2300	**Geometria**			
3		Algebra lineare e geometria analitica A	6	F0231	
4		Algebra lineare e geometria analitica B	5	Mod. 1	
	F1901	**Fisica generale I**			
3		Meccanica	5		
4		Termodinamica	4	Mod. 1	
	F2170	**Fondamenti di informatica**			
1,2		Elementi di informatica	4		
3,4		Tecniche di programmazione e linguaggi	5	Mod. 1	

Secondo anno:

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Mutue esclus.
	F0232	**Analisi matematica II**			
1		Serie di funzioni	5	F2300	
2		Calcolo in più variabili	6	F2300	
	F1902	**Fisica generale II**			
1		Elettromagnetismo	5	F1901	
2		Fenomeni ondulatori	6	Mod. 1	
	L1790	**Elettrotecnica**			
1		Introduzione all'elettrotecnica	6	L0231 e L1902	
2		Fondamenti di elettrotecnica	5	Mod. 1	
3	F0234	**Analisi matematica III (r)**	5	F0232	
	F0490	**Calcolo delle probabilità**			
3		Calcolo delle probabilità	4	F0232	L0494
4		Modelli probabilistici e statistici	4	Mod. 1 o L0494	
4	F0514	**Calcolo numerico (r)**	5	F0231 e F2170	
	N2172	**Fondamenti di informatica II**			
3		Algoritmi e strutture dati	6	N2171	
4		Programmazione avanzata in C	5	Mod. 1	

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

Primo anno:

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
1,2	N0231	**Analisi matematica I**	12		
	N0620	**Chimica**			
1		Fondamenti di chimica	5		
2		Applicazioni e complementi di chimica	5	Mod. 1	
	N1901	**Fisica generale I**			
3		Meccanica	5		
4		Termodinamica	4	Mod. 1	
	N2300	**Geometria**			
3		Algebra lineare e geometria analitica A	6	N0231	
4		Algebra lineare e geometria analitica B	5	Mod. 1	
	N2171	**Fondamenti di informatica I(*)**			
1,2		Elementi di informatica	4		
3,4		Tecniche di programmazione e linguaggi	5	Mod. 1	

(*) Mutuato da L2170 Fondamenti di informatica

Secondo anno:

P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Prece-denze	Mutue esclus.
	N0232	**Analisi matematica II**			
1		Serie di funzioni	5	N2300	
2		Calcolo in più variabili	6	N2300	
	N1902	**Fisica generale II**			
1		Elettromagnetismo	5	N1901	
2		Fenomeni ondulatori	6	Mod. 1	
	N1790	**Elettrotecnica**			
1		Introduzione all'elettrotecnica	6	L0231 e L1902	
2		Fondamenti di elettrotecnica	5	Mod. 1	
3	N0234	**Analisi matematica III (r)**	5	N0232	
3	L0494	**Calcolo delle probabilità (r)**	4		F0490
	NA240	**Fondamenti di meccanica teorica e applicata**			
3		Teoria dei sistemi meccanici	4		
4		Meccanica applicata	5	Mod. 1	
	N2172	**Fondamenti di informatica II**			
3		Algoritmi e strutture dati	6	N2171	
4		Programmazione avanzata in C	5	Mod. 1	

Commissioni per l'esame dei Piani di Studio Individuali

Corsi di Laurea	Docenti	Istituti o Dipartimenti di Appartenenza
Elettronica	Letizia Lo Presti (coord.)	Dip. di Elettronica
Informatica	Elio Piccolo	Dip. di Automatica e Informatica
Telecomunicazioni	Giuseppe Vecchi	Dip. Elettronica
	Paolo Prinetto	Dip. di Automatica e Informatica
	Michele Taragna	Dip. di Automatica e Informatica
	Pierangela Barbera	Dip. di Automatica e Informatica

GUIDA AI PROGRAMMI DEI CORSI

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRONICA

PROFILO PROFESSIONALE

L'attuale figura dell'ingegnere laureato in *Ingegneria elettronica* ha conquistato una vasta e profonda stima e credibilità nell'ambiente del lavoro: il mondo industriale si aspetta una conferma e un consolidamento su basi sempre più aggiornate del tipo di formazione sinora offerto. Peraltro l'innovazione continua nel settore dell'*information technology* e nei campi collegati richiede anche figure professionali con preparazione più approfondita in sottosettori specifici.
Per questi motivi, gli studi di ingegneria del nostro Politecnico sono stati riformati da diversi anni in modo da prevedere le 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 sia dei sistemi analogici sia di quelli 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 di realizzazione, incluse le tecniche di verifica per le varie fasi (strumenti di simulazione e di verifica del progetto, metodi di analisi e di collaudo).
Ciò non toglie che la laurea in *Ingegneria elettronica* presenti anche una sua precisa specificità, coprendo ampi spazi culturali autonomi. Sono infatti propri della laurea in Ingegneria elettronica lo studio e lo sviluppo:

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

La formazione dell'ingegnere elettronico deve comprendere una base a spettro ampio, che sarà il fondamento per la crescita professionale, e consentirà di dominare con competenza i diversi campi in cui potrà essere chiamato a intervenire, integrata da un approfondimento 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 lau-

rea. 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 Ingegneria 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 *Ingegneria 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

Con l'anno accademico 1999/2000, anticipando un poco i tempi relativi alla nuova grande riforma degli studi di ingegneria in accordo con gli accordi internazionali e in particolare con l'Accordo della Sorbona del 1998, i vari corsi tradizionalmente impartiti sono stati suddivisi in *moduli*, unità didattiche autonome di minore estensione rispetto ai corsi tradizionali, a cui sono stati attribuiti diversi valori di *crediti formativi universitari*, e il calendario didattico è stato riformato in modo tale da facilitare lo svolgimento e la verifica dell'apprendimento dei vari moduli.
La scelta proposta per gli insegnamenti obbligatori, globalmente 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 insegnamenti modulari 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 il modulo di analisi superiore (*Analisi matematica III*) ha il compito primario di insegnare le funzioni di variabile complessa e le trasformate integrali (soprattutto Fourier) e si introduce un modulo sul *Calcolo delle probabilità*. Un ruolo importante viene assegnato ai moduli 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 dai moduli di *Chimica*, di *Fisica Generale* e di *Elettrotecnica*, secondo i requisiti richiesti dal Decreto di *Riordino degli studi di ingegneria*. Un'attenta ridefinizione dei programmi consente un migliore coordinamento dei moduli di fisica e di elettrotecnica con gli insegnamenti successivi. In particolare:

- ai moduli di *Fisica Generale* 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 moduli di *Fisica Generale* e di *Elettrotecnica* comporta che nei moduli di *Fisica Generale 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 in quelli di *Fisica Generale II*, oltre al resto, venga esposta una trattazione della termodinamica (spostata da *Fisica Generale I* a *Fisica Generale 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 dei modelli della trattazione dei campi elettromagnetici.
- La presenza di *Elettrotecnica* nel primo periodo didattico 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 insegnamento.

Occorre sottolineare come i moduli 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 insegnamenti a spettro ampio, ed in particolare:
- i moduli di *Fondamenti di Meccanica Teorica ed Applicata* destinati a fornire una preparazione di base nel settore della meccanica;
- i moduli di *Economia e organizzazione aziendale*, nei quali 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 indirizzate 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 diversi insegnamenti:
- i moduli di *Fondamenti di informatica*: forniscono le nozioni di base relative all'architettura dei sistemi di elaborazione e alla loro programmazione mediante linguaggi di livello superiore (linguaggio C);
- quelli di *Sistemi informativi I*: forniscono informazioni approfondite sulla struttura dei sistemi di elaborazione e illustrano le metodologie avanzate di programmazione (con particolare riferimento alle strutture dati, agli algoritmi, alle grammatiche ed ai linguaggi) e di ingegneria del *software*
- quelli di *Reti logiche*: forniscono gli strumenti necessari per l'analisi e il progetto dei circuiti logici che compongono gli apparati di elaborazione numerica nonché gli indispensabili elementi di microprogrammazione.

La preparazione professionale nel campo delle telecomunicazioni è fornita da insegnamenti diversi a seconda che vengano o non vengano scelti i moduli di *Teoria dei segnali I*:
- i moduli di *Teoria dei segnali I*: forniscono 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
- quelli di *Comunicazioni elettriche*: presentano un modello semplificato di canali di comunicazione e sviluppano 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 altri insegnamenti nel raggruppamento disciplinare *Telecomunicazioni*, che non prevedano la propedeuticità dei moduli di *Teoria dei segnali I*.

La preparazione professionale nel campo dei controlli automatici è fornita da alcuni insegnamenti a seconda che vengano o non vengano scelti i moduli di *Teoria dei sistemi*:
- I moduli di *Teoria dei sistemi*: impostano 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

- Quelli di *Controlli automatici*: analizzano 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; sviluppano 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 i moduli di *Teoria dei sistemi* seguono quelli di *Controlli automatici*, non specialistico.

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

- I moduli di *Campi elettromagnetici*: affrontano il problema dell'interazione fra campi elettromagnetici e mezzi materiali e forniscono la soluzione delle equazioni di Maxwell in mezzo omogeneo e non omogeneo. Definiscono i parametri caratteristici delle antenne e trattano il fenomeno della propagazione guidata con particolare accento alle linee di trasmissione, alle guide d'onda e alle guide dielettriche
- Moduli a scelta nel raggruppamento disciplinare *Campi elettromagnetici*, ad es.: *Microonde, Antenne, Compatibilità elettromagnetica, Modelli numerici per l'elettromagnetismo, Componenti e circuiti ottici, Propagazione, Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica.*

La preparazione professionale specifica nel campo elettronico componentistico e circuitale è data da diversi moduli:

- I moduli di *Dispositivi elettronici*: forniscono 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).
- Quelli di *Teoria dei circuiti elettronici*: si propongono come interfaccia fra i moduli di *Elettrotecnica* e di *Dispositivi elettronici* da una parte e quelli di *Elettronica* 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 amplificatori operazionali ideali, destinati all'elaborazione del piccolo segnale.
- Quelli di *Elettronica:* per quanto concerne l'aspetto analogico vengono trattati 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 i circuiti delle principali porte logiche elementari e quelli dei circuiti combinatori complessi (PLA, ROM) nonché l'organizzazione di sistemi digitali complessi. Vengono esposte metodologie di progetto di circuiti dedicati. Infine vengono trattati i circuiti elettrici di interfaccia (*sample and hold*, convertitori analogico–digitali e *multiplexer*).
- Altri moduli a scelta tra *Microelettronica, Elettronica delle Microonde, Elettronica delle telecomunicazioni , Elettronica dei sistemi digitali* ed *Optoelettronica*

La preparazione professionale specifica nel campo della strumentazione e delle misure, oltre ai già citati moduli di *Teoria dei circuiti elettronici* e di *Elettronica*, è data dai moduli di:

- *Misure elettroniche*: vengono illustrati i principi di funzionamento e di uso degli strumenti elettronici più diffusi nelle varie aree di interesse dell'ingegneria elettronica. Inoltre sono sviluppati i metodi e la strumentazione per le misure su sistemi di comunicazione con cenni a talune applicazioni delle misure di grandezze elettroniche in altre discipline

CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA INFORMATICA

PROFILO PROFESSIONALE

Il profilo professionale del corso di laurea in Ingegneria informatica presso il Politecnico di Torino 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 trovano corrispondenza in un'articolazione di quest'ultima in due Indirizzi:

- Sistemi ed Applicazioni Informatici
- Automatica e Sistemi di Automazione Industriale.

che, in campo internazionale, vanno sotto il nome rispettivamente di *computer engineering* e di *system and control engineering*.

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'automatica europea, come tendono a dimostrare alcuni indicatori significativi della sua provincia.

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 progettazione dei sistemi mediante l'uso delle 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 è mirata a fornire una preparazione, sia di base sia specifica tecnico-professionale, congruente con il profilo professionale precedentemente esposto.

Con l'anno accademico 1999/2000, anticipando un poco i tempi relativi alla nuova grande riforma degli studi di ingegneria in accordo con gli accordi internazionali e in particolare con l'Accordo della Sorbona del 1998, i vari corsi tradizionalmente impartiti sono stati suddivisi in *moduli*, unità didattiche autonome di minore estensione rispetto ai corsi tradizionali, a cui sono stati attribuiti diversi valori di *crediti formativi universitari*, e il calendario didattico è stato riformato in modo tale da facilitare lo svolgimento e la verifica dell'apprendimento dei vari moduli.

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 (*Analisi matematica*, *Geometria*), seppur parzialmente rivisti al fine di meglio rispondere alle nuove esigenze emerse, si pone l'esigenza di trovare lo spazio per discipline che si ritengono indispensabili per la formazione di un ingegnere elettronico.

Per soddisfare tale esigenza si riduce a mezza annualità il corso di analisi superiore (*Analisi matematica III*), cui si riserva il compito primario di insegnare le funzioni di variabile complessa e le trasformate integrali (soprattutto Fourier) e si introduce mezzo corso sul *Calcolo delle probabilità*.

La preparazione di base è completata da un corso di *Chimica*, due di *Fisica Generale* 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 Generale* 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 Generale* e di *Elettrotecnica* comporta che nella *Fisica Generale 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 Generale II*, oltre al resto, verrà esposta una trattazione della termodinamica (spostata da *Fisica Generale I* a *Fisica Generale 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.
- Per quanto concerne l'*Elettrotecnica* essa riguarda principalmente la teoria dei circuiti che però sarà fatta derivare dei modelli della trattazione dei campi elettromagnetici
- La presenza di *Elettrotecnica* nel primo periodo didattico 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 moduli previsti per il primo anno siano comuni ai tre corsi di laurea del settore dell'informazione, vale a dire: *Elettronica*, *Informatica* e *Telecomunicazioni*. Questo faci-

literà 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 discipline a spettro ampio, ed in particolare:

- un corso di *Fondamenti di Meccanica Teorica ed Applicata* destinato a fornire una preparazione di base nel settore della meccanica
- un corso di *Economia e organizzazione aziendale*, nel quale i principi di economia e di gestione aziendale vengono ampliati con cenni di 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 I* ed *Elettronica 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 architetturali 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 specifica nel campo della Ricerca Operativa è fornita dall'insegnamento omonimo *Ricerca operativa*, nel quale ne vengono presentate le basi algoritmico-metodologiche.
La preparazione professionale nel campo dei controlli automatici è diversa per i due indirizzi.
Per l'indirizzo Sistemi ed applicazioni informatici sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

- *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 sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

- *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.

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, filtraggi, compressioni, espansioni, oppure estrazione di informazione 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

Con l'anno accademico 1999/2000, anticipando un poco i tempi relativi alla nuova grande riforma degli studi di ingegneria in accordo con gli accordi internazionali e in particolare con l'Accordo della Sorbona del 1998, i vari corsi tradizionalmente impartiti sono stati suddivisi in moduli, unità didattiche autonome di minore estensione rispetto ai corsi tradizionali, a cui sono stati attribuiti diversi valori di crediti formativi universitari, e il calendario didattico è stato riformato in modo tale da facilitare lo svolgimento e la verifica dell'apprendimento dei vari moduli.

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, le unità didattiche dedicate alla preparazione di base di tipo matematico sono portate 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:

un corso di Fodamenti di meccanica Teorica ed Applicata destinato a fornire una preparazione di base nel settore della meccanica;

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 ElettronicaI , e quindi da Elettronica II, nel quale le possibilità offerte dalla moderne tecniche microelettroniche verranno presentate accanto alle limitazioni sistemistiche 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.

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI

FA304 ACUSTICA APPLICATA E ILLUMINOTECNICA

(corso ridotto)

Anno: 3 Periodo: 2 (mesi di maggio e giugno)
Impegno (ore) lezione: 4 esercitazione: 4
Crediti: 4
Docente: **Marco MASOERO** (collab.: **Chiara SILVI**)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire innanzitutto le nozioni teoriche fondamentali dell'acustica applicata e dell'illuminotecnica, sviluppando quindi una serie di applicazioni di interesse per il settore dell'informazione. Pur nella loro individualità , tali discipline vengono affrontate con un taglio metodologico comune: si parte da un richiamo sulla fisica del fenomeno acustico e luminoso, per passare poi alla percezione soggettiva del fenomeno da parte dell'uomo ed infine alle applicazioni.

PROGRAMMA

- Acustica fisica: grandezze acustiche e campi sonori; suoni puri e complessi; spettri sonori; sorgenti sonore; analogia elettroacustica (5 h).
- Elementi di acustica psico-fisiologica; valutazione dell'intensità soggettiva di suoni puri e complessi; mascheramento e comprensione del parlato (3 h).
- Propagazione sonora in campo libero e riverberato; proprietà acustiche dei materiali; acustica degli ambienti chiusi (3 h).
- Problemi di rumore ambientale: effetti del rumore, normativa e tecniche di mitigazione (3 h)
- Metododologie di analisi sperimentale e teorico-numerica in campo acustico ed applicazioni a problemi di interesse nel settore dell'informazione (2 h).
- Fotometria; definizione delle grandezze fotometriche; correlazione tra energia e flusso luminoso (3 h).
- Colorimetria; criteri di definizione di un sistema colorimetrico; sistema CIE (3 h).
- Sorgenti di luce artificiale ed apparecchi di illuminazione; problemi progettuali in campo illuminotecnico (4 h).
- Metododologie di analisi sperimentale e teorico-numerica in campo illuminotecnico ed applicazioni a problemi di interesse nel settore dell'informazione (2 h).

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Nelle esercitazioni in aula vengono proposti esercizi numerici ed approfondimenti relativi agli argomenti trattati nel corso. Le esercitazioni di laboratorio riguardano prevalentemente le caratteristiche e l'uso della strumentazione per rilievi fonometrici ed illuminotecnici.

BIBLIOGRAFIA

G. Moncada Lo Giudice, S. Santoboni "Acustica", Ed. Masson
G. Moncada Lo Giudice, A. De Liero Vollaro "Illuminotecnica", Ed. Masson

ESAME

Prova scritta riguardante la risoluzione di esercizi numerici relativi agli argomenti trattati nel corso.

L0220 ANALISI FUNZIONALE

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6
Crediti: 8
Docente: **Luciano PANDOLFI** (Dipartimento di Matematica, tel. 564.7516, fax 564.7599, E-mail: lucipan@polito.it; per l'orario di ricevimento studenti consultare le bacheche vicine ai cancelli del Dipartimento.)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende introdurre i concetti essenziali relativi sia all'analisi funzionale lineare sia alle equazioni alle derivate parziali. Si suddivide pertanto in due moduli di uguale peso, equivalenti ciascuno a 4 crediti.

REQUISITI

Analisi Matematica I, Analisi Matematica II, Analisi Matematica III e Geometria.
Calcolo differenziale ed integrale, Algebra lineare, funzioni di variabile complessa.

PROGRAMMA

Nel corso delle 6 ore settimanali di lezione si illustreranno anche gli esempi atti a giustificare gli argomenti teorici.

I MODULO: ANALISI FUNZIONALE LINEARE
Crediti:4

- cenni sull'integrale di Lebesgue *(4 ore);*
- spazi lineari normati completi *(10 ore);*
- operatori lineari, continui o meno *(6 ore);*
- lo spettro *(8 ore);*
- spazi di Hilbert *(6 ore);*
- operatore aggiunto di un operatore, operatori autoaggiunti *(6 ore).*

II MODULO: EQUAZIONI ALLE DERIVATE PARZIALI
Crediti: 4

- metodo di separazione di variabili per le equazioni a derivate parziali *(6 ore);*
- esempi di equazioni a derivate parziali del primo ordine *(6 ore);*
- il metodo delle caratteristiche. Propagazione delle singolarità *(6 ore);*
- le equazioni del secondo ordine e il metodo delle caratteristiche *(4 ore);*
- l'equazione delle onde in una variabile spaziale sulla retta, sulla semiretta e sull'intervallo *(6 ore);*
- L'equazione delle onde in piu' variabili spaziali *(6 ore);*
- L'equazione del potenziale in due variabili spaziali *(6 ore).*

BIBLIOGRAFIA

Verranno fornite dispense sugli argomenti del programma all'inizio del corso
Testi ausiliari
M. Reed, B. Simon, Functional Analysis, Vol. 1, Academic Press
H. Brezis, Analisi Funzionale, Liguori
T. McOwen, Partial differential equations, methods and applications, Prentice Hall,
J. M. Cooper Introduction to partial differential equations with MATLAB, Birkh„user

ESAME

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

F0231 ANALISI MATEMATICA I

Anno: 1 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione/laboratorio: 4
Crediti: 12
Docenti: **Anita TABACCO** (I corso), **Fulvio RICCI** (II corso), da nominare (III corso)

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

- Introduzione al linguaggio matematico. Inquadramento insiemistico di relazioni e funzioni. Principio di induzione. Concetti di calcolo combinatorio. Insiemi numerici, in particolare numeri reali. Proprietà qualitative delle funzioni reali di variabile reale. *[12 ore]*
- 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. *[16 ore]*
- Successioni. Proprietà globali delle funzioni continue. *[6 ore]*
- Derivata e differenziale; regole di derivazione; applicazioni allo studio della monotonia e degli estremi. *[6 ore]*
- 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. *[10 ore]*
- Primitive (integrale indefinito) per funzioni continue a tratti. Regole di integrazione. *[6 ore]*
- 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]*
- Integrali impropri e criteri di convergenza. *[6 ore]*
- Equazioni differenziali a variabili separabili, equazioni differenziali lineari del primo e secondo ordine. *[4 ore]*

LABORATORI E/O 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. *[48 ore]*

BIBLIOGRAFIA

A. Bacciotti e F. Ricci, "Analisi Matematica I", Liguori (I e II corso)
Testi ausiliari
P. Boieri e G. Chiti, "Precorso di Matematica", Zanichelli Editore
A. Tabacco e D. Giublesi, "Temi svolti di Analisi Matematica I", CLUT, Torino

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 Dipartimento di Matematica. Maggiori dettagli sulle modalità di svolgimento delle prove saranno forniti all'inizio del corso.

L0231 ANALISI MATEMATICA I

VEDI F0231 ANALISI MATEMATICA I

N0231 ANALISI MATEMATICA I

VEDI F0231 ANALISI MATEMATICA I

F0232 ANALISI MATEMATICA II

Anno: 2 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 4
Crediti: 11
Docenti: **Andrea BACCIOTTI, Paolo BOIERI, Maria Teresa GALIZIA**
(Dipartimento di Matematica; ricevimento da concordarsi presso il Dipartimento ove sono esposti i numeri telefonici)

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 piu` variabili, alla risoluzione delle equazioni e dei sistemi differenziali, e ai metodi di sviluppo in serie.

REQUISITI

Analisi Matematica I, Geometria

PROGRAMMA

I MODULO: SERIE DI FUNZIONI
Crediti: 5
1) Serie numeriche, convergenza assoluta (durata: 6 ore di lezione, 3 di esercitazione).
2) Topologia dello spazio euclideo n-dimensionale, successioni; spazi vettoriali normati e successioni di funzioni; convergenza uniforme (durata: 8 ore di lezione, 2 di esercitazione).
3) Serie di Taylor e serie di potenze (durata: 8 ore di lezione, 6 di esercitazione).
4) Serie di Fourier: convergenza quadratica, puntuale e uniforme (durata: ore di lezione, 4 di esercitazione).
5) Sistemi differenziali: sistemi di equazioni differenziali e problemi di Cauchy (durata: 4 ore di lezione); equazioni e sistemi lineari a coefficienti costanti (durata: 8 ore di lezione, 4 di esercitazione).

II MODULO: CALCOLO IN PIÙ VARIABILI
Crediti: 6
6) Funzioni di piu' variabili: continuità, calcolo differenziale, formula di Taylor, massimi e minimi liberi (durata: 16 ore di lezione, 6 di esercitazione).
7) Calcolo differenziale su curve e superfici, funzioni implicite, massimi e minimi vincolati (durata: 8 ore di lezione, 6 di esercitazione).
8) Calcolo integrale in piu` variabili: misura degli insiemi, integrali multipli (durata: 8 ore di lezione, 4 di esercitazione)
9) Integrali su curve e superfici, integrali di linea e di flusso, campi vettoriali, Teoremi di Green, Gauss, Stokes (durata: 8 ore di lezione, 4 di esercitazione).

LABORATORI E/O 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.

BIBLIOGRAFIA

Libro di testo:
A. Bacciotti, F. Ricci, Lezioni di Analisi Matematica 2, Levrotto&Bella, Torino 1991

Testi ausiliari

P. Marcellini, C. Sbordone, Esercitazioni di Matematica, volume secondo, (parte prima e seconda), Liguori 1991

S. Salsa, A. Squellati, Esercizi di Analisi Matematica 2, (parte prima, seconda e terza) Masson 1993

M. Mascarello, L. Mazzi, Temi d'esame di Analisi Matematica II del Politecnico di Torino, Progetto Leonardo, 1996

M. Spiegel, Manuale di Matematica, Collana SCHAUM, Edizione italiana ETAS, 1974

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale. Il superamento della prova scritta e` condizione necessaria per accedere alla prova orale.

Al termine del primo modulo e` prevista una prova di accertamento il cui superamento esonera, limitatamente agli appelli della sessione invernale, dallo svolgimento degli esercizi contenuti nella prova scritta relativi alla parte del programma trattata nel primo modulo. Maggiori dettagli sulle modalita` di svolgimento delle prove saranno forniti all'inizio del corso.

L0232 ANALISI MATEMATICA II

VEDI F0232 ANALISI MATEMATICA II

N0232 ANALISI MATEMATICA II

VEDI F0232 ANALISI MATEMATICA II

L0270 ANTENNE

Anno: 4,5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione/esercitazione: 8
(ore totali): ~ 100 laboratorio: 4
Crediti: 10
Docente: **Mario OREFICE** (Dipartimento di Elettronica, tel 564.4057, e-mail orefice@polito.it; l'orario di ricevimento verrà concordato all'inizio del corso)

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 svolgera` con 8 ore di lezione settimanali durante le quali saranno anche svolti esercizi; sono inoltre previste 4 ore in laboratorio e visite ad aziende.
Valido per i seguenti orientamenti:
- Ingegneria delle telecomunicazioni:
  Radiocomunicazioni
  Comunicazioni via satellite e a microonde
- Ingegneria elettronica
  Microonde
  Elettromagnetismo
  Telecomunicazioni - Apparati
  Avionica

REQUISITI

Esame propedeutico e` "Campi Elettromagnetici e Circuiti"; e` inoltre utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (FORTRAN) per lo svolgimento di lavori individuali o di gruppo.

PROGRAMMA

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.

I MODULO: ANTENNE AD APERTURA
Crediti: 6

Concetti fondamentali sull'irradiazione e nozioni generali sulle antenne (4 ore).

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.

Analisi e progetto di vari tipi di antenne ad apertura (36 ore):
trombe, paraboloidi,cassegrain, antenna a fascio sagomato, lenti.

Teoria Geometrica della Diffrazione e sue applicazioni (8 ore).

Antenne ad onda progressiva (2 ore):
antenne "surface wave" e "leaky wave".

II MODULO: ANTENNE FILIFORMI, A MICROSTRISCIA. SCHIERE
Crediti: 4

Antenne a microstriscia (4 ore).

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.

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.

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.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

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

Laboratori
Misure su antenne

BIBLIOGRAFIA

Appunti raccolti sotto forma di dispense.
Testi ausiliari (per approfondimenti)
Jasik - Johnson, "Antenna engineering handbook", 2nd ed., McGraw Hill, 1984.
A. Rudge et al., "The handbook of antenna design", 2 voll., Peter Peregrinus, 1983.
S. Silver, "Microwave antenna theory and design", McGraw Hill, 1949
J.D. Kraus, "Antennas", 2nd ed., McGraw Hill, 1988
W. Rusch, "Lectures on reflector antennas", Celid, Torino, 1979.

ESAME

L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte:

esame tradizionale
L'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 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 piu' di una volta per sessione.

esame con tesina
L'esame con tesina consiste nello svolgimento, in sostituzione della prova scritta, di una tesina su un argomento proposto dal docente.

TIPOLOGIA DELLE PROVE
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.

L0300 ARCHITETTURA DEI SISTEMI INTEGRATI

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione e laboratorio: 4
Crediti: 10
Docenti: **Pierluigi CIVERA, Gianluca PICCININI**

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 il 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. Si descrivono ed analizzano, come casi di studio, alcune soluzioni architetturali 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

Il programma del corso si articola su tre moduli:

- Architettura dei sistemi integrati
- Tecnologia dei sistemi integrati
- Progetto di sistemi integrati

I primi due moduli di natura più teorica sono posti in cascata ed hanno durata di 7 settimane ciascuno, il terzo modulo, che raccoglie le attività di progettazione, è distribuito sull'intero semestre.

I MODULO: ARCHITETTURA DEI SISTEMI INTEGRATI

Crediti:4

- 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.
- Analisi e caratterizzazione degli elementi base per la progettazione a livello architetturale. Sonoripresi e descritti i blocchi funzionali combinatori, di memoria, sequenziali ed i blocchi di interfaccia. Catalogazione degli elementi base secondo parametri di sistema.
- Macchine a stati finiti singole, multiple, cooperanti. Microsequenziatori, controllori microprogrammati. Architetture di data-path e di unità di controllo.
- Tecniche di descrizione data-flow e control-flow. Regimi di funzionamento e protocolli di passaggio dati (sincroni ed asincroni), aree a comune regime temporale. Tecniche di parallelizzazione e di scalamento temporale (pipeline) delle operazioni.
- 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,...).

II MODULO: TECNOLOGIA DEI SISTEMI INTEGRATI

Crediti: 3

- Tecnologie per circuiti VLSI, tecnologie sub-micron, previsione delle prestazioni, mappatura tecnologica.
- Famiglie logiche statiche e dinamiche, ottimizzazione delle celle base, dispositivi speciali per memorie RAM e ROM e per interconnessione, mappatura tecnologica.
- Problematiche di distribuzione delle alimentazioni
- Problematiche di distribuzione dei segnali di cadenza (clock) e di evento, clock tree, oscillatori.
- Valutazione delle problematiche relative alle sezioni di interfaccia, alle interconnessioni in genere sia interne che esterne al chip.
- Cenni ai costi tecnologici, di impianto e di processo.

II MODULO: PROGETTO DI SISTEMI INTEGRATI

Crediti: 3

Le attività in aula vertono sulla applicazione dei concetti visti durante i moduli concomitatnti, 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).

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le attività 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.

BIBLIOGRAFIA

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

N.H.E. Weste, K. Eshraghian, "Principles of CMOS VLSI Design: A system perspective", Second Edition, Addison Wesley Publishing Company, 1992

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

R.Lipsett, C.Schaefer, C.Ussery, "VHDL, Hardware description and design", Kluwer

Altri testi di consultazione saranno indicati durante il corso.

ESAME

Esame orale per i tre moduli, con valutazione dell'eventuale lavoro di progetto (svolgimento facoltativo) per il modulo di Progetto di Sistemi Integrati.

N0370 AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

Anno: 5 Periodo: 1
Crediti: 11
Docente: **Francesco DONATI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende avviare l'allievo alla progettazione di sistemi per l'automazione dei processi industriali. Vengono introdotte le fasi progettative dalla specifica dei requisiti operativi, all'analisi di fattibilità, allo sviluppo della concezione di sistema, al progetto esecutivo, fino alla formulazione del piano delle prove di collaudo. Particolare attenzione viene data allo sviluppo della logica di controllo e all'utilizzo della simulazione numerica come strumento di progetto.
Il corso è articolato in due moduli di cui il primo è a contenuto metodologico e si propone di introdurre uno standard progettativo, mentre il secondo, a carattere applicativo, tratta lo sviluppo di casi-studio.

REQUISITI

Fondamenti di controlli automatici

PROGRAMMA

I MODULO: TEORIA DELL'AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

Crediti: 5
La modellizzazione matematica come strumento base della conoscenza. I modelli matematici orientati e la valutazione del loro livello di approssimazione attraverso l'uso di norme selezionate in conformità all'obiettivo dello studio.
L'approccio progettativo che fa uso di due modelli di differente livello di approssimazione.
L'organizzazione di un sistema di controllo automatico digitale nell'ambito di una struttura gerrachica. Il generatore dei riferimenti. L'osservatore. Il controllo di catena chiusa.
La progettazione della logica di controllo sulla base di modelli approssimati con incertezza limitata in norma. Il progetto di sistemi di controllo a prestazioni garantite.

II MODULO: ASPETTI APPLICATIVI E SVILUPPO DI CASI

Crediti: 6
Applicazione della metodologia di progetto introdotta nel primo modulo in due problemi di automazione industriale di differente livello di complessità. Specifica dei requisiti.
Costruzione dei due modelli matematici. Selezione dei componenti hardware. Sviluppo della logica di controllo.
Introduzione dei concetti di affidabilità e di dependability).
Introduzione ai problemi di diagnostica automatica del malfunzionamento, identificazione del guasto hardware o software, recupero automatico delle prestazioni (FDIR: Fault Detection, Isolation and Recovery).
Non sono previsti laboratori o esercitazioni.

BIBLIOGRAFIA

M. Athans et al.: "Systems, Networks and Computation.
Multivariable Methods", McGraw-Hill Book Co., New York

V. Strejc: " State Space Theory of Discrete Linear Control",
J. Wiley and Sons, New York

ESAME

Quando l'allievo si presenta per l'esame riceve una domanda scritta (esercizio) su cui ha tempo per prepararsi, sviluppando calcoli, per darne risposta nel corso dell'esame orale.

N0390 AZIONAMENTI ELETTRICI PER L'AUTOMAZIONE

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 8
Crediti: 10
Docente: **Alfredo VAGATI**, Dipartimento di Ingegneria Elettrica Industriale

I MODULO: CONTROLLO DEGLI AZIONAMENTI. AZIONAMENTI I A CORRENTE CONTINUA
Periodo: primo semestre durata: 6 settimane
Impegno (ore) lezione: 8
Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Il modulo ha lo scopo di introdurre al mondo degli azionamenti controllati, in particolare a quelli ad alte prestazioni (macchine utensili, robotica, ecc.). Si fa riferimento ai soli azionamenti in corrente continua in quanto quelli, più moderni, in corrente alternata vengono trattati nel secondo modulo.

REQUISITI

Controlli Automatici

PROGRAMMA

- Elementi caratteristici di un azionamento.
- Tipologie applicative varie.
- Azionamenti ad alte prestazioni: "assi" e "mandrini"
- Controllo di macchina e Controllo di azionamento.
- Equazioni del motore a corrente continua. Approccio induttivo alla struttura di controllo in cascata.
- Limitazioni fisiche, compensazione PI ed effetto coda, fenomeno del wind-up.
- Effetto dinamico degli accoppiamenti elastici, lato tachimetro e lato carico.
- Effetto dell'ondulazione tachimetrica sulle prestazioni del controllo di velocità.
- Possibile impiego e limiti delle tecniche di osservazione del carico.
- Moderni materiali magnetici permanenti e loro impiego motoristico.
- Servomotori a corrente continua: descrizione, specificità e modello termico.
- Amplificatori switching (chopper) per il controllo dei servomotori in corrente continua. Quadranti di funzionamento, tecniche di comando e di modulazione.
- Perdite dovute alla modulazione e dimensionamento energetico in frenatura.
- Cenni sui componenti elettronici di potenza (Mosfet, IGBT). Commutazione non assistita (monoquadrante). Commutazione assistita al turn-on e al turn-off.
- Cenni sulla struttura a bus risonante. Cenni sui circuiti di pilotaggio, ausiliari e di protezione.
- Riepilogo sul controllo di macchina del servomotore a corrente continua. Estensione al caso di un azionamento per mandrino (deflussaggio, stima del flusso).
- Limitazioni degli azionamenti in corrente continua e motivazioni fisico-pratiche verso l'impiego dei motori in corrente alternata.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Non sono previste esercitazioni di laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

Raccolta slides di presentazione

ESAME

L'esame consiste in una prova orale, che verrà svolta congiuntamente a quella relativa al modulo 2, per coloro che seguono entrambi i moduli.

II MODULO: AZIONAMENTI AD ALTE PRESTAZIONI, IN CORRENTE ALTERNATA

Periodo: secondo emisemestre durata: 6 settimane
Impegno (ore) lezione: 8
Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Il modulo prosegue il viaggio nel mondo degli azionamenti ad alte prestazioni, descrivendo le moderne tipologie di controllo di macchina, facenti uso di motori in corrente alternata.

REQUISITI

Modulo 1, Macchine Elettriche (Modulo 1).

PROGRAMMA

- Servoazionamenti Brushless: generalità. Schemi di principio trapezio e sinusoidale.
- Motore Brushless e relativa modellistica: flusso concatenato prodotto dai magneti permanenti. Progettazione di tipo trapezia. Progettazione di tipo sinusoidale.
- Auto e mutue induttanze. Relazione tensione-corrente e modello magnetico. Bilancio energetico ed equazioni di coppia.
- Controllo di coppia di tipo trapezio (scalare): corrente equivalente.
- Analisi della commutazione del Brushless trapezio: caso six-step, caso con controllo del bus in continua.
- Controllo PWM del servomotore trapezio: tecniche di comando bipolare e unipolare.
- Tachimetro brushless: descrizione e particolarità di impiego.
- Controllo di coppia di tipo sinusoidale (vettoriale). Trasformazioni di assi. Equazioni di macchina in assi rotorici.
- Controllo vettoriale di corrente. Diverse tecniche di realizzazione e loro specificità.
- Tecniche di modulazione e loro limiti. Comportamento in saturazione di tensione.
- Misura della posizione angolare (resolver, encoder).
- Brushless anisotropo e sue problematiche di impiego.
- Azionamento di motori a induzione a controllo vettoriale: modello dinamico della macchina e principio generale di controllo.
- Individuazione del riferimento. Stimatori V, I e I, w. Osservatore di flusso di ordine ridotto. Osservatore di ordine pieno.
- Schemi vari di controllo (diretto, indiretto, ecc.)
- Prestazioni dell'azionamento a induzione nel campo a potenza costante.
- Azionamenti con motori sincroni a riluttanza: generalità e tecniche costruttive di macchina.
- Moderni motori ad alta anisotropia a laminazione trasversale.
- Prerogative di controllo del motore sincrono a riluttanza.
- Motore sincrono a riluttanza assistito da magneti permanenti: motivazioni e controllo.
- Considerazioni comparative tra le diverse soluzioni in corrente alternata e conclusioni applicative.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Verranno effettuate dimostrazioni pratiche del funzionamento di azionamenti in corrente alternata per asse e per mandrino. Saranno utilizzati azionamenti impiegati industrialmente, con visualizzazione dei segnali di stato (10 ore).

BIBLIOGRAFIA

Raccolta slides di presentazione

ESAME

L'esame consiste in una prova orale, comprensiva anche degli argomenti inerenti il modulo 1.

N0410 BASI DI DATI

Anno: 4,5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 4
Crediti: 10
Docente: **Claudio DEMARTINI** (Dipartimento di Automatica e Informatica, tel. 564.7010; e-mail: demartini@polito.it)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso prevede 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 diffusi e con strumenti quali le interfacce ODBC e JDBC per la gestione uniforme degli accessi a basi di dati eterogenee e distribuite. Inoltre lo sviluppo di progetti di basi di dati per specifiche applicazioni permette agli allievi la sperimentazione di efficienti metodologie di analisi. In particolare il corso è articolato nei seguenti argomenti: I Principi Fondamentali e l' Architettura delle Basi di Dati; I Sistemi Relazionali ; Il Modello Relazionale; L'Ambiente della Base di Dati; Il Progetto della Base di Dati; L' Evoluzione della Tecnologia delle Basi di Dati; Le basi di dati eterogenee in ambiente distribuito.

REQUISITI

La conoscenza dei principi fondamentali dell'informatica e della programmazione sono indispensabili per la comprensione dei concetti elaborati nel corso.

PROGRAMMA

I MODULO: ARCHITETTURA DELLE BASI DI DATI

Impegno (ore) lezione: 30 esercitazione: 20
Crediti: 5

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.

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.

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.

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 propri dell' *amministrazione* della base dati.

II MODULO: IL PROGETTO DELLE BASI DI DATI

Impegno (ore) lezione: 30 esercitazione: 20

Crediti: 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. Sono previste esercitazioni in aula ed in laboratorio su problemi reali.

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.

Le Basi di Dati in ambiente distribuito: Vengono presentate le recenti soluzioni e norme elaborate per consentire interazioni tra siti remoti ed accessi a basi di dati distribuite in ambito geografico. In particolare verrà presentata l'interfaccia ODBC per la gestione uniforme degli accessi a basi di dati eterogenee. Inoltre verrà trattata l'interfaccia JDBC come strumento per realizzare client JAVA per l'esecuzione di accessi remoti attraverso INTERNET.

E` prevista la realizzazione di lavori di gruppo per la sperimentazione di ODBC, JDBC e per lo sviluppo di applicativi su INTERNET.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula sono finalizzate alla sperimentazione su problemi reali delle metodologie apprese durante le ore di lezione. In particolare si procederà alla stesura delle specifiche relative ai problemi prospettati e successivamente allo sviluppo dei programmi utilizzando SQL. Si procederà inoltre alla sperimentazione delle metodologie di analisi utilizzando specifici prodotti. Il numero delle ore delle esercitazioni è stato calcolato nel contesto del programma delle lezioni.

Laboratorio

Le esercitazioni di laboratorio hanno come oggetto l'uso da parte degli allievi del linguaggio SQL mediante l'impiego di Microsoft ACCESS ed altri prodotti. 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.

BIBLIOGRAFIA

C. J. Date, An Introduction to Database Systems, Sixth Edition, Addison Wesley Pub. Comp., 1996.

C. Batini, S. Ceri, S. B. Navathe, "Conceptual Database Design", Benjamin-Cummings, 1992.

E. Baralis, C. Demartini, "Appunti di Basi di Dati", 1997.

ESAME

L'esame consta di uno elaborato scritto comprendente due parti: a) Teoria; b) Progetto (Modello E-R).

E`previsto un colloquio orale per la discussione dell'elaborato.

N0460 CALCOLATORI ELETTRONICI

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 4
Crediti: 11
Docente: **Matteo SONZA REORDA** (collab.: **Maurizio REBAUDENGO**)
(Dip. Automatica e Informatica; possibilità di contatto tramite telefono o posta elettronica)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si compone di due parti.
Nella prima parte viene presentata una panoramica sull'architettura dei sistemi di elaborazione, analizzandone l'organizzazione (hardware e software) e descrivendo i principi di funzionamento delle CPU, delle memorie, delle strutture di interconnessione e dei dispositivi periferici di ingresso/uscita.
Nella seconda parte del corso vengono illustrate le caratteristiche dei sistemi a microprocessore dal punto di vista delle architetture, dei linguaggi di programmazione, delle periferiche. Al fine di fornire un'esemplificazione pratica di quanto presentato verrà fatto riferimento alle famiglie Intel 80x86 e Motorola 680x0.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica I
Fondamenti di Informatica II

PROGRAMMA

I MODULO: ARCHITETTURA DEI SISTEMI DI ELABORAZIONE

Crediti: 5

- Evoluzione dei Calcolatori
- Metodologie di Progetto: livello *gate*, livello *register*, livello *system*
- I Processori: architettura e funzionamento, rappresentazione dell'informazione, linguaggi Assembler
- Le Unità di Controllo: controllo hardwired e microprogrammazione
- Unità Aritmetiche
- Organizzazione della Memoria: tipi di memorie, memoria virtuale, memorie ad alta velocità
- L'Input-Output: principali dispositivi e modalità di gestione (interrupt, polling, DMA)
- Processori a pipeline, RISC e superscalari
- Le comunicazioni: i bus
- Cenni sulle Architetture Parallele

II MODULO: SISTEMI A MICROPROCESSORE

Crediti:4

- La famiglia Intel 80x86 (Architettura, linguaggio Assembler, periferiche)
- La famiglia Motorola 680x0 (Architettura, linguaggio Assembler, periferiche)

III MODULO: LABORATORIO

Crediti: 2
Sono previste esercitazioni sperimentali in laboratorio basate su Personal Computer e relative sia alla programmazione in linguaggio Assembler che alla gestione di schede basate su microprocessore. Le esercitazioni sono assistite da borsisti.

BIBLIOGRAFIA

V.C. Hamacher et al.: *Introduzione all'Architettura dei Calcolatori*, McGraw-Hill Italia, 1997
Yu-Cheng Liu, G.A. Gibson: *Microcomputer Systems: the 8086/8088 Family*, Prentice-Hall, 1986
M. Rebaudengo, P. Prinetto, M. Sonza Reorda: *Il Linguaggio Assembler 8086/8088*, Levrotto & Bella, Torino, 1995

I docenti metteranno a disposizione degli studenti copia dei lucidi utilizzati per le lezioni ed esercitazioni.

ESAME

L'esame si compone di 2 parti:
- *esame scritto*: consiste nella scrittura di un programma in linguaggio Assembler
- *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.
Durante il corso agli studenti verrà assegnata una esercitazione pratica consistente nella scrittura di un programma Assembler per una scheda basata su microprocessore; la valutazione positiva di quanto realizzato comporterà l'assegnazione di punti aggiuntivi in sede di voto finale.

F0490 CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

Anno: 2 Periodo: 2
Crediti: 8
Docente: **Giovanni PISTONE**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso e` suddiviso in due moduli. Il primo modulo, che concide conil corso di Calcolo delle Probabilita` (ridotto) si propone dipresentare i primi concetti di Calcolo delle Probabilita`; vengonosottolineati, soprattutto con lo svolgimento di esempi, quegliargomenti di speciale interesse per le applicazioni alla Teoria deiSegnali, ai Controlli, alla Simulazione, all'Informazione e allaQualita`. Il secondo modulo sviluppa ulteriormente quanto presentatonel primo modulo e introduce elementi di simulazione, catene diMarkov, statistica.

REQUISITI

Analisi II.

PROGRAMMA

I MODULO: CALCOLO DELLE PROBABILITÀ
Crediti: 4

- Probabilita`. Eventi e insiemi. Spazi di probabilita`. Probabilita` classica (simmetrica). Proprieta` delle probabilita`.
- Probabilita` condizionata. Dipendenza e indipendenza di eventi. Formula della probabilita` totale. Formula di Bayes. Canale binario. Probabilita` definite tramite una probabilita` condizionata.
- Cenni ai teoremi di estensione. Densita` di probabilita` su un insieme discreto. Spazi non numerabili: lo schema di Bernoulli.
- Variabile aleatoria o casuale, definizione. Legge di una variabile aleatoria. Esempi di variabili aleatorie discrete e loro leggi.
- Valore atteso. Valore atteso per variabili aleatorie non negative. Teorema della convergenza dominata. Diseguaglianza di Cebicev. Valore atteso di variabili casuali reali. Valore atteso di trasformazioni. Diseguaglianza di Jensen.
- Schema di Bernoulli finito: il numero di successi. Distribuzione binomiale. Schema di bernoulli infinito: il tempo di attesa per il primo uno. Distribuzione geometrica.
- Ripasso delle variabili aleatorie discrete, loro densita` e valore atteso. Variabili aleatorie continue. Densita`, funzione di distribuzione, momenti, varianza. Distribuzioni congiunte (i.e. distribuzioni di vettori aleatori, o variabili aleatorie vettoriali). Covarianza e correlazione.
- Distribuzioni notevoli. La normale in astronomia, metrologia e manifattura. Alternative: uniforme, platicurtiche e leptocurtiche. L'esponenziale e la Weibull in sopravvivenza e affidabilita`. La Pareto come distribuzione del reddito. La Poisson in statistiche temporali e spaziali (processi uni- e bi-dimensionali).
- Trasformazioni di variabili aleatorie e loro leggi. Esempi sia discreti che continui. Il jacobiano non si usa nel caso discreto. Distribuzione della somma di variabili aletorie. Funzione caratteristica e funzioni generatrici dei momenti e dei cumulanti.
- Distribuzioni condizionate e distribuzioni marginali.
- Valore atteso condizionato.
- Distribuzione gaussiana univariata. T, F e chi-quadro.
- Distribuzione gaussiana multivariata. Trasformazioni lineari.
- Distribuzioni gaussiane condizionate.
- Cenni al teorema limite centrale e alla centralita` della normale.

II MODULO: MODELLI PROBABILISTICI E STATISTICI

Crediti: 4

- Approfondimento: valore atteso condizionato, leggi condizionate, distribuzioni notevoli.
- Approfondimento: legge dei grandi numeri, cenno di teorema ergodico, teorema limite centrale, convergenza alla Poisson, grandi deviazioni
- Generazione e trasformazione di numeri casuali
- Catene di Markov finite: definizione, classificazione degli stati, probabilita` invarianti.
- Elementi di statistica: modello statistico, stimatore, test, campione binomiale, campione gaussiano.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Quattro ore per settimana, con svolgimento da cattedra e individuale. Nel secondo modulo sono previste alcune sessioni di laboratorio per gli argomenti di simulazione e statistica.

BIBLIOGRAFIA

Pistone, G. e Fagnola, F. Primo semestre di probabilita`. CLUT, Torino.
Ross, S. A first course in probability, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.

ESAME

L'esame e` suddiviso in due prove indipendenti, ciascuna per uno dei due moduli, la prima delle quali coincide con la prova per il corso ridotto. Entrambe le prove sono scritte, seguite da una breve discussione orale, vertente sull'elaborato. Entrambe le proveconsistono di esercizi e quiz da svolgersi in 2 ore. E` prevista lavalutazione di eventuali accertamenti superati durante lo svolgimento del corso.

L0494 CALCOLO DELLE PROBABILITÀ
(corso ridotto)

Anno: Periodo: 2
Impegno (ore) lezione: esercitazione:
Crediti: 4
Docente: **Mauro GASPARINI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO
Il corso si propone di presentare i primi concetti di Calcolo delle Probabilità; vengono sottolineati, soprattutto con lo svolgimento di esempi, quegli argomenti di speciale interesse per le applicazioni alla Teoria dei Segnali, ai Controlli, alla Simulazione, all'Informazione e alla Qualità.

REQUISITI
Analisi II.

PROGRAMMA
Probabilità. Eventi e insiemi. Spazi di probabilità.
Probabilità classica (simmetrica). Proprietà delle probabilità.

Probabilità condizionata. Dipendenza e indipendenza di eventi.
Formula della probabilita` totale. Formula di Bayes. Canale binario.
Probabilita` definite tramite una probabilita` condizionata.

Cenni ai teoremi di estensione.
Densita` di probabilità su un insieme discreto.
Spazi non numerabili: lo schema di Bernoulli.

Variabile aleatoria o casuale, definizione. Legge di una variabile aleatoria.
Esempi di variabili aleatorie discrete e loro leggi.

Valore atteso. Valore atteso per variabili aleatorie non negative.
Teorema della convergenza dominata. Diseguaglianza di Cebicev.
Valore atteso di variabili casuali reali. Valore atteso di trasformazioni. Diseguaglianza di Jensen.

Schema di bernoulli finito: il numero di successi. Distribuzione binomiale.
Schema di bernoulli infinito: il tempo di attesa per il primo uno.
Distribuzione geometrica.

Ripasso delle variabili aleatorie discrete, loro densità e valore atteso.
Variabili aleatorie continue. Densita`, funzione di distribuzione, momenti, varianza.
Distribuzioni congiunte (i.e. distribuzioni di vettori aleatori, o variabili aleatorie vettoriali).
Covarianza e correlazione.

Distribuzioni notevoli. La normale in astronomia, metrologia e manifattura.
Alternative: uniforme, platicurtiche e leptocurtiche.
L'esponenziale e la Weibull in sopravvivenza e affidabilità.
La Pareto come distribuzione del reddito. La Poisson in statistiche temporali e spaziali (processi uni- e bidimensionali).

Trasformazioni di variabili aleatorie e loro leggi. Esempi sia discreti che continui. Il jacobiano non si usa nel caso discreto.
Distribuzione della somma di variabili aletorie.
Funzione caratteristica e funzioni generatrici dei momenti e dei cumulanti.

Distribuzioni condizionate e distribuzioni marginali.
Valore atteso condizionato.

Distribuzione gaussiana univariata. T, F e chi-quadro.
Distribuzione gaussiana multivariata. Trasformazioni lineari.
Distribuzioni gaussiane condizionate.
Cenni al teorema limite centrale e alla centralità della normale.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

5 sessioni, una per ciascuna settimana, con svolgimento da cattedra e individuale.

BIBLIOGRAFIA

Pistone, G. e Fagnola, F. Primo semestre di probabilità. CLUT, Torino.
Ross, S. A first course in probability, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.}

ESAME

Lo scritto consiste di esercizi e quiz da svolgersi in 2 ore.
Segue un breve colloquio orale basato sulla discussione della prova scritta.

N0494 CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

VEDI L0494 CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

L0510 CALCOLO NUMERICO

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 10
Docente: **Giovanni MONEGATO** (Dipartimento di Matematica)
(collab.: **Letizia SCUDERI**)

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 per la risoluzione di problemi numerici.

REQUISITI

Analisi I, Geometria, Fondamenti di Informatica

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 5

1. Aritmetica del calcolatore e algoritmi numerici (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 (5 ore)
Metodo delle potenze
Metodo delle potenze inverse
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

II MODULO
Crediti: 5

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
Cenni sulle routines automatiche
7. Equazioni differenziali ordinarie (10 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 (16 ore)
Caratteristiche. Classificazione delle equazioni quasi-lineari di ordine 2
Metodi alle differenze finite
Metodi dei residui pesati (collocazione, Galerkin); elementi finiti

LABORATORI E/O 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.

BIBLIOGRAFIA

G.Monegato, Fondamenti di Calcolo Numerico, CLUT Ed., Torino, 1998.

ESAME

Negli appelli in calendario l'esame è solo orale e riguarda l'intero programma.
è tuttavia previsto, al termine di ciascun modulo e per i soli iscritti al corso, un accertamento scritto sostitutivo dell'esame orale.
Durante le prove scritte non è ammessa la consultazione di testi.

F0514 CALCOLO NUMERICO

(corso ridotto)

Anno: 2	Periodo: 2	
Impegno (ore sett.)	lezione: 3	esercitazione: 1
(ore totali)	38	12
Crediti: 5		
Docente:	**Annamaria ORSI PALAMARA**	

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha lo scopo di garantire le conoscenze fondamentali in materia di calcolo numerico, mediante la descrizione e la valutazione critica di metodi di base per la risoluzione numerica di modelli matematici.

REQUISITI

Analisi Matematica I, Geometria, Fondamenti di Informatica.

PROGRAMMA

Elementi di base. (8 ore)
Aritmetica di un calcolatore e sue conseguenze nel calcolo numerico; analisi degli errori; condizionamento e stabilità.

Algebra lineare numerica. (10 ore)
Richiami sulle matrici; risoluzione di sistemi lineari: metodi diretti, metodi iterativi.

Approssimazione di funzioni e di dati sperimentali. (10 ore)
Interpolazione con polinomi algebrici e con funzioni spline; metodo dei minimi quadrati.

Calcolo di integrali. (6 ore)
Formule di quadratura di tipo interpolatorio; stima dell'errore; routines automatiche.

Equazioni non lineari. (6 ore)
Metodo di bisezione; metodo di Newton e metodi iterativi in generale per equazioni e per sistemi di equazioni non lineari.

Equazioni e sistemi di equazioni differenziali ordinarie per problemi ai valori iniziali. (10 ore)
Elementi di teoria; metodi one-step espliciti; metodi multistep lineari; convergenza e stabilità dei metodi numerici.

ESERCITAZIONI

Vengono sottolineati, con esempi, aspetti particolarmente importanti degli argomenti trattati a lezione e svolti esercizi che contribuiscono ad una migliore comprensione della teoria.

BIBLIOGRAFIA

G. Monegato, 100 pagine di: elementi di calcolo numerico, Levrotto & Bella,1995.

ESAME

L'esame consiste in una prova orale sull'intero programma svolto durante il corso.
è prevista una prova scritta finale, su tutto il programma svolto, sostitutiva dell'esame orale, in alternativa al primo appello d'esame.

F0531 CAMPI ELETTROMAGNETICI I

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 4 Esercitazione: 4
Crediti: 11
Docenti: **Rodolfo ZICH**, (collab.:**Patrizia SAVI**)

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 guida d'onda metalliche e dielettriche.

REQUISITI

Teoria dei circuiti

PROGRAMMA

MODULO 1: CIRCUITI A PARAMETRI DISTRIBUITI (TLC)
Crediti: 5

Introduzione [2 ore]
Spettro elettromagnetico e suo utilizzo.

Linee di trasmissione nel dominio della frequenza [10 ore]
Modello fenomenologico di una linea di trasmissione. Equazioni delle linee nel dominio della frequenza e loro soluzione. Onde progressive e regressive. Trasformazione dell'impedenza locale e definizione dei coefficienti di riflessione. Diagrammi di tensione, corrente e impedenza. Linee con perdite: equazioni differenziali e loro soluzione. Linee con piccole perdite.

Adattamento di impedenza [6 ore]
Adattatori a frequenza singola di uniformità ed energetici (adattatori a L,T, P, a quarto d'onda). Adattatori a larga banda. Teoria delle piccole riflessioni.

Matrice scattering [4 ore]
Definizione e uso della matrice scattering per la caratterizzazione di componenti ad alta frequenza. Proprietà (strutture attive, passive, reciproche, senza perdite). Spostamento dei piani di riferimento. Connessione in cascata di due strutture: matrice scattering risultante. Matrice di trasmissione.

Linee di trasmissione nel dominio del tempo [6 ore]
Soluzione generale delle equazioni delle linee nel dominio del tempo. Velocità di gruppo e ondizioni di non distorsione. Analisi di distorsione di impulsi a banda stretta. Riflessioni multiple su linee ideali disadattate agli estremi. Diagramma a traliccio.

MODULO 2: GUIDE D'ONDA METALLICHE E DIELETTRICHE
Crediti: 6

Fondamenti [6 ore]
Equazioni di Maxwell ed equazione d'onda nel dominio del tempo e della frequenza. Onde piane. Teoremi generali. Condizioni al contorno.

Guide d'onda a sezione trasversale limitata [12 ore]
Formulazione di Marcuvitz-Schwinger. Equazioni trasversali. Modi TM,TE,TEM, e loro proprietà. Linee modali, costanti di propagazione e impedenze modali. Eccitazione in guida d'on-

da. Discontinuità e loro analisi modale. Accoppiamento modale. Perdite in guida d'onda. Guida d'onda metallica rettangolare, circolare e cavo coassiale. Microstriscia e stripline.

Guide d'onda a sezione trasversale illimitata [8 ore]

Riflessione ad un'interfaccia dielettrica: coefficienti di Fresnel. Strutture dielettriche stratificate. Guida planare: interpretazione raggistica della propagazione e risonanza trasversale.

Fibre ottiche [4 ore]

Generalità. Fibre ottiche step index e graded index. Modi, condizioni di monomodalità. Fenomeni di dispersione e attenuazione nelle fibre.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

MODULO 1

Linee di trasmissione: analisi nel dominio della frequenza [8 ore]
Adattatori a frequenza singola: a L, a T e P
Adattatori a quarto d'onda e a larga banda [2 ore]
Matrice scattering [6 ore]
Transitori su linee di trasmissione [4 ore]

MODULO 2

Onde piane e polarizzazione [4 ore]
Guide d'onda metalliche [10 ore]
Guide d'onda a sezione trasversale illimitata [6 ore]
Laboratorio di misura 1: analisi di componenti in microscriscia mediante analizzatore di reti [2 ore]
Laboratorio di misura 2: inea a fessura in guida d'onda rettangolare [2 ore]

BIBLIOGRAFIA

Dispense a cura dei docenti
F. Canavero, I. Montrosset, R. Orta, "Linee di trasmissione", Levrotto&Bella, Torino.
P.Savi, G.Vecchi, "Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti", CLUT, 1994.
Testi ausiliari
G. Franceschetti, "*Campi Elettromagnetici*", Boringhieri, 1983.
G. Conciauro, "*Introduzione alle onde elettromagnetiche*", McGraw Hill, 1993.
D.M. Pozar,"*Microwave engineering*", Addison Wesley, 1990.

ESAME

Scritto e orale.

L0531 CAMPI ELETTROMAGNETICI I

Anno: 3 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 4
Crediti: 12
Docenti: **Renato ORTA,** (collab.:**Daniele TRINCHERO**)
Patrizia SAVI (collab.:**Guido PERRONE**)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso, diviso in due moduli, ha lo scopo di fornire le basi teoriche per la comprensione dei fenomeni di propagazione libera e guidata di onde elettromagnetiche. Il concetto centrale del corso è quello di modo di propagazione, che viene analizzato in profondità in vari contesti. Per quanto riguarda la propagazione guidata, viene sviluppata la teoria delle linee di trasmissione, nonchè la teoria delle guide d'onda. Per quanto riguarda l'irradiazione, sono presentate le caratteristiche di tipi comuni di antenne.

REQUISITI

Elettrotecnica, Fisica Generale II, Analisi matematica III. Inoltre il modulo N. 1 è propedeutico al modulo N. 2.

PROGRAMMA

I MODULO: CIRCUITI A PARAMETRI DISTRIBUITI (ELN)
Crediti: 6

Introduzione [2 ore]
Presentazione corso. Presentazione delle applicazioni dell'elettromagnetismo

Linee di trasmissione: analisi nel dominio della frequenza [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

Adattamento di impedenza [2 ore]
Adattatore di uniformità a L, stub. Adattatore energetico a L. Adattatore a quarto d'onda.

Matrice scattering [4 ore]
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

transitori su linee di trasmissione [4 ore]
Soluzione generale delle equazioni linee nel dominio del tempo. Velocità di gruppo. Riflessioni multiple su linea ideale disadattata agli estremi. Diagramma a traliccio.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Linee di trasmissione ed adattatori [13 ore]
Matrice *scattering* [6 ore]
Transitori su linee di trasmissione [4 ore]
Laboratorio su misura di parametri S [2 ore]

II MODULO: GUIDE D'ONDA E ANTENNE ELEMENTARI
Crediti: 6

Equazioni di Maxwell [4 ore]
Generalità. Definizioni, unità di misura, trasformate dei campi e fasori.

Guide d'onda metalliche [12 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

Irradiazione di onde elettromagnetiche [12 ore]
Concetto di funzione di Green. Dipolo elementare. Approssimazione di Fraunhofer. Parametri caratteristici delle antenne: guadagno, impedenza di ingresso, ecc.. Equazione della trasmissione. Antenne ad apertura. Schiere di antenne

Onde piane [4 ore]
Onde omogenee e non omogenee, polarizzazione. Flusso di potenza

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Guide d'onda metalliche [10 ore]
Laboratorio su misura con linea a fessura [2 ore]
Irradiazione e antenne [10 ore]
Laboratorio su misure su antenne [2 ore]
Onde piane e polarizzazione [4 ore]

BIBLIOGRAFIA

F. Canavero, I. Montrosset, R. Orta, *"Linee di trasmissione"*, Levrotto&Bella, Torino
P.Savi, G.Vecchi, *"Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti"*, CLUT
Appunti dalle lezioni.
Dispense a cura dei docenti
Testi ausiliari
G. Franceschetti, *"Campi Elettromagnetici"*, Boringhieri
G. Conciauro, *"Introduzione alle onde elettromagnetiche"*, McGraw Hill

ESAME

Scritto ed orale, dettagli esposti in bacheca.

F0532 CAMPI ELETTROMAGNETICI II

Anno: 3 Periodo: 2
Crediti: 11
Docente: **Giuseppe VECCHI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso e` ripartito in due moduli, il programma dei due moduli e` riportato a parte.

REQUISITI

Analisi matematica I, II, III, Geometria, Fondamenti di informatica, Calcolo numerico, Teoria dei circuiti, Fisica Generale II, Teoria dei segnali, Campi elettromagnetici I.

I MODULO: IRRADIAZIONE E ANTENNE
Crediti: 6

REQUISITI

Analisi matematica I, II, III, Geometria, Fondamenti di informatica, Calcolo numerico, Teoria dei circuiti, Fisica Generale II, Teoria dei segnali, Campi elettromagnetici I.

PROGRAMMA

[I nuneri tra parentesi quadre indicano le ore approssimative di lezione]

Introduzione: [2 ore]
Presentazione delle applicazioni dell'elettromagnetismo nelle telecomunicazioni

Irradiazione in un mezzo omogeneo: [10 ore]
Richiami (Sistema sferico, Polarizzazione del campo elettromagnetico)Funzione di Green dello spazio libero. Onde sferiche
Approssimazione di Fraunhofer per sorgenti estese

Antenne: parametri globali in trasmissione [4 ore]
Descrizione dell'antenna come componente di un sistema Parametri caratteristici: guadagno, altezza efficace, impedenza di ingresso, resistenza di irradiazione, etc.

Antenne filari [6 ore]
Campo irradiato
Dipolo elementare
Dipoli: approssimazione della corrente, risonanza

Antenne in ricezione ed equazione della trasmissione [8 ore]
Antenna in ricezione: parametri
Reciprocità trasmissione-ricezione
Equazione della trasmissione
Misure su antenne

Antenne ad apertura [4 ore]

Schiere di antenne [6 ore]

II MODULO: INTRODUZIONE AI SISTEMI RADIO. ELETTROMAGNETISMO NUMERICO.
Crediti: 5

REQUISITI

I Modulo

PROGRAMMA

Sistemi di trasmissione via radio: [12 ore]

Rumore in collegamenti via radio; *"link budget"*

Effetto del terreno e dell'atmosfera in comunicazioni terrestri

Radar e sezione radar (RCS)

Elementi di simulazione numerica di problemi elettromagnetici: [4 ore]

Presentazione di tecniche numeriche per la soluzione di problemi elettromagnetici, con approfondimenti pratici presso i LAIB

Approfondimenti [8 ore]

BIBLIOGRAFIA

G.Vecchi: *"Appunti di Irradiazione e Antenne"*, dispense a cura del docente

P.Savi, G.Vecchi: *"Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti"*, CLUT, 1994

Testi ausiliari:

R.E Collin, *"Antennas and Radiowave Propagation"*, McGraw Hill, 1985

ESAME

Ci sono due alternative:

- esame per moduli separati; gli esami dei due moduli possono essere sostenute separatamente con le regole pertinenti tali moduli nelle sessioni al termine dei bimestri.
- esame completo (integrato); al di fuori delle sessioni al termine dei bimestri

Scritto e orale, dettagli esposti in bacheca; esistono possibilita` alternative che verranno comunicate all'inizio del corso, che in particolare permettono di superare I moduli separati con la sola prova scritta.

F0620 CHIMICA

Anno: 1 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 4
Crediti: 10
Docenti: **Alessandro DELMASTRO** (I corso), **Daniele MAZZA** (II corso)
Emma ANGELINI (III corso)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire le basi necessarie per la comprensione e l'interpretazione di fenomeni chimici, della struttura e delle proprietà dei solidi cristallini e della termodinamica di sistemi chimici ed elettrochimici.
Per seguire con profitto il corso sono sufficienti le nozioni di base relative alle leggi generali della chimica, alla simbologia ed alla nomenclatura elementare.

PROGRAMMA

I MODULO: FONDAMENTI DI CHIMICA
Crediti: 5

Principi fondamentali della chimica
Massa atomica, molecolare e concetto di mole. Legge della conservazione della massa. Reazioni chimiche e loro bilanciamento.

Classificazione degli elementi e tavola periodica
Numeri di ossidazione. Periodicità nelle proprietà chimiche e fisiche degli elementi.

Struttura della materia
L'atomo di idrogeno e i sistemi idrogenoidi. Numeri quantici ed orbitali atomici e molecolari. Configurazioni elettroniche degli elementi. Il legame chimico ionico, covalente, dativo, metallico, i legami intermolecolari. Elettronegatività e polarità di legame. Struttura e proprietà dei solidi cristallini, celle elementari, la diffrazione dei raggi-X

Proprietà dei gas e cambiamenti di stato
Leggi dei gas ideali. Equazione di stato dei gas ideali e reali. Teoria cinetica dei gas. Distribuzione delle energie e velocità molecolari. Liquefazione dei gas reali.

Lo stato liquido e le soluzioni acquose
Proprietà colligative di soluzioni acquose. Dissociazione elettrolitica. Conducibilità di soluzioni elettrolitiche.

Sistemi reversibili ed equilibrio
Prodotto ionico dell'acqua. Prodotto di solubilità.

Acidità e basicità delle soluzioni
Definizione di pH e pOH. Idrolisi e soluzioni tampone.

Elementi di Chimica Organica
Cenni di nomenclatura ed isomeria. Idrocarburi saturi, insaturi ed aromatici. Principali gruppi funzionali della chimica organica. Reazioni di polimerizzazione per addizione e per condensazione. Proprietà chimiche e fisiche dei materiali polimerici.

II MODULO: APPLICAZIONI E COMPLEMENTI DI CHIMICA
Crediti: 5

Aspetti termodinamici dei processi chimici
1° principio della termodinamica. Termochimica: leggi di Hess e di Kirchoff. Energia libera ed entropia.

Equilibrio chimico omogeneo ed eterogeneo
Legge di azione di massa. Equilibri chimici omogenei ed eterogenei. Principio di Le Chatelier-Brown.
Regola delle fasi, diagrammi di stato
Sistemi polifasici e diagrammi di stato. Soluzioni solide interstiziali e sostituzionali
Cinetica chimica e catalisi
Velocità ed ordine di reazione. Energia di attivazione e catalizzatori.
Reazioni nucleari
Elettrochimica
Elettrolisi e leggi di Faraday. Celle elettrochimiche e pile voltaiche. Potenziali normali di ossido-riduzione. Equazione di Nernst. Forza elettromotrice di una pila
Elementi di Chimica Ambientale
Elementi di corrosione e degrado dei materiali
Cenni alle problematiche relative all'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

1° MODULO
1- Numero di ossidazione e nomenclatura dei composti chimici
Suddivisione degli elementi in metalli, non metalli
Ossidi, anidridi e ossiacidi e loro idratazione
2- Sali neutri,sali acidi e sali basici; idracidi; perossidi
3- Reazioni chimiche redox, non-redox e relativo bilanciamento
4- Esercizi sui gas ideali
5- Esercizi sulla concentrazione delle soluzioni e sulle proprietà colligative delle soluzioni di non elettroliti ed elettroliti.
6- Acidità e basicità delle soluzioni
2° MODULO
1- Esercizi di termochimica
2- Calcoli su reazioni chimiche di equilibrio omogeneo
3- Calcoli sulle reazioni chimiche eterogenee. Prodotto di solubilità
4- Leggi di Faraday ed equazione di Nernst
5- Esercizi sulla nomenclatura organica
6- Esercizi di riepilogo

BIBLIOGRAFIA

P.Silvestroni, FONDAMENTI DI CHIMICA , Ed.Masson, Milano
P. Corradini, CHIMICA GENERALE Casa Editrice Ambrosiana, Milano
R.H. Petrucci, W.S: Harwood, CHIMICA GENERALE, Principi e moderne applicazioni, Ed. Piccin, Padova
C.Brisi e V.Cirilli, CHIMICA GENERALE ED INORGANICA Ed. Levrotto e Bella, Torino
Per le esercitazioni:
C.Brisi, ESERCIZI DI CHIMICA , Ed.Levrotto & Bella, Torino
P. Ferri, CALCOLI STECHIOMETRICI , Ed. ETSC, Pisa
D.Mazza, ESERCITAZIONI DI CHIMICA AL CALCOLATORE, Ed. CLUT - Torino

ESAME

L'esame si articola in due prove: la prova scritta e la 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 nè tantomeno il superamento dell'esame.
Occorre prenotarsi per la prova scritta imbucando lo statino nell'apposita buca da 14 a 3 giorni lavorativi prima dell'esame scelto.
La prova scritta avrà durata di due ore e consisterà in 30 quesiti:
- 25 di natura teorica (n.1-25)
- 5 che richiedono l'impostazione di un calcolo (n.26-30), a cui sarà riconosciuto un punteggio maggiorato. La risposta errata al quiz comporta l'assegnazione di una penalità mentre l'assenza di risposta non penalizza il quiz.

Durante l'esecuzione della prova scritta gli studenti potranno avere con seunicamente una calcolatrice tascabile e quanto necessario per scrivere. Occore presentare un documento di riconoscimento (es. tesserino o libretto).
NON è consentito abbandonare l'aula durante lo scritto. IL RITIRARSI dalla prova scritta contempla comunque la registrazione dell'esame.
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* (nell'Aula ed all'ora comunicata) che si articolerà su tutto il programma del corso, esercitazioni comprese.

L0620 CHIMICA

Vedi F0620 CHIMICA

N0620 CHIMICA

Vedi F0620 CHIMICA

L0760 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 10
Docente: **Vito DANIELE** (Dipartimento di Elettronica)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'obiettivo del corso riguarda l'emissione, la propagazione e la ricezione dei segnali non intenzionali ai fini della compatibilità elettromagnetica dei sistemi elettronici.

I MODULO: INTRODUZIONE ALLA COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Crediti: 5

REQUISITI

Teoria dei circuiti (F5760) o Elettrotecnica (L1790), Campi elettromagnetici I (L0531 o F0531) + Campi elettromagnetici II (F0532)

PROGRAMMA

Introduzione (6 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Definizioni fondamentali. I tre requisiti EMC. Strategie EMC. Alcuni aspetti EMC. Esempi EMC. Concetti base di Elettromagnetismo. Decibel

Requisiti di EMC (6 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Requisiti di tipo legislativo. Modalità di misure. Requisiti di tipo funzionale

Teoria delle linee multiconduttori (14 ore di lezione, 2 di esercitazione)

Effetto pelle ed importanza dell'induttanza esterna. Modo differenziale e modo comune. Equazioni delle linee multiconduttori. Tipologie di linee di trasmissione. Parametri interni ed esterni delle linee. Soluzione dell'equazioni scalari e vettoriali. Campi elettrici e magnetici dovuti alle linee di potenza.

Antenne EMC (6 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Irradiazione di un dipolo elettrico. Irradiazione di un dipolo magnetico. Parametri delle antenne. Fattore di antenna. Fattori di correzione in presenza di terreno. Bilanciatori ed adattori di impedenza. Antenne a larga banda.

Comportamento non ideale dei componenti (8 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Concetto di induttanza esterna ed applicazione al comportamento EMC dei fili e delle piste. Comportamento EMC dei Resistori, Condensatori ed Induttori. Induttori di modo comune ed a anelli di ferrite. Comportamento EMC dei dispositivi elettromeccanici. Comportamento EMC dei circuiti digitali. Protezione EMC degli interruttori.

II MODULO: FONDAMENTI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Crediti: 5

REQUISITI

Teoria dei circuiti (F5760) o Elettrotecnica (L1790), Campi elettromagnetici I (L0531 o F0531) + Campi elettromagnetici II (F0532), I Modulo

PROGRAMMA

Spettri di segnale (4 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Caratteristiche dello spettro del segnale temporizzatore. L'utilizzazione degli analizzatori di spettro in EMC. Misuratori di picco e quasi-picco.

Emissioni e suscettività irradiate (6 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Semplici modelli di emissione irradiata. Caratteristiche dell'emissione di modo differenziale e modo comune. Rimedi. Modelli di suscettività irradiata. Presenza di cavi schermati.

Emissioni e suscettività condotte (6 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Utilizzazione della LISN per la misura di emissioni condotte. Filtri di alimentazione. Emissione condotte degli alimentatori. Comportamento EMC dei trasformatori. Suscettività condotte.

Diafonia (8 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Introduzione. Linee di trasmissione a tre conduttori. Parametri delle linee. Calcolo esatto delle tensioni di diafonia. Modelli approssimati. Accoppiamneti induttivi, capacitivi e per impedenza di modo comume. Rimedi per la diafonia. Cavi schermati. Effetti dei ponticelli flessibili (pig-tail). Cavi intrecciati. Circuiti bilanciati.

Schermatura (6 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

I tre fenomeni che realizzano una schermatura. La schermatura di campi vicini e/o a bassa frequenza. La schermatura di campi magnetici. Effetti e controllo delle aperture.

Scariche elettrostatiche (6 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Origine delle scariche elettrostatiche. Modelli discariche elettrostatiche. Effetti delle scariche elettrostatiche. Tecniche di controllo.

Progetto EMC dei sistemi (8 ore di lezione, 2 ore di esercitazione)

Terre e masse di segnale. Collegamenti a massa. Percorsi di massa parassiti. Rimedi. Contenitori dei sistemi. Schede e loro interconnessioni. Disposizione interna dei cavi e collocazione dei connettori. Collocazione delle schede e dei sottosistemi. Progetto EMC dei circuiti stampati. Importanza delle griglie di massa nei circuiti stampati. Alimentatori e condensatori di disaccoppiamento.

BIBLIOGRAFIA

C.R.Paul, Compatibilità Elettromagnetica. HOEPLI. Milano, 1995

ESAME

Esame scritto e discussione dell'elaborato

L0770 COMPONENTI E CIRCUITI OTTICI

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 8
Crediti: 10
Docente: **Renato ORTA** (collab.: **Guido PERRONE**)

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 (diffrazione) sia quella guidata (fibre ottiche e ottica integrata). Sono presentati i più importanti strumenti analitici e numerici per l'analisi di circuiti ottici.

REQUISITI

Campi elettromagnetici I (ELN); Campi elettromagnetici I e II (TLC); Inoltre il I modulo è propedeutico al II modulo.

PROGRAMMA

I MODULO: PROPAGAZIONE DI FASCI OTTICI
Crediti: 5

***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.

***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

Diffrazione: *[12 ore]*
Approssimazione di Fresnel a partire dalle rappresentazioni spettrale e spaziale. Fasci gaussiani, propagazione e interazione con strutture dielettriche stratificate

***Ottica geometrica e applicazioni:** [10 ore]*
Ottica geometrica, caustiche e teoria geometrica della diffrazione, lenti e specchi. Formalismo ABCD, guide a lenti

***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 l/4 antiriflesso, o strati ad alta riflettività

***Dielettrici anisotropi:** [6 ore]*
Mezzi anisotropi omogenei, superficie normale, ellissoide indice. Analisi di mezzi anisotropi stratificati, formalismo 4 X 4

II MODULO: COMPONENTI PER OTTICA INTEGRATA
Crediti: 5

***Analisi modale di guide dielettriche generali:** [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

Guide dielettriche planari: [14 ore]
Guida dielettrica planare, analisi con risonanza trasversale. Modi guidati e irradiati, onde *leaky*. Eccitazione delle guide dielettriche: accoppiatori a prisma, reticoli

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

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"*

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

Accoppiamento modale: [4 ore]
Teoria dell'accoppiamento modale codirezionale e controdirezionale. Effetto elettroottico e acustoottico

LABORATORI E/O 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.

BIBLIOGRAFIA

Appunti del docente
Testi ausiliari
B.E.A. Saleh, M.C. Teich, *"Fundamentals of Photonics"*, Wiley, 1991
D. Marcuse, *"Light transmission optics"*, Van Nostrand Reinhold, 1972

ESAME

Orale, al termine di ciascun modulo.

F0800 COMUNICAZIONI ELETTRICHE

Anno: 3 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4-6 esercitazione: 4-2
Crediti: 11
Docente: **Giorgio TARICCO** (Dipartimento di Elettronica
tel. 564.4084, e-mail taricco@polito.it)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di illustrare i concetti fondamentali della teoria delle comunicazioni elettriche applicata a sistemi di trasmissione analogici e numerici al fine di proporre le nozioni fondamentali per il proseguimento degli studi nell'area delle telecomunicazioni.
Nel corso delle lezioni sono esaminati gli aspetti teorici del funzionamento dei dispositivi e dei sistemi di comunicazione senza entrare nel merito della realizzazione *hardware*. Particolare attenzione è rivolta ai criteri di progetto attraverso la valutazione delle prestazioni indicando, per ciascun sistema, l'indice di prestazione più appropriato. I concetti teorici sono approfonditi attraverso esercizi svolti in aula e programmi al calcolatore in laboratorio per quanto riguarda alcuni aspetti di maggiore interesse.

REQUISITI

Teoria dei segnali

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 5

1. Introduzione ai sistemi di comunicazione analogici e numerici. Cenni sulla propagazione del segnale elettromagnetico. Bande di frequenza per trasmissioni radio terrestri e satellitari. Modelli di canale: canale lineare, canale lineare tempo-invariante, canale lineare con rumore additivo, canale con *fading*.
2. Richiami: segnali e processi casuali; serie e trasformata di Fourier; effetto delle discontinuità del segnale; trasformata di un segnale periodico; teorema del campionamento; campionamento ideale; campionamento non ideale a finestra e di tipo *sample & hold*; filtro sbiancante; spettri di potenza; segnale analitico e inviluppo complesso.
3. Rumore termico. Sorgente di rumore e densità spettrale della potenza di rumore. Doppi bipoli rumorosi. Banda equivalente di rumore. Temperatura equivalente e cifra di rumore. Temperatura equivalente e cifra di rumore di una cascata di doppi bipoli rumorosi adattati. Effetto del disadattamento dei doppi bipoli. Cifra di rumore di un attenuatore resistivo. Effetto del rumore sui ripetitori analogici. Ottimizzazione del numero di amplificatori rigenerativi in una linea di trasmissione.
4. Modulazioni di ampiezza. Spettro di potenza. Demodulazione coerente e di inviluppo. Modulazione a banda laterale singola (SSB). Prestazioni. Modulazione in banda vestigiale.
5. Recupero della fase di portante mediante anello ad aggancio di fase (PLL). Multiplazione in frequenza.
6. Modulazione di fase e di frequenza. Spettro di potenza per FM a banda stretta, con modulante sinusoidale e a banda larga. Regola di Carson.

7. Modulatore di frequenza a banda stretta e a banda larga (VCO e metodo indiretto). Demodulatore a discriminatore e con PLL. Rapporto segnale/rumore dopo la demodulazione in frequenza. Ricevitore supereterodina.
8. Teoria dell'informazione. Definizione di informazione. Entropia e sue proprietà. Entropia congiunta e condizionata. Mutua informazione. Teorema del *data processing*. Entropia di sorgente. Sorgenti prive di memoria. Tasso di entropia per sorgenti stazionarie. Teorema di Shannon.
9. Esempi di codici di sorgente. Univoca decodificabilità e istantaneità di un codice di sorgente. Algoritmo di Huffman.
10. Canale discreto privo di memoria. Capacità di canale. Capacità di un canale simmetrico. Teorema di Shannon sulla codifica di canale. Entropia differenziale. Entropia differenziale massima. Capacità del canale gaussiano additivo.

II MODULO

Crediti: 6

1. Modulazioni numeriche. PAM e PPM. Rappresentazione geometrica dei segnali (spazio dei segnali). Algoritmo di Gram-Schmidt. Energia media di una costellazione. Energia media dell'M-PAM, M-PPM (ortogonale e biortogonale). Effetto della traslazione di una costellazione sull'energia, energia minima, modulazione *simplex*.
2. Ricezione di un segnale numerico: demodulazione + decisione. Ricevitore a correlazione. Ricevitore a filtri adattati e proprietà di un filtro adattato. Decisione ottima secondo il criterio della massima verosimiglianza. Applicazione al canale gaussiano additivo: decisione a minima distanza e regioni di corretta decisione.
3. Prestazioni del PAM binario con soglia ottima di decisione in funzione delle probabilità a priori dei dati trasmessi. Limite superiore alla probabilità di errore per una costellazione: *union bound*. Probabilità di errore sul bit.
4. Probabilità di errore sul simbolo per dati equiprobabili a priori: *M*-PAM, Modulazioni ortogonali e biortogonali. Prestazioni asintotiche e limite di Shannon. Confronto tra le modulazioni.
5. Spettro di potenza di un segnale modulato numericamente: applicazione al PAM e ad alcune modulazioni con memoria.
6. Quantizzazione. Rumore di granulosità e sovraccarico. Prestazioni del quantizzatore uniforme. Quantizzazione ottima: condizioni di Max-Lloyd. PCM, PCM uniforme e non uniforme (leggi *A* e m). Progetto del compressore ottimo. PCM differenziale. Calcolo delle prestazioni del PCM uniforme. Probabilità di errore di soglia.
7. Trasmissione di segnali numerici su canali a banda limitata. Interferenza intersimbolica. Criterio di Nyquist. Diagramma ad occhio. Effetti degli errori di sincronismo. Risposta in frequenza a coseno rialzato. Segnali a risposta parziale.
8. Modulazioni in banda traslata. Modulazioni di fase (PSK) e prestazioni. Problema della ambiguità di fase e modulazione PSK differenziale. Modulazioni di ampiezza e fase in quadratura (QAM) e prestazioni. Modulazioni di frequenza (FSK) e prestazioni (ricezione coerente e non).

BIBLIOGRAFIA

1. J.G.Proakis e M.Salehi, *Communication Systems Engineering*, Prentice-Hall, 1994 (ISBN 0-13-158932-6)
2. T.M.Cover e J.A.Thomas, *Elements of Information Theory*, New York: Wiley, 1991 (ISBN: 0-471-06259-6)

3. L.W.Couch, *Digital and Analog Communication Systems*, Prentice-Hall, 1995 (ISBN: 0-13-599028-9)
4. S.G.Wilson, *Digital Modulation and Coding*, Prentice-Hall, 1996 (ISBN: 0-13-210071-1)

ESAME

L'esame comprende una prova scritta sulla base del programma delle esercitazioni e una prova orale facoltativa.

N0800 COMUNICAZIONI ELETTRICHE

VEDI L0801 COMUNICAZIONI ELETTRICHE (GEN)

L0801 COMUNICAZIONI ELETTRICHE (GEN)

Anno: 3 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione/esercitazione: 8
Crediti: 11
Docente: **Guido ALBERTENGO**

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di comunicazione numerica ed analogica basati sulla trasmissione di segnali elettrici, in presenza di rumore gaussiano bianco additivo. Particolare attenzione è riservata ai sistemi di trasmissione numerica ed al sistema PCM, utilizzato per la codifica e la trasmissione in forma numerica di segnali analogici.

REQUISITI

Insegnamenti indicati in Tabella di pag. 125 - Manifesto degli Studi 1997/98 - per primo e secondo anno del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica.
Insegnamenti indicati nelle Tabelle di pagg. 141-146 - Manifesto degli Studi 1997/98 - per primo e secondo anno del Corso di Laurea in Ingegneria Informatica.

PROGRAMMA

I MODULO: TRASMISSIONI ANALOGICHE E PCM
Crediti: 5

- Metodi analitici per la rappresentazione del segnale elettrico e per la sua caratterizzazione. Basi ortonormali. Algoritmo di Gram-Schmidt. Sviluppo in serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Densità spettrale di potenza e di energia.
- Sistemi lineari tempo-invarianti. Risposta all'impulso. Funzione di trasferimento. Caratterizzazione spettrale del segnale all'uscita di un sistema lineare tempo-invariante.
- Richiami sui processi casuali. Il rumore termico. Caratterizzazione di doppi bipoli rumorosi. Il canale hertziano.
- 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.
- Il teorema del campionamento e sue applicazioni. Quantizzazione e rappresentazione dei campioni in forma numerica. Il sistema PCM e le sue prestazioni

II MODULO: TRASMISSIONI NUMERICHE E COMPRESSIONE DATI
Crediti: 6

- Sorgenti di informazione. Entropia di sorgente. Codifica di sorgente. Algoritmo di Fano-Huffman.
- Rappresentazione analitica e vettoriale del segnale numerico.
- Spettro di potenza del segnale numerico.
- Trasmissione in banda base del segnale numerico (segnalazione numerica). Codici di linea .Interferenza intersimbolica e primo criterio di Nyquist. Equalizzazione di canale.
- Probabilità di errore in sistemi numerici in banda base in presenza di rumore gaussiano bianco additivo. Ricevitore a filtro adattato.
- Trasmissione del segnale numerico in banda traslata. Modulazioni numeriche di ampiezza e fase.
- Probabilità di errore delle modulazioni numeriche in presenza di rumore gaussiano bianco additivo.

BIBLIOGRAFIA

L.W.Couch II, *"Digital and Analog Communication Systems"*, Maxwell McMillan International Editions (in inglese)
I.A. Glover, P.M. Grant, *"Digital Communications"*, Prentice Hall (in inglese)
M.S. Roden, *"Analog and Digital Communication Systems"*, Prentice Hall (in inglese)
G. Albertengo, A. Bianco, M. Mondin, *"Esercizi Svolti di Comunicazioni Elettriche"*, CLUT

L0802 COMUNICAZIONI ELETTRICHE (SPEC.)

Anno: 3 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 11
Docente: *da nominare*

I MODULO: MODULAZIONI ANALOGICHE (ELN)
Periodo: primo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Il corso si propone di illustrare i concetti fondamentali della teoria delle comunicazioni elettriche applicata a sistemi di trasmissione analogici al fine di proporre le nozioni fondamentali per il proseguimento degli studi nell'area delle telecomunicazioni.
Nel corso delle lezioni sono esaminati gli aspetti teorici del funzionamento dei dispositivi e dei sistemi di comunicazione senza entrare nel merito della realizzazione hardware. Particolare attenzione è rivolta ai criteri di progetto attraverso la valutazione delle prestazioni indicando, per ciascun sistema, l'indice di prestazione più appropriato. I concetti teorici sono approfonditi attraverso esercizi svolti in aula.

REQUISITI

Teoria dei segnali I (F5801)

PROGRAMMA

Introduzione ai sistemi di comunicazione analogici e numerici.
Segnale analitico e inviluppo complesso.
Rumore termico.
Modulazioni di ampiezza (modulazione di inviluppo, modulazione a doppia banda laterale, modulazione a banda laterale singola)
Multiplazione in frequenza.
Modulazioni di fase e di frequenza.
Modulazione a codifica di impulso (PCM)

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verteranno sugli argomenti sviluppati a lezione.

BIBLIOGRAFIA

J.G.Proakis e M.Salehi, Communication Systems Engineering, Prentice-Hall, 1994 (ISBN 0-13-158932-6)
L.W.Couch, Digital and Analog Communication Systems, Prentice-Hall, 1995 (ISBN: 0-13-599028-9)

ESAME

L'esame comprende una prova scritta, basata sul programma delle esercitazioni, ed una prova orale (eventualmente facoltativa, a discrezione del docente).

II MODULO: MODULAZIONI NUMERICHE (ELN)
Periodo: secondo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 6

PRESENTAZIONE

Il corso si propone di illustrare i concetti fondamentali della teoria delle comunicazioni elettriche applicata a sistemi di trasmissione numerici al fine di proporre le nozioni fondamentali per il proseguimento degli studi nell'area delle telecomunicazioni.
Nel corso delle lezioni sono esaminati gli aspetti teorici del funzionamento dei dispositivi e dei sistemi di comunicazione senza entrare nel merito della realizzazione hardware. Particolare attenzione è rivolta ai criteri di progetto attraverso la valutazione delle prestazioni indicando, per ciascun sistema, l'indice di prestazione più appropriato. I concetti teorici sono approfonditi attraverso esercizi svolti in aula.

REQUISITI

I Modulo

PROGRAMMA

Cenni di teoria dell'informazione.
Modulazioni numeriche in banda base ed in banda traslata.
Calcolo delle probabilità di errore sul bit e sul simbolo.
Limiti teorici e confronto fra I vari tipi di modulazioni.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verteranno sugli argomenti sviluppati a lezione.

BIBLIOGRAFIA

J.G.Proakis e M.Salehi, Communication Systems Engineering, Prentice-Hall, 1994 (ISBN 0-13-158932-6)
T.M.Cover e J.A.Thomas, Elements of Information Theory, New York: Wiley, 1991 (ISBN: 0-471-06259-6)
L.W.Couch, Digital and Analog Communication Systems, Prentice-Hall, 1995 (ISBN: 0-13-599028-9)
S.G.Wilson, Digital Modulation and Coding, Prentice-Hall, 1996 (ISBN: 0-13-210071-1)

ESAME

L'esame comprende una prova scritta, basata sul programma delle esercitazioni, ed una prova orale (eventualmente facoltativa, a discrezione del docente).

F0810 COMUNICAZIONI OTTICHE

Anno: 5 Periodo: 2
Crediti: 10
Docente: *da nominare*

PRESENTAZIONE DEL CORSO

I sistemi ottici di telecomunicazione oggi veicolano più informazione di qualunque altra classe di sistemi di trasmissione. I sistemi, nazionali, transnazionali e sottomarini che si stanno costruendo trasportano centinaia di Gbit/s per fibra, su distanze fino a 10000 km. Le comunicazioni ottiche sono, in altre parole, l'infrastruttura portante che renderà possibile la rivoluzione chiamata "società globale dell'informazione". Il corso mira a mettere in grado lo studente di comprendere le principali tematiche relative all'analisi ed al progetto di tali sistemi avanzati.

I MODULO : TRASMISSIONE OTTICA A BREVE DISTANZA
Crediti: 5

REQUISITI

Campi elettromagnetici I (F0531 o L0531), Comunicazioni elettriche (L0802 o F0800)

PROGRAMMA

In questo modulo si affrontano le problematiche di base della trasmissione ottica, su canale ipotizzato lineare e senza effetti di polarizzazione: limite quantico per ricevitori con e senza preamplificatore ottico; limite quantico per sistemi con amplificatori ottici di linea; analisi di ricevitori realistici con e senza amplificazione ottica; comportamento dispersivo della fibra ottica in linearità e contromisure. Cenni sui componenti: fotorivelatori PIN e APD, laser a semiconduttore, amplificatori ottici in fibra, componenti per la trasmissione multicanale in multiplazione di lunghezza d'onda (WDM). Cenni sui sistemi in fibra multimodale e sui sistemi di distribuzione di segnali televisi (CATV).

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Laboratori
Si effettueranno simulazioni al calcolatore di sistemi ottici di telecomunicazioni presso il LAIB, usando il software commerciale avanzato OptSim

Esercitazioni
In aula, risoluzione di problemi di analisi e di progetto

BIBLIOGRAFIA

Il docente ditribuirà dispense che coprono il materiale trattato nel corso

ESAME

Scritto

II MODULO: TRASMISSIONE OTTICA A LUNGA DISTANZA ED ALTA CAPACITÀ
Crediti: 5

REQUISITI

Modulo I

PROGRAMMA

In questo modulo avanzato si approfondiscono importanti tematiche relative al progetto dei moderni sistemi ad altissima capacità, multiplazione di lunghezza d'onda (WDM) e lunga distanza: effetti legati alla polarizzazione nella fibra, birifrangenza, dispersione di polarizzazione (PMD); sistemi a modulazione di polarizzazione (POLSK). Le non linearità nella fibra ottica: l'effetto Kerr, l'automodulazione di fase (SPM), la modulazione di fase intercanale (XPM), il "Four Wave Mixing" (FWM), il guadagno parametrico (PG); lo scattering di Raman e di Brillouin. Contromisure per gli effetti non-lineari: trasmissione con ritorno a zero (RZ), mappe di dispersione, comodulazione sincrona di fase-ampiezza. Cenni sui solitoni. Cenni su componenti per reti ottiche WDM.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Laboratori

Si effettueranno simulazioni al calcolatore di sistemi ottici di telecomunicazioni presso il LAIB, usando il software commerciale avanzato OptSim

Esercitazioni

In aula, risoluzione di problemi di analisi e di progetto

BIBLIOGRAFIA

Il docente ditribuirà dispense che coprono il materiale trattato nel corso

ESAME

Scritto ed orale.

F0840 CONTROLLI AUTOMATICI

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 11
Docente: **Vito CERONE** (collab.: **Massimo CANALE**)
Dipartimento di Automatica e Informatica

I MODULO: ANALISI DI SISTEMI DINAMICI (TLC)

Periodo: primo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
(ore totali) 42
Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Il modulo presenta metodologie e strumenti per la rappresentazione, l'analisi e lo studio delle proprietà di sistemi dinamici sia a tempo continuo sia a tempo discreto. In particolare vengono considerati sistemi dinamici con un ingresso ed una uscita, lineari, stazionari a dimensione finita. Le problematiche relative alle rappresentazioni non lineari ed ai sistemi dinamici MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) saranno presentate sommariamente.
Il corso è impostato su moduli settimanali, consistenti di tre lezioni di due ore ciascuna, seguite da una esercitazione in aula a squadre riunite di due ore, e da una esercitazione in laboratorio (LAIB) a squadre di due ore.

REQUISITI

Elettrotecnica, Analisi Matematica III.

PROGRAMMA

Il problema del controllo automatico. Terminologia e concetti preliminari. Formulazione del problema del controllo automatico. Una struttura generale di controllo automatico.
Rappresentazioni di sistemi dinamici. Terminologia e concetti preliminari. Descrizione ingresso-uscita. Il concetto di stato. Equazione di stato: rappresentazione di sistemi dinamici mediante relazione ingresso-stato-uscita. Modelli approssimati di sistemi fisici: reti RLC attive, sistemi meccanici in roto-traslazione, sistemi elettromeccanici, sistemi termici. Linearizzazione.
Movimento ed equilibrio nei sistemi lineari e stazionari. Il movimento dello stato e dell'uscita: evoluzione libera ed evoluzione forzata. La discretizzazione di sistemi continui. Analisi modale.
Analisi di stabilità dei sistemi dinamici. Stabilità del movimento: definizioni. Stabilità del sistema. Stabilità e autovalori. Stabilità e polinomio caratteristico per sistemi a tempo continuo: il criterio di Routh. Stabilità e polinomio caratteristico per sistemi a tempo discreto: il criterio di Jury. Stabilità dell'equilibrio di sistemi non lineari.
Proprietà strutturali delle rappresentazioni in variabili di stato lineari e stazionarie. Rappresentazioni equivalenti. Raggiungibilità. Osservabilità. Scomposizione canonica di Kalman e forma minima.
Funzione di trasferimento. Definizione e calcolo di matrice di trasferimento. Struttura della funzione di trasferimento. La stabilità esterna nelle rappresentazioni lineari. Rappresentazioni e parametri della funzione di trasferimento. Realizzazione. Algebra degli schemi a blocchi.
Risposta in frequenza. Risposta esponenziale. Risposta sinusoidale. Risposta in frequenza: definizione e proprietà. Richiami su diagrammi di Bode e diagrammi polari.

ESERCITAZIONI DI LABORATORIO

Per le attività di laboratorio, gli studenti iscritti al corso vengono organizzati in quattro squadre, ognuna composta da circa 25-30 allievi. Le esercitazioni sono individuali: ogni studente avrà a disposizione una stazione di lavoro. Lo scopo primario dell'attività di laboratorio è l'approfondimento dei contenuti e delle metodologie presentate a lezione e nel corso delle esercitazioni in aula, mediante l'uso di MATLAB, di Simulink e del Control System Toolbox.

BIBLIOGRAFIA

Non esiste un testo ufficiale. Una buona parte dei contenuti del corso è riportata in
P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni - Fondamenti di controlli automatici - McGraw-Hill Libri Italia srl, 1998*Per le esercitazioni di laboratorio*, sarà fornito del materiale introduttivo su Matlab e Simulink (fotocopiabile).
Un testo di riferimento per i programmi Matlab e Simulink è il seguente: A. Cavallo, R. Setola, F. Vasca - Guida operativa a MATLAB, SIMULINK e Control Toolbox Liguori Editore*Testi di approfondimento*:S. Rinaldi - Teoria dei Sistemi - Clup, Milano
A. Ruberti, A. Isidori - Teoria dei Sistemi - Boringhieri, Torino
Ruberti, A. Isidori - Teoria della stabilità - Siderea, Roma

ESAME

Vedi istruzioni riportate nel Modulo 2.

II MODULO: PROGETTO DI SISTEMI DI CONTROLLO (TLC)

Periodo: secondo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
(ore totali) 42
Crediti: 6

PRESENTAZIONE

Il modulo presenta metodologie e strumenti per l'analisi, la simulazione, il progetto e la verifica di sistemi di controllo sia a tempo continuo sia a dati campionati. In particolare vengono considerati sistemi dinamici con un ingresso ed una uscita, lineari, stazionari a dimensione finita. Le problematiche relative alle rappresentazioni non lineari ed ai sistemi dinamici MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) saranno presentate sommariamente.
Il corso è impostato su moduli settimanali, consistenti di tre lezioni di due ore ciascuna, seguite da una esercitazione in aula a squadre riunite di due ore, e da una esercitazione in laboratorio (LAIB) a squadre di due ore.

REQUISITI

Elettrotecnica, Analisi Matematica III, Modulo 1 (Analisi di sistemi dinamici).

PROGRAMMA

Introduzione ai sistemi di controllo a controreazione. Concetto di controllo. Il controllo a controreazione. Altri tipi di controllo. Proprietà fondamentali del controllo a controreazione. Struttura dei sistemi di controllo a controreazione.
La stabilità dei sistemi di controllo a controreazione. Il criterio di Nyquist. Il criterio di Routh. Il criterio di Jury.
Le caratteristiche dei sistemi di controllo a controreazione con un solo ingresso ed una sola uscita. La risposta in regime permanente di un sistema di controllo ad ingressi polinomiali: caso generale e caso dei sistemi a controreazione. La risposta in regime permanente di un sistema di controllo a controreazione a disturbi costanti, a ingressi o disturbi sinusoidali. La risposta

transitoria di un sistema di controllo a controreazione a ingressi e disturbi a gradino. La sensibilità alle variazioni dei parametri.

Metodi di sintesi per tentativi basati sull'impiego della risposta in frequenza. Reti compensatrici elementari. Sintesi delle reti compensatrici.

Cenni sul metodo del luogo delle radici.

Assegnazione degli autovalori. Il teorema dell'assegnazione degli autovalori. L'osservatore asintotico dello stato. Il principio di separazione. Ulteriori considerazioni sulla retroazione dallo stato.

Progetto di sistemi di controllo a dati campionati nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza.

ESERCITAZIONI DI LABORATORIO

Per le attività di laboratorio, gli studenti iscritti al corso vengono organizzati in quattro squadre, ognuna composta da circa 25-30 allievi. Le esercitazioni sono individuali: ogni studente avrà a disposizione una stazione di lavoro. Lo scopo primario dell'attività di laboratorio è l'approfondimento dei contenuti e delle metodologie presentate a lezione e nel corso delle esercitazioni in aula, mediante l'uso di MATLAB, di Simulink e del Control System Toolbox.

BIBLIOGRAFIA

Non esiste un testo ufficiale. Una buona parte dei contenuti del corso è riportata in

P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni - Fondamenti di controlli automatici - McGraw-Hill Libri Italia srl, 1998*Per le esercitazioni di laboratorio*, sarà fornito del materiale introduttivo su Matlab e Simulink (fotocopiabile)

Un testo di riferimento per i programmi Matlab e Simulink è il seguente:A. Cavallo, R. Setola, F. Vasca - Guida operativa a MATLAB, SIMULINK e Control Toolbox - Liguori Editore*Testi di approfondimento*

A. Isidori - Sistemi di controllo - volume primo - Siderea, Roma

G. F. Franklin, J. D. Powell and Emami-Naeini - Feedback Control of Dynamic Systems - Addison-Wesley, 1994

G. F. Franklin, J. D. Powell and M. L. Workman - Digital Control of Dynamic Systems - Addison-Wesley, 1997

ESAME

L'esame può essere sostenuto in due modi distinti.

Esame con Accertamenti

Consiste nell'affrontare due accertamenti durante lo svolgimento del corso. Il primo accertamento si svolge dopo circa 7 settimane dall'inizio del corso e verte sugli argomenti trattati nel Modulo 1, il secondo accertamento si svolge immediatamente dopo la fine del corso e verte sugli argomenti trattati nel Modulo 2. Se entrambi le valutazioni sono maggiori di 18/30, la valutazione finale sarà la media aritmetica delle due, con un limite massimo di 28/30; è consentito l'accesso ad una prova orale integrativa (su tutti gli argomenti del corso) a quegli studenti che ambiscono ad una valutazione maggiore, a patto che la valutazione ricevuta in base agli accertamenti sia maggiore di 27/30. Se entrambi le valutazioni sono inferiori a 18/30, la prova viene considerata nulla e lo studente deve sostenere l'esame tradizionale in una qualunque sessione. Se una delle due valutazioni è insufficiente, è consentito il recupero della prova relativa nel primo appello ufficiale utile a partire dalla fine del corso. Non è consentito il recupero di una prova di accertamento il cui voto (sufficiente) sia ritenuto insoddisfacente da parte dello studente. In altri termini, il rifiuto del voto di un accertamento implica la rinuncia a superare l'esame mediante gli accertamenti. Inoltre, non è consentito il recupero di un accertamento non sostenuto. Le valutazioni finali negative ottenute con gli accertamenti non vengono registrate.

La consegna di una prova scritta d'esame in un appello, annulla automaticamente un eventuale voto proposto con accertamenti. I voti proposti devono essere registrati entro la fine della sessione autunnale, dopodiché decadono senza conseguenze per lo studente.

Esame TradizionaleConsiste in una prova scritta (obbligatoria) ed una prova orale (facoltativa) che devono essere sostenute nello stesso appello. Esame di tipo B: consiste in una prova scritta seguita, dopo qualche giorno, da una discussione sull'elaborato consegnato dallo studente. Il voto massimo per questo tipo di esame è 25/30. Esame di tipo A: è costituito dalla stessa prova scritta dell'esame di tipo B, integrato da una prova orale. Si ottiene l'ammissione alla prova orale se la valutazione dello scritto è maggiore di 18/30. Entrambi le prove vertono sull'intero programma del corso. I risultati degli esami di tutti coloro che consegnano la prova scritta vengono registrati, qualunque sia il risultato finale. In altri termini, chi raggiunge una valutazione che non sia di suo gradimento può chiedere di essere respinto, in modo da poter ripetere l'esame negli appelli successivi secondo le regole della Facoltà. La prova scritta deve essere consegnata congiuntamente allo statino.

Tipologia delle proveLe prove scritte, sia di Esame Tradizionale sia degli Accertamenti, saranno svolte in linea di massima nei laboratori LAIB. Tale possibilità è condizionata, ovviamente alla disponibilità e piena funzionalità dei laboratori. Durante le prove scritte è possibile consultare libri ed appunti; è vietato mettersi in contatto con qualsiasi persona, pena l'annullamento dell'esame. Pur non essendo fiscalmente richiesto il superamento dei corsi propedeutici, il riscontro della mancata conoscenza di concetti fondamentali di corsi precedenti comporta la riprovazione.

L0841 CONTROLLI AUTOMATICI (GEN)

Anno: 4 Periodo: 2
Crediti: 11
Docente: **Enrico CANUTO**

I MODULO: ANALISI DI SISTEMI DINAMICI (ELN)
Crediti: 5

PRESENTAZIONE DEL MODULO

Gli obiettivi dell'insegnamento, rivolto ad allievi non specialisti, è di fornire una formazione di base nel campo dell'analisi di sistemi dinamici orientata al progetto di Unità di Controllo (UC) digitali, ovvero quelle conoscenze teoriche utili anche a chi non dovrà mai occuparsi di problemi specifici, 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 metodo descrittivo delle equazioni di stato sia tempo-continue sia tempo-discrete alla base del moderno progetto delle UC.

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

PRECEDENZE

Elettrotecnica, Analisi matematica III

Mutue esclusioni

Teoria dei Sistemi (1 e 2), Controlli Automatici (gen.) INF, TLC (modulo 1)

PROGRAMMA

Concetti introduttivi ed esempi
La descrizione matematica di sistemi dinamici:

- fondamenti delle equazioni di stato discrete e continue, schemi a blocchi
- elementi dinamici della fisica sperimentale
- soluzione di equazioni di stato lineari e stabilità
- equazioni di stato a dati campionati
- il concetto di modello fine e semplificato, cenni ai simulatori numerici

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

L'allievo dovrà apprendere ad eseguire prove di analisi dinamica sia mediante un simulatore numerico, fornito dal docente, sia mediante l'ambiente MATLAB. L'allievo dovrà preparare una breve relazione di tali prove.

BIBLIOGRAFIA

Testo di guida per il laboratorio.
E. Canuto, "Asservimento digitale di posizione ad un grado di libertà", CELID (Torino), 1996.
Raccolta di lucidi delle lezioni.
E. Canuto, "Principi di Controlli Automatici. Raccolta dei lucidi delle lezioni", in corso di pubblicazione.

ESAME

Orale, previa presentazione della relazione di laboratorio.

II MODULO: FONDAMENTI DI PROGETTAZIONE

Crediti: 6

PRESENTAZIONE DEL MODULO

Gli obiettivi dell'insegnamento, rivolto ad allievi non specialisti, è di fornire una formazione di base nel campo del progetto di Unità di Controllo (UC) digitali, ovvero quelle conoscenze teoriche utili anche a chi non dovrà mai occuparsi di problemi specifici, come possibile trait d'union verso gli specialisti del controllo.

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

- il principio della retroazione, 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 modulo presuppone le conoscenze e l'esperienza nel campo dell'analisi di sistemi dinamici quali offerte dal modulo 1 di questo corso.

Precedenze

Controlli Automatici (generale) per ELN: Analisi di sistemi dinamici

Mutue esclusioni

Controlli Automatici (gen.) INF, TLC (modulo 2)

PROGRAMMA

I problemi fondamentali del controllo automatico

- controllabilità e sintesi dei comandi
- sintesi dei comandi ad anello chiuso, il principio della retroazione
- osservabilità e stima degli stati

Il progetto: dal modello matematico all'impianto

- schema funzionale e costruttivo di un'Unità di Controllo (UC) digitale
- il problema dell'incertezza e degli errori di modello
- un caso tipico: l'asservimento di posizione ad un grado di libertà.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

L'allievo dovrà dimensionare componenti e funzioni di un sistema di controllo automatico molto diffuso, quale l'asservimento di posizione ad un grado di libertà. A tale scopo l'allievo avrà a disposizione il simulatore numerico dell'impianto con le relative funzioni dell'UC digitale. L'allievo dovrà collaudare le sue scelte sì da raggiungere i requisiti. L'allievo dovrà preparare una relazione delle sue scelte e delle prove.

BIBLIOGRAFIA

Testo di guida per il laboratorio.

E. Canuto, "Asservimento digitale di posizione ad un grado di libertà", CELID (Torino), 1996.

Raccolta di lucidi delle lezioni.

E. Canuto, "Principi di Controlli Automatici. Raccolta dei lucidi delle lezioni", in corso di pubblicazione.

ESAME

Orale, previa presentazione della relazione di laboratorio

N0841 CONTROLLI AUTOMATICI (GEN)

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 4 laboratorio: 2
Crediti: 11
Docente: **Giovanni FIORIO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'insegnamento riguarda: l'analisi di sistemi fisici di varia natura ai fini di determinarne le leggi di funzionamento in regime transitorio, in vista di un loro inserimento all'interno di un sistema dotato di controllo; la struttura dei sistemi di controllo; le prestazioni richieste ai sistemi dotati di controllo; il progetto degli organi di controllo e la realizzazione digitale dei medesimi.

REQUISITI

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

PROGRAMMA

I MODULO: ANALISI DI SISTEMI PER IL CONTROLLO

Crediti: 5

1. Il problema del controllo automatico. Concetto di sistema. Ingressi (comandi e disturbi), uscite (primarie e secondarie). Enunciato del problema in forma descrittiva. Schema generale di un sistema dotato di controllo. Proprietà degli elementi componenti. Elenco delle competenze richieste ad un esperto di sistemi di controllo.
2. Costruzione dei modelli matematici di sistemi fisici. Rappresentazione grafica dei modelli: schemi a blocchi e loro regole di elaborazione. Modelli matematici approssimati di 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. Concetto e verifica della stabilità.
4. Dinamica dei sistemi monovariabili (un comando e un'uscita) con retroazione. Criteri di Routh e di Nyquist. Costruzione dei diagrammi di Nyquist. Margini di stabilità. Costruzione dei luoghi delle radici.

II MODULO: PROGETTO DI SISTEMI DI CONTROLLO (INF)

Crediti: 6

1. Specifiche per la qualificazione dei sistemi dotati di controllo. Enunciato del problema del controllo automatico in forma matematica. Specifiche sulla rapidità di risposta e sul margine di stabilità. Specifiche sulla precisione di controllo. Specifiche sull'attenuazione dei disturbi, sull'attività del comando e sulla robustezza.
2. Strutture particolari dei sistemi di controllo monovariabili e loro proprietà ai fini del soddisfacimento delle specifiche.
3. Progetto degli organi di controllo per sistemi monovariabili, con particolare riguardo all'adattamento dei parametri dei compensatori di larga diffusione industriale. Orientamenti per la scelta della forma degli organi di controllo: sintesi diretta con uno e con due gradi di libertà nella scelta della forma dei blocchi componenti.
4. Introduzione allo studio del controllo digitale. Componenti digitali dei sistemi di controllo. La trasformata zeta e le sue principali proprietà. Le funzioni di trasferimento in zeta. I problemi dell'interconnessione di sistemi digitali con sistemi analogici. Progetto di sistemi digitali di controllo mediante discretizzazione dei corrispondenti sistemi analigici.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Alle esercitazioni in aula è dedicato un periodo di durata minore o uguale a quattro ore consecutive ogni settimana. Ogni esercitazione riguarda un argomento trattato a lezione per lo più la settimana precedente. Il testo di riferimento per le esercitazioni è suddiviso in parti, ciascuna corrispondente pressoché ad una esercitazione settimanale, e contenente una decina di esercizi da risolvere; alcuni di questi esercizi sono completamente risolti.

LABORATORIO

Vedi le modalità di "Esame"

BIBLIOGRAFIA

Per le lezioni:

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

"Controlli automatici: ultima parte" fascicolo complementare aggiornato ogni anno

G. Fiorio e S.Malan: "Esercitazioni di controlli automatici", CLUT, 1990

ESAME

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

LO842 CONTROLLI AUTOMATICI (SPEC.)

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 4
Crediti: 11
Docente: **Giuseppe MENGA** (Dipartimento di Automatica e Informatica, tel. 564.7012, e-mail menga@polito.it; orario di ricevimento mar 15.30, ven 16.30)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Questo corso si distingue dagli altri corsi di controlli automatici offerti dal Politecnico per due aspetti:

- Il corso presuppone che gli studenti abbiano già basi di modellistica dei sistemi dinamici e di teoria dei sistemi, tali da permettere al docente di focalizzarsi fondamentalmente sugli aspetti di specifica e progetto del controllo.
- Il corso presenta affiancate, ed affronta in modo integrato, le tecniche classiche basate sull'analisi in frequenza, e le tecniche moderne basate sulla rappresentazione in variabili di stato, permettendo un'analisi comparata delle due principali linee di tendenza presenti nella letteratura.

Il corso studia il problema del controllo in catena chiusa, ed ha come obiettivo portare gli allievi al progetto di sistemi di controllo in catena chiusa ad un ingresso ed un'uscita ed introdurre i sistemi multivariabili con tecniche classiche nel dominio della frequenza e con tecniche moderne di sintesi diretta nel dominio del tempo.

REQUISITI

Sono prerequisiti per poter seguire il corso:
le basi della teoria dei sistemi ed in particolare i principi della fisica (meccanica, elettrotecnica ed elettronica) per poter 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), meccanici (corpi rigidi in moto di traslazione e rotazione), termici (assorbimento e scambio del calore).

PROGRAMMA

I MODULO: ANALISI DI SISTEMI LINEARI CON RETROREAZIONE

Crediti: 5

Modellistica (5 settimane)

- Sistemi dinamici a tempo continuo ed a tempo discreto nelle rappresentazioni in variabili di stato e mediante funzione di trasferimento, visione funzionale e norme dell'operatore ingresso-uscita.
- La struttura di un sistema di 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
- Aspetti algebrici nella rappresentazione di sistemi multivariabili: fattorizzazioni coprime della matrice di trasferimento di sistemi dinamici e classe di tutti i filtri di compensazione che garantiscono interna stabilità all'anello.
- Trattamento di prestazioni ed incertezza del sistema attraverso il modello esteso.
- 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.

II MODULO: PROGETTO DI SISTEMI DI CONTROLLO (SPECIALISTI)

Crediti: 6

Analisi dell'anello di controreazione (2 settimane)

- Le specifiche di un sistema di controllo in catena chiusa dell'operatore H_∞ ingresso-uscita
- Analisi di stabilità dell'anello di controllo nel dominio della frequenza: teorema del piccolo guadagno e teorema di Nyquist

Progetto di controlli digitali (5 settimane)

- Progetto di controlli digitali basato sull'assegnazione in frequenza della funzione d'anello mediante l'uso di reti di compensazione classiche (derivative e integrative)
- Limiti del progetto di compensatori in cascata e progetto a due gradi di libertà
- Tecniche basate sull'impiego del ricostruttore dello stato con la sintesi del sistema di controllore mediante tecniche di controllo robusto.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni

MODULO 1

- Sistemi dinamici lineari a tempo continuo e tempo discreto
  costruzione dei modelli in variabili di stato, ed in forma di funzione di trasferimento
  rappresentazione di sistemi dinamici nel dominio della frequenza
  sintesi elementare dei controlli mediante il posizionamento dei poli e la struttura osservatore controlli

MODULO 2

- Analisi di stabilita`
  tracciamento di diagrammi di Nyquist, Nichols e Bode in modo comparato e verifica della stabilità dell'anello di controllo
  rappresentazione algebrica di sistemi di controllo mono e multivariabili
  calcolo delle funzioni di peso nell'approccio H_∞ per rappresentare prestazioni e robustezza
- Progetto
  uso di tecniche di sintesi diretta del controllo per la realizzazione di sistemi 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 liberta` per integrare specifiche ingresso/uscita e specifiche di anello

Laboratorio:

- Modelli di sistemi continui
  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.
- Progetto di un sistema di controllo a dati campionati
  analisi del modello, progetto del controllo digitale, realizzazione e collaudo sperimentale su uno degli esempi simulati disponibili in laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

Alberto Isidori, *Sistemi di Controllo*, Siderea

Donato Carlucci, Giuseppe Menga, *Teoria dei sistemi a eventi discreti*, UTET 1998

Giuseppe Menga, Controlli Automatici per ingegneria elettronica ed informatica - ipertesto delle lezioni

Giuseppe Menga, *Controlli Automatici* - libro di dispense

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.
Agli appelli l'esame sarà costituito da una prova scritta di 4 ore su un progetto completo (modellistica, analisi delle specifiche e progetto) di un sistema fisico di controllo, e da un orale. Sulla base dei risultati dello scritto i voti compresi fa 19 e 24 sono di norma esonerati dall'orale, i voti inferiori al 15 non superano l'esame.

N0850 CONTROLLO DEI PROCESSI

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 9
Docente: **Donato CARLUCCI** (Dipartimento di Automatica e Informatica, tel. 564.7028; orario di ricevimento: lun 16.30-18.30)

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 enfasi verso quei metodi idonei per una progettazione interattiva, assistita dal calcolatore ed, inoltre, idonei per la realizzazione in forma digitale. Ampio spazio viene dedicato alle moderne teorie del contollo di sistemi reali, cioè per sistemi in presenza di incertezze dovute a conoscenze, sempre imperfette, sia dell'impanto da controllare sia dell'ambiente in cui esso opera. A questo scopo, la teoria rigorosa del controllo viene applicata a numerosi esempi di applicazione dove il progetto viene sviluppato ponendo cura in ogni dettagli: dalla scelta della strumentazione di misura e dei dispositivi di attuazione 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.
1° Modulo: le lezioni sono dedicate all'esposizione di principi e metodi mentre le esercitazioni sono dedicate alla modellistica di sistemi complessi e sono svolte prevalentemente in aula.
2° Modulo le lezioni sono dedicate alla definizione, sulla base di numerosi casi di studio, dei criteri di scelta di una precisa struttura di controllo da adattare al tipo di impianto considerato. In questa parte del corso, le esercitazioni si svolgono prevalentemente in laboratorio dove gli allievi hanno la possibilità di definire le specifiche di progetto e di valutare, mediante l'uso di programmi di calcolo già predisposti, le prestazioni del sistema realizzato.

REQUISITI

Teoria dei Sistemi
Controlli Automatici

PROGRAMMA

I MODULO: METODOLOGIE E PROGETTO DEL CONTROLLO DEI PROCESSI
Crediti: 4

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. stabilità di un sistema reazionato e generalizzazione del teorema di Nyquist ai sistemi a molti ingressi e molte uscite.
4. teoria dell'assegnamento dei poli di un sistema controllato in catena chiusa.
5. tecniche specifiche di progettazione con l'ausilio del calcolatore.
6. teoria del controllo adattativo.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Il programma comprende i seguenti punti principali:

1. modellistica dettagliata di sistemi industriali, satelliti artificiali, impianti termoelettrici.
2. presentazione delle strutture di controllo più diffuse nel campo industriale: filtri, compensatore PID.

II MODULO: PROGETTO DEL CONTROLLO DI UN PROCESSO

Crediti: 5

Il programma comprende i seguenti argomenti:

1. presentazione e delimitazione dei casi di studio. Uso di modelli semplificati per il progetto del controllo. Valutazione dell'incertezza tra sistema reale e modello usato per il progetto;
2. definizione dei criteri di selezione della struttura del controllo per l'impianto considerato;
3. scelta, per ogni impianto oggetto di studio, della legge di controllo da implementare e delle specifiche di progetto ad essa associabili;
4. valutazione dell'affidabilità di un sistema di controllo: criteri generali e metodi di simulazione;
5. validazione del progetto, valutazione di costi (hardware e software) e dei benefici.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Il programma comprende i seguenti punti principali:

1. controllo di sistemi elettromeccanici e simulazione al calcolatore delle prestazioni;
2. controllo di velocità angolare e di orientamento di un satellite. Simulazione al calcolatore e valutazione della precisione sull'orientamento;
3. controllo di un sistema di prova per motori a combustione interna. Simulazione al calcolatore;
4. 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;
6. progetto di sistemi di controllo del volo;
7. progetto dei sistemi di controllo di un alternatore elettrico.

BIBLIOGRAFIA

Sono a disposizione appunti del corso, lezioni ed esercitazioni, forniti dal docente.

Testi ausiliari

1. M. Tibaldi: Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox, Progetto Leonardo, Bologna.
2. M. Tibaldi: Progetto di sistemi di controllo. Pitagora Editrice, Bologna
3. C. Bonivento, C. Melchiorri, R. Zanasi. Sistemi di controllo digitale. Progetto Leonardo, Bologna.
4. G. F. Franklin, J. D. Powell, M. L. Workman. Digital Control of Dynamic Systems.

ESAME

1° modulo: prova scritta e concerne gli aspetti teorici della progettazione.

2° modulo: prova orale e consiste nella discussione dettagliata del progetto eseguito dall'allievo, dei criteri di scelta e dei risultati conseguibili.

N0870 CONTROLLO DIGITALE

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore totali) lezione: 80 esercitazione: 20
Crediti: 10
Docente: *da nominare*

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende presentare i fondamenti teorici e metodologici dei sistemi campionati lineari, con un particolare accento sulla stabilità e sul progetto di regolazioni campionate nello spazio di stato e con una introduzione alle regolazioni adattive.

REQUISITI

Nozioni propedeutiche indispensabili: teoria dei sistemi, controlli automatici generali.

PROGRAMMA

I MODULO: FONDAMENTI DI CONTROLLO DIGITALE
Crediti: 5

- Richiami di concetti fondamentali di teoria dei sistemi.Sistemi tempo-discreti e loro rappresentazione I/O e nello spazio di stato. Descrizione matematica di segnali e sistemi campionati.
- La trasformazione z : definizioni e principali regole di trasformazione diretta e inversa, con applicazioni.
- Descrizione di sistemi campionati mediante la trasformazione z. Struttura e diagrammi a blocchi di regolazioni campionate. La funzione di trasferimento z. Descrizione di una regolazione campionata mediante la trasformazione z.
- Stabilità. Definizione di stabilità. Criteri fondamentali di stabilità. Stabilità fra gli istanti di campionamento.
- Criteri algebrici di stabilità.
- Progetto per regolazione con tempo di assestamento finito ("dead-beat").Fondamenti nel dominio tempo. Derivazione e soluzione delle equazioni di sintesi. Calcolo del regolatore.
- Sistemi campionati lineari nello spazio di stato. Progetto per tempo di assestamento finito e controllabilità. Progetto mediante assegnazione di autovalori (poli). Regolazione modale. Osservatori dello stato e osservabilità. Il teorema di separazione.

II MODULO: COMPLEMENTI DI CONTROLLO DIGITALE
Crediti: 5

- Principi di identificazione e stima. Richiami di probabilità.
- Il filtro di Kalman.
- Principi di regolazione adattiva. Regolatori adattivi con modello di riferimento (MRAS): ottimizzazione locale di parametri; progetto di Ljapunov; definizioni, concetti fondamentali di iperstabilità e progetto relativo.
- Regolatori adattivi con modello di identificazione (MIAS): identificazione "on-line" di processi dinamici e segnali stocastici, e dell'anello di regolazione chiuso. Cenni su regolatori adattivi nei parametri.
- Cenni sulla relazione tra controlli discreti e regolazioni classiche campionate.

LABORATORI E/O 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.

BIBLIOGRAFIA

All'inizio del corso viene messa a disposizione degli Allievi una copia riproducibile di note manoscritte che coprono quasi integralmente il programma del corso.
Per eventuali approfondimenti possono essere utilmente consultati:

O.Föllinger: Lineare Abtastsysteme, 4.Auflage, R.Oldenbourg Verlag, München-Wien, 1990.
R.Isermann: Digitale Regelsysteme, 2.Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1987.
V.Strejc: State Space Theory of Discrete Linear Control, John Wiley & Sons, New York, 1981.
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.

ESAME

Consiste in due prove scritte: lo svolgimento di un tema di carattere teorico senza materiale di riferimento e, immediatamente dopo, la risoluzione di uno o più problemi, con libera consultazione di libri, note ecc. Eventuale successivo accertamento orale se il candidato, che abbia riportato una votazione media o bassa dello scritto, lo desidera.

L1441 DISPOSITIVI ELETTRONICI I

Anno: 2 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 4
Crediti: 12
Docenti: **Carlo NALDI** (I corso), **Gianluca PICCININI** (II corso)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è il primo corso dell'albero di insegnamenti di Elettronica, 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. Si compone di due moduli.

Materiali e dispositivi elettronici passivi

Dopo un richiamo dei principi della fisica dei solidi, si derivano da questi le principali caratteristiche dei materiali usati nei sistemi elettronici con particolare attenzione ai semiconduttori. Si studiano e si progettano i principali componenti passivi e si termina con l'esame dette tecnologie dei circuiti integrati ibridi a film spesso e a film sottile.

Dispositivi e tecnologie per la microelettronica

Vengono descritti i fondamentali dispositivi a semiconduttore per impiego nella microelettronica. Vengono fornite nozioni di base sulla tecnologia dei circuiti monolitici e sulla realizzazione in forma integrata di ciascun componente.

I MODULO: MATERIALI E DISPOSITIVI ELETTRONICI PASSIVI

Impegno (ore totali) lezione: 31 (+ 4 di ripasso) esercitazione: 20
Crediti: 5

REQUISITI

Elettrotecnica e Fisica Generale II

PROGRAMMA

Cenni di fisica dei solidi:

Equazione di Schrödinger barriera di potenziale: effetto tunnel; struttura cristallina, legami covalenti; semiconduttori IV e III-V gruppo [7 + 4]

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 + 5]

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. [3 + 2]

Materiali dielettrici:

Richiami sulle proprietà dielettriche. Materiali ferroelettrici e piezoelettrici. Isolanti inorganici: mica, quarzo, zaffiro, ceramiche. Polimeri dielettrici: polietilene, polipropilene, poliolefine, resine polivinilliche, 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 [4 + 0]

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 [3 + 0]

Teoria elementare dei semiconduttori:
Semiconduttore intrinseco e semiconduttori drogati; fenomeno di diffusione. Equazione di continuità [6 + 9]

II MODULO: DISPOSITIVI E TECNOLOGIE PER LA MICROELETTRONICA
Impegno (ore totali) lezione: 33 (+ 4 di ripasso) esercitazione: 25
Crediti: 7

REQUISITI

Materiali e Dispositivi elettronici passivi

PROGRAMMA

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]

Giunzione metallo semiconduttore:
Barriera di Schottky; capacità differenziale. Tecnica di misura *C(V)* dei profili di drogaggio; diodo Schottky e contatti ohmici. [3 + 4]

Giunzione p-n:
Giunzione all'equilibrio, capacita di transizione; correnti nel diodo; diodo reale: effetto della temperatura. Tecnologia dei diodi integrati: isole, defocalizzazione della corrente, strato sepolto. Modello a controllo di carica. Fenomeni di rottura: effetto Zener, effetto valanga. Diodi Zener e diodi Tunnel [5 + 7]

Transistore a effetto di campo a giunzione, JFET [2 + 0]

Transistore a effetto di campo metallo-semiconduttore, MESFET [2 + 0]

Transistore bipolare:
Effetto transistore; 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: transistore planare npn; transistore parassita, transistori pnp. Modello di processo; transistore Schottky e isolamento a ossido [7 + 4]

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]

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 [2 + 2]

Uso del simulatore di componenti SPICE presso il LAIB [0+2+4]

BIBLIOGRAFIA

Naldi, Piccinini, *"Dispositivi Elettronici"*, CELID, 1995
Masera, Naldi, Piccinini, *"Introduzione all'analisi dei dispositivi a semiconduttore"*, Hoepli, 1995
"Tabelle e grafici dei materiali e componenti per l'Elettronica", CELID, 1995
Testi ausiliari
R.S. Muller, T.I. Kamins, *"Dispositivi Elettronici"* 2 ediz., Bollati-Boringhieri, Torino, 1993
G. Ghione, *"Dispositivi per la microelettronica", McGraw-Hill, Milano, 1998*

ESAME

L'esame è relativo ai due moduli in cui è diviso il corso.
L'accertamento del primo modulo si può superare con un solo scritto. Per il secondo modulo con il solo scritto si può arrivare a un massimo di 27/30. Per voti superiori, su richiesta, vi è una prova orale.

L 1530 ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

Anno: 5 Periodo:
Impegno (ore totali) lezioni: 50 esercitazioni: 30
Crediti: 9
Docente: **Marco GALLEA**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso fornisce gli strumenti di base per comprendere il funzionamento del sistema economico italiano e per la lettura e l'analisi dei documenti di bilancio.
Il corso si divide in 2 moduli:
1° modulo obbligatorio (7 crediti didattici)
2° modulo facoltativo (2 crediti didattici)
Nella prima parte del modulo obbligatorio vengono introdotte e commentate le principali grandezze ed i principali parametri economici attraverso l'esame del bilancio pubblico, della bilancia dei pagamenti e della lettura delle considerazioni finali della relazione del governatore della Banca d'Italia.
Contemporaneamente viene iniziata l'analisi delle aree funzionali dell'impresa e dei costi aziendali.
Particolare attenzione verrà riservata alle differenti modalità di assunzione delle decisioni produttive.
La seconda parte del modulo obbligatorio è dedicata allo studio del bilancio aziendale. Il tema è introdotto dall'illustrazione dei principi generali di redazione, delle fonti di riferimento e della normativa civilistica. Su queste basi si fonda lo studio degli schemi generali di redazione e l'interpretazione del contenuto particolareggiato delle diverse voci.
La terza parte del modulo obbligatorio è dedicata alla problematiche inerenti alla valutazione degli investimenti con l'esame dei principali metodi di valutazione, i cui vantaggi/svantaggi saranno analizzati con esempi concreti.

Il modulo facoltativo mira a fornire gli strumenti di analisi atti a sintetizzare le informazioni relative all'andamento economico e finanziario dell'impresa, introducendo tecniche di riclassificazione dello stato patrimoniale e del conto economico, definendo una serie di indici atti a riassumere, in forma sintetica, la situazione strutturale dell'azienda, la situazione economica, le eventuali tensioni finanziarie, il grado di rischiosità dell'indebitamento ed alcuni aspetti della gestione operativa. Completa l'analisi lo studio delle irritualità riscontrabili nei bilanci d'esercizio attraverso l'esame di casi concreti.

PROGRAMMA

I MODULO (OBBLIGATORIO)
Crediti:7
Il sistema economico italiano
Cenni introduttivi alle principali grandezze e parametri economici
Il bilancio pubblico
La bilancia dei pagamenti
Lettura ed analisi della relazione del governatore della Banca d'Italia
I mercati finanziari
Il bilancio d'esercizio
Introduzione, finalità, fonti di riferimento, principi normativi generali.
Principi contabili generali

Attivo: analisi delle voci
Passivo e Patrimonio netto: analisi delle voci
Il conto economico: struttura generale ed analisi delle voci
La Nota integrativa
Il funzionamento contabile del bilancio in partita doppia
Influenze fiscali sul bilancio
Esercitazione su bilanci di società operanti in diversi settori

Introduzione dell'impresa:
Le aree funzionali dell'impresa
Analisi dei costi

La valutazione degli investimenti:
I principali metodi di valutazione
Esercitazione

II MODULO (FACOLTATIVO)
Crediti: 2

Lettura del bilancio ai fini gestionali:
Le irritualità del bilancio d'esercizio
Riclassificazione del bilancio ai fini gestionali
La riclassificazione dello Stato Patrimoniale ai fini gestionali
L'analisi per indici
Analisi di bilanci di imprese operanti in diversi settori
Il bilancio consolidato

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni relative al primo modulo sono dedicate alla risoluzione di esercizi strutturati in forma di casi stilizzati ed alla redazione di bilanci aziendali semplificati. Le esercitazioni del secondo modulo sono dedicate all'analisi di documenti di bilancio di società appartenenti a vari settori.

BIBLIOGRAFIA

P.C. Ravazzi, Il sistema economico, NIS - Cap. I par. 1.2, 1.3; Cap. II par. 2.3, 2.4, 2.5, 2.6;
M. GALLEA, Il bilancio d'esercizio, Ed. Politeko, 1998;
E. Luciano - P.C. Ravazzi, I costi nell'impresa, UTET, 1997;
Dispense fornite dal docente.

ESAME

L'esame di ogni modulo consiste in una prova scritta che prevede la risoluzione sia di esercizi che l'esposizione di argomenti di teoria.
La commissione esaminatrice si riserva di richiedere un'integrazione orale nel caso in cui l'esame dello scritto non consente una completa valutazione dello studente.

N1530 ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 9
Docente: **Tommaso VALLETTI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Scopo del corso è fornire alcuni concetti di base utili per l'analisi del funzionamento dell'impresa all'interno del sistema economico. Nella prima parte vengono studiate le principali forme di mercato e le teorie dell'impresa. Nella seconda parte si forniscono i fondamenti del bilancio d'impresa e dei metodi di analisi della finanza aziendale.
Il modulo 1 è obbligatorio e propedeutico ai moduli successivi. Gli studenti devono anche sostenere almeno un modulo tra il modulo 2 e il modulo 3

REQUISITI

I requisiti indicati nel piano ufficiale.

PROGRAMMA

I MODULO: ORGANIZZAZIONE E STRATEGIA

Crediti: 5

La prima parte del corso affronta il tema dell'efficienza nelle organizzazioni, analizzando il *trade-off* tra coordinamento di mercato e coordinamento gerarchico. Il modulo fornisce le basi per analizzare il comportamento del consumatore e quello dell'impresa da un punto di vista microeconomico. L'approccio utilizzato per affrontare la teoria dell'impresa è quello dell'economia transazionale e dei *property rights*. L'impostazione concettuale dei temi trattati si fonda sull'ipotesi di asimmetria informativa tra le parti; il corso fornisce pertanto alcune nozioni fondamentali della teoria dell'agenzia. Questo primo ciclo di lezioni introduce gli studenti allo studio delle caratteristiche di efficienza delle diverse forme organizzative e li induce ad interrogarsi sulle forze economiche che determinano i limiti e le dimensioni dell'impresa. Le lezioni che seguono sono dedicate ad analizzare le alternative strutturali di organizzazione interna ed esterna e la loro coerenza con gli obiettivi strategici dell'impresa. Un'attenzione particolare in questa parte del modulo è dedicata ai problemi di incentivazione in presenza di asimmetrie informative. Esaurito il tema del coordinamento dei piani e delle azioni all'interno dell'impresa, il corso si rivolge ad analizzare il comportamento delle organizzazioni alla periferia, concentrando lo studio sulle determinanti di integrazione verticale ed orizzontale e sulle strategie di accordo.

II MODULO: BILANCIO E CONTABILITÀ

Crediti: 2

La seconda parte del corso è dedicata allo studio del Bilancio Aziendale e degli strumenti di contabilità analitica. Il tema è introdotto dall'illustrazione dei principi generali di redazione, delle fonti di riferimento e della normativa civilistica. Su queste basi si fonda lo studio degli schemi generali di redazione e l'interpretazione del contenuto particolareggiato delle diverse voci. Le nozioni impartite sono propedeutiche alla comprensione del funzionamento contabile del Bilancio in partita doppia, tema che costituisce il nucleo fondamentale del secondo modulo.

Il modulo mira inoltre a fornire gli strumenti di analisi atti a sintetizzare le informazioni relative all'andamento economico e finanziario dell'impresa, introducendo gli studenti all'utilizzo delle tecniche di riclassificazione dello Stato Patrimoniale e del Conto Economico, all'analisi dei flussi finanziari e all'analisi per indici. Il fine di questo ciclo di lezioni è quello di impartire le nozioni fondamentali per la redazione del prospetto delle fonti e degli impieghi, individuando le fonti di finanziamento e le opportunità di investimento. Inoltre, gli studenti apprendono a gestire le informazioni di Bilancio definendo una serie di indici atti a riassumere, in forma sintetica, la situazione strutturale dell'azienda, la prestazione economica, le eventuali fonti di tensione finanziaria, il grado di rischiosità dell'indebitamento ed alcuni aspetti della gestione operativa.
Inoltre, questo secondo modulo è dedicato all'apprendimento delle principali tecniche di contabilità analitica per la rilevazione dei costi diretti, l'attribuzione dei costi indiretti, e la determinazione del costo unitario di prodotto. Sulla base di questi elementi gli studenti apprendono le principali tecniche di formulazione del budget, di analisi degli scostamenti e di controllo di gestione.

III MODULO: ANALISI DEGLI INVESTIMENTI
Crediti: 2

La terza parte del corso è dedicata allo studio delle tecniche per la valutazione della redditività economica degli investimenti. Gli studenti imparano ad utilizzare il concetto di tasso di sconto, di valore attuale dei flussi di cassa e di rischiosità degli investimenti. Sulla base di queste nozioni, il corso mira a fornire agli studenti gli strumenti quantitativi necessari alla valutazione della convenienza di un investimento in beni materiali ed immateriali. Le tecniche utilizzate vanno dalle classiche valutazioni per indici quali il valore attuale netto, il tasso interno di rendimento e il periodo di recupero a metodologie più avanzate, quale il metodo delle *options*, atte ad introdurre nell'analisi gli aspetti non deterministici del problema,.

BIBLIOGRAFIA

P. Milgrom e J. Roberts, "*Economia, Organizzazione e Management*", Il Mulino, 1994.
S. Rossetto, "*Manuale di Economia e Organizzazione d'Impresa*", UTET, 1999
H. Varian, "Microeconomia", Cafoscarina, 1993

ESAME

Prova scritta e prova orale.

L1570 ELABORAZIONE DATI E SEGNALI BIOMEDICI

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 laboratorio: 2
Crediti: 9
Docente: **Marco KNAFLITZ** (Dipartimento di Elettronica, per l'orario di ricevimento vedere l'orario affisso in bacheca)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'insegnamento di Elaborazione dati e segnali biomedici è un corso a carattere prevalentemente applicativo. Gli argomenti trattati sono di interesse in discipline molto differenti, che vanno dal controllo qualità all'ingegneria strutturale, dall'ingegneria meccanica all'ingegneria biomedica. Le applicazioni proposte riguardano il settore della bioingegneria ed in particolare alcuni aspetti relativi al progetto di sistemi di elaborazione dati utilizzati in strumentazione biomedica ed argomenti riguardanti l'analisi dei principali segnali di interesse clinico (ECG, EEG, EMG, PES, ...). Dato il carattere fortemente applicativo, il corso è articolato su una dozzina di esercitazioni al calcolatore, durante le quali lo studente ha modo di mettere in pratica e verificare le prestazioni delle tecniche presentate a lezione.
L'obbiettivo del corso è fornire allo studente la capacità di affrontare situazioni reali nelle quali possano essere utilizzate le tecniche proposte, eventualmente modificate ed adattate. In particolare, lo studente che frequenta il corso con profitto sarà in grado di effettuare analisi di dati utilizzando le tecniche della statistica inferenziale elementare, di utilizzare correttamente l'analisi della regressione e della correlazione, tecniche di filtraggio numerico tradizionali ed avanzate, analisi spettrale parametrica e non parametrica e di valutare le potenzialità delle tecniche di analisi dei segnali nel piano tempo-frequenza.
Il corso è diviso in due moduli della durata di circa sette settimane ciascuno; ogni modulo è seguito dal suo accertamento, ma il primo modulo è propedeutico al secondo e l'accertamento del secondo modulo avviene solo dopo l'esito positivo dell'accertamento del primo.

REQUISITI

Teoria dei segnali.

PROGRAMMA

Ciascuno dei dodici punti seguenti occupa orientativamente 6-8 ore di lezione.

I MODULO: NOZIONI BASE DI ELABORAZIONE DATI E SEGNALI BIOMEDICI
Crediti: 4

1) Statistica inferenziale: teoria della stima puntuale ed intervallare. Applicazioni a dati di interesse clinico.
2) Statistica inferenziale: principali test di ipotesi su una o due variabili casuali. Applicazioni a dati di interesse clinico.
3) Statistica multivariata: analisi degli outlier, test di ipotesi su vettori di valori medi, classificazione di un individuo in una tra due popolazioni. Applicazione al problema della prognosi di pazienti ricoverati in terapia intensiva.
4) Rivelazione di eventi: formazione della variabile manifestazione e costruzione del decisore. Applicazione al problema della rivelazione di potenziali evocati ed alla costruzione di un cardiotacometro.
5) Analisi della regressione e della correlazione. Applicazioni allo studio di dati biomedici.
6) Tecniche di riduzione del rumore mediante filtraggio numerico tradizionale (applicazioni

filtri FIR ed IIR) e riduzione dell'interferenza di rete. Riduzione del rumore su segnali ECG, EEG ed EMG.

II MODULO: TECNICHE AVANZATE DI ELABORAZIONE DEI SEGNALI BIOMEDICI

Crediti: 5

1) Stima spettrale non parametrica. Applicazione ai segnali EEG ed EMG. Mappe EEG. Studio della fatica muscolare localizzata tramite analisi del segnale EMG.
2) Tecniche per la stima del ritardo tra due o più segnali. Applicazione alla stima non invasiva della velocità di conduzione di fibre muscolari e nervose.
3) Riduzione del rumore applicata a potenziali evocati: tecnica dell'averaging ed altre possibili soluzioni.
4) Stima spettrale parametrica. Applicazione allo studio del segnale di variabilità cardiaca.
5) Tecniche di riduzione della ridondanza e compressione dati. Applicazioni alla elettrocardiografia dinamica.
6) Distribuzioni tempo frequenza bilineari per l'analisi di segnali non stazionari. Applicazioni a segnali ECG ed EMG.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

I temi trattati a lezione saranno approfonditi e le tecniche relative sperimentate nel corso di dodici esercitazioni di laboratorio al calcolatore durante le quali si tratteranno problemi reali. Il legame tra lezioni ed esercitazioni di laboratorio è strettissimo: generalmente vengono proposti temi trattati nel corso delle lezioni della settimana precedente. Il docente fornirà assistenza durante i laboratori.

BIBLIOGRAFIA

Carlo Marchesi, Tecniche numeriche per l'analisi dei segnali biomedici – Pitagora Editrice Bologna – 1992 – (ISBN 88-371-0582-7).

Saranno inoltre rese disponibili le fotocopie dei lucidi utilizzati a lezione.

ESAME

L'accertamento di ciascun modulo avviene mediante una prova pratica al calcolatore integrata da una breve discussione della stessa, alla fine delle sette settimane (bimestre) di svolgimento del modulo. A seconda delle norme amministrative vigenti, l'esito della prova viene acquisito singolarmente e per il valore di crediti corrispondenti a quelli del modulo, oppure ne viene fatta una media pesata sulla base dei crediti e viene acquisito il valore complessivo arrotondato all'intero più vicino.

Se l'accertamento del primo modulo è negativo, è possibile sostenere l'intero esame nell'appello di recupero di ogni sessione mediante una prova orale integrata da una prova pratica al calcolatore. L'intero esame comprende entrambi i moduli e consente di acquisire un voto complessivo del valore di 11 crediti, oppure due voti distinti ottenuti ripartendo il voto complessivo in proporzione ai crediti di ciascun modulo.

Se l'accertamento svolto alla fine del primo modulo è negativo, l'accertamento può essere ripetuto nell'appello di recupero di ogni sessione, eccettuato quello che segue immediatamente il secondo semestre.

Durante gli accertamenti di fine bimestre e durante le prove pratiche degli esami completi si possono consultare testi a stampa ed appunti.

LA410 ELETTRONICA

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 2 laboratorio:2
Crediti: 12
Docenti: **Vincenzo POZZOLO** (I corso), **Francesco GREGORETTI** (II corso), (collab.: **Franco FIORI**)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso di Elettronica si prefigge di ampliare la formazione dello studente per quanto riguarda l'Elettronica circuitale, sia nel campo analogico che digitale. Viene posta particolare enfasi sulla parte metodologia di progetto di circuiti, evidenziando le varie fasi che permettono di passare dalle di un circuito alla sua realizzazione, tenendo conto delle caratteristiche dei componenti.

REQUISITI

Teoria dei circuiti elettronici, Dispositivi elettronici I.
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 requisiti.

PROGRAMMA

I MODULO: AMPLIFICATORI OPERAZIONALI E ALIMENTATORI STABILIZZATI
Crediti: 6

- 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
- Retroazione e stabilità: 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
- Utilizzo degli operazionali:

Amplificatori da strumentazione. Uso dell'operazionale fuori linearità. Caratteristiche non lineari e lineari a tratti.
Elettronica di ampio segnale:
Amplificatori di potenza in classe A e B. SOA, resistenza termica e dissipatori.
Alimentatori lineari e a commutazione. Regolatori di tensione

II MODULO: ELETTRONICA DIGITALE E TECNICA DELLE FORME D'ONDA
Crediti: 6

- Dispositivi logici integrati:
  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 a semiconduttore. Logica programmabile
- Generatori di forme d'onda. VCO e monostabili

- Elettronica di interfaccia:
  Sistemi e circuiti per l'acquisizione dati. Comparatori di soglia con e senza isteresi. Condizionamento di segnale. Multiplexer. Convertitori A/D e D/A. Circuiti di campionamento e mantenimento.

LABORATORI E/O 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.

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.

BIBLIOGRAFIA

Per la parte di elettronica digitale, e alcuni aspetti della parte analogica:
Sedra, Smith, "Microlectronics Circuits", Saunders College Publishing oppure
J. Millman, A. Grabel, "Microelectronics", McGraw Hill
Per la parte di utilizzo e progetto dei circuiti analogici:
S. Franco, "Design with operational amplifier and analog integrated circuits", McGraw Hill
Per le esercitazioni:
Quaderno LADISPE numero 2, "Caratteristiche di componenti elettronici per i corsi di Elettronica", Politeko.
Per il laboratorio:
Quaderno LADISPE numero 3, "Guida alle esrcitazioni di laboratorio per il corso di elettronica applicata", Politeko.
Altro materiale di studio preparato dai docenti è disponibile in copisteria.
Testi ausiliari
P. Spirito : Elettronica dei sistemi digitali. Ed. L'Ateneo s.a.s.

ESAME

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.
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.

FA411 ELETTRONICA I

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 4
Crediti: 12
Docente: **Domenico BIEY** (Dipartimento di Elettronica, tel. 564.4024; orario di ricevimento studenti in orario d'ufficio previo accordo telefonico)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso di Elettronica I si prefigge di fornire allo studente le conoscenze fondamentali dell'elettronica circuitale nel campo analogico e logico.

REQUISITI

è richiesta una buona conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Teoria dei circuiti.

PROGRAMMA

I MODULO: ELETTRONICA I - FONDAMENTI

Crediti: 6

Richiami di elementi di teoria dei circuiti. Filtri elementari attuati con doppi bipoli RC. Attenuatori resistivi di precisione. Partitore compensato e sua impedenza d'ingresso. Circuiti equivalenti di doppi bipoli funzionanti come amplificatori. Funzioni di trasmissione uscita/entrata al variare della frequenza, definizione delle frequenze di taglio inferiore e superiore. Distorsione di frequenza e fase, risposta al gradino ed all'onda quadra: tempo di salita ed inclinazione.
Circuiti risonanti accoppiati. Distorsione di non linearità. La non linearità della relazione uscita/entrata usata per la conversione di frequenza e per la modulazione in ampiezza. Diodo a giunzione, diodo Zener e loro circuiti equivalenti. Circuiti fondamentali di impiego. Diodo in reti RC: diodo usato come rivelatore di segnali modulati, circuiti restauratori della componente continua. Cenni sui raddrizzatori a doppia semionda e sugli alimentatori. Funzionamento dinamico del diodo e dello Zener. Circuiti AND e OR attuati con diodi. Generalità sui componenti attivi e sui loro modelli. Transistori a giunzione (BJT), caratteristiche e circuiti fondamentali di impiego; polarizzazione. Transistori pnp e npn. Funzionamento nell'intorno del punto di polarizzazione e circuito equivalente per il transistore in regime di piccoli segnali.

II MODULO: ELETTRONICA I - APPLICAZIONI

Crediti: 6

Generatore di corrente attuato con transistore. Circuiti a specchio di corrente. Transistori con carico attivo. Il transistore negli stadi finali di potenza. Amplificatore differenziale come stadio di ingresso di un amplificatore operazionale. Guadagno di modo comune, guadagno di modo differenziale e CMRR. Schema di un amplificatore operazionale e suo circuito equivalente. Generalità e proprietà della reazione. Reazione negativa. Definizione del guadagno d'anello. Il problema della stabilità: effetto della reazione sui poli dell'amplificatore e studio della stabilità con i diagrammi di Bode. Correzione della curva di frequenza dell'amplificatore per ottenere la stabilità. Amplificatori operazionali con reazione negativa. Configurazioni fondamentali: sommatore generalizzato, integratore, derivatore. Amplificatori da strumentazione. Operazionali con reazione negativa attuata con elementi non lineari: raddrizzatori di precisione.

Operazionale con reazione positiva: comparatore di soglia invertente e non invertente, isteresi e trigger di Schmitt, multivibratore astabile e monostabile. Generatori di segnali triangolari e convertitori di segnali da triangolari in sinusoidali. Generatori con frequenza controllata da una tensione (VCO). Moltiplicatori analogici. Oscillatori sinusoidali. Condizioni di oscillazione per un amplificatore lineare: oscillatore di Wien e oscillatori RLC. Controllo dell'ampiezza dell'oscillazione. Cenni sui convertitori AD/DA.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula seguono fedelmente gli argomenti trattati a lezione e riguardano l'analisi e il progetto di semplici circuiti, al fine di rendere più evidenti le metodologie illustrate.

BIBLIOGRAFIA

1. Sedra, Smith, "Microelectronics Circuits", Saunders College Publishing.
2. Franco, "Design with operational amplifiers and analog integrated circuits", McGraw-Hill.
3. Chua, Desoer, Kuh, "Linear and non Linear circuits", McGraw-Hill.

ESAME

L'esame è costituito da una prova scritta di opportuna durata, seguita da una prova orale. Durante la prova scritta è possibile ritirarsi senza che sia ritirato lo statino. Durante la prova scritta non si possono consultare libri ed appunti. Al termine della prova scritta verrà stilato il calendario degli orali.

NA411 ELETTRONICA I

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione/laboratorio: 4
Crediti: 12
Docente: **Marco GIORDANA**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni di base relative al funzionamento dei dispositivi e dei sistemi elettronici ,con particolare attenzione alle applicazioni digitali ed all'uso dell'amplificatore operazionale.
Il corso si articola in due moduli: Elettronica digitale (5 crediti) , Elettronica analogica (7 crediti)

REQUISITI

Conoscenza dell'elettrotecnica di base.

PROGRAMMA

I MODULO: ELETTRONICA DIGITALE
Crediti: 5

1) Introduzione
2) Segnali e circuiti logici.
3) Memorie.

II MODULO: ELETTRONICA ANALOGICA
Crediti: 7

1) Introduzione
2) Amplificatori.
3) Alimentatori stabilizzati.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni:
1) Componenti e dispositivi elettronici
Laboratorio:
1) Misure con oscilloscopio su reti RC
2) Misure su circuiti a transistori.
3) Misure su circuiti con operazionali.

BIBLIOGRAFIA

Sergio Franco, "Operational Amplifier and Analog Integreted circuits" ,McGraw Hill , 1988
Haldun Haznedar , "Digital Microelectronics" ,The Benjamin/Cumming Publishing Company,Inc.

FA412 ELETTRONICA II

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 10
Docente: **Claudio SANSOÈ**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire una formazione di base di elettronica digitale, sia dal punto di vista circuitale, sia da quello della progettazione di semplici circuiti logici, e di ampliare le conoscenze di elettronica analogica, completando ed integrando le nozioni acquisite nel corso di Elettronica I.
Il corso è diviso in due moduli: Elettronica Digitale e Circuiti per Telecomunicazioni.
Nel primo modulo si studiano i circuiti logici, partendo dalla costituzione interna delle porte logiche di base, proseguendo con l'interfacciamento tra porte logiche e con la progettazione di reti combinatorie e sequenziali sincrone. Si conclude con un'introduzione alle logiche programmabili e ai linguaggi di descrizione dell'hardware (VHDL).
Nel secondo modulo vengono studiati alcuni circuiti analogici di particolare interesse per il Corso di Laurea in Telecomunicazioni, quali i filtri attivi, i circuiti a capacità commutate e gli anelli ad aggancio di fase (PLL). L'ultima parte del modulo tratta dell'interfaccia tra mondo analogico e digitale: vengono studiati i convertitori D/A e A/D e i circuiti di supporto (Sample and Hold, amplificatori di condizionamento).

REQUISITI

Elettronica I.

PROGRAMMA

I MODULO: ELETTRONICA DIGITALE (TLC)
Crediti: 5

- Il transistore MOS: caratteristiche di ingresso-uscita, zone di funzionamento, processo di fabbricazione, comportamento statico e dinamico.
- Caratteristiche elettriche dei circuiti logici: impiego di transistori BJT e MOS in commutazione; famiglie logiche: parametri statici e dinamici, analisi degli stadi di ingresso e di uscita delle porte logiche, circuiti interni di porte elementari in tecnologia TTL, CMOS e ECL; uso dei transmission gate in tecnologia CMOS.
- Circuiti combinatori e sequenziali elementari: inverter, NAND, NOR, XOR, latch e flip-flop.
- Progettazione di reti logiche combinatorie e sequenziali: specifiche, tabelle di verità, mappe di Karnaugh, automi a stati finiti, diagramma degli stati, sintesi con flip-flop D; analisi delle prestazioni: frequenza massima di funzionamento, tempi di set-up e di hold, ritardi di propagazione.
- Memorie e logiche programmabili: organizzazione interna delle memorie, memorie ROM, EPROM, EAROM, RAM statiche e dinamiche. Logiche programmabili: PAL, EPLD, FPGA.
- Linguaggi di descrizione dell'hardware: il VHDL.

II MODULO: CIRCUITI PER TELECOMUNICAZIONI
Crediti: 5

- Richiami sugli amplificatori operazionali: parametri statici e dinamici (offset, bias, slew-rate

e derive); circuiti fondamentali: amplificatore, sommatore generalizzato, amplificatore da strumentazione.

- Filtri attivi: progettazione di filtri del I e del II ordine. Sintesi di filtri di ordine superiore mediante cascata di celle del I e II ordine.
- Principio delle capacità commutate: circuiti di base, filtri del I e II ordine, limiti di frequenza per l'uso di questa tecnologia
- Anelli ad aggancio di fase (PLL): Analisi linearizzata della funzione di trasferimento, risposta a variazioni di fase notevoli, comportamento in presenza di rumore, banda equivalente, analisi sul piano delle fasi e circuiti per realizzare PLL. Esempi di impiego
- Sistemi di acquisizione dati: campionamento e quantizzazione, rumore di quantizzazione; studio di caratteristiche statiche e dinamiche, errori e schemi di convertitori D/A, convertitori A/D, Sample and Hold e amplificatori di condizionamento; realizzazione di convertitori speciali: pipeline, PCM-log, differenziali e differenziali adattativi.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Per entrambi i moduli, le esercitazioni in aula riguardano il progetto guidato di circuiti esemplificativi degli argomenti trattati a lezione.

Il modulo di *ELETTRONICA DIGITALE* prevede 3 esercitazioni di laboratorio della durata di 4 ore ciascuna:

1. Misura delle caratteristiche di transistori MOS nelle diverse zone di funzionamento. Funzionamento in commutazione di transistori MOS e BJT.
2. Transcaratteristica di inverter TTL LS. Misura delle caratteristiche di porte TTL Open-collector e HC con isteresi.
3. Descrizione in VHDL, compilazione e programmazione su FPGA di un circuito sequenziale sincrono (FSM). Verifica delle prestazioni.

Il modulo di *CIRCUITI PER TELECOMUNICAZIONI* prevede 3 esercitazioni di laboratorio della durata di 4 ore ciascuna:

1. Realizzazione di circuiti con amplificatori operazionali e misura degli effetti delle non idealità sulle funzioni di trasferimento.
2. Progetto di un filtro attivo passa-basso a partire dalle specifiche in banda passante e attenuata.
3. Progetto e misura delle caratteristiche statiche e dinamiche di un convertitore D/A con rete a scala. Modifiche per ottenere un convertitore A/D ad inseguimento.

BIBLIOGRAFIA

Elettronica Digitale

G. Cosi, A. Demaria, C. Sansoè: "Introduzione all'Elettronica Digitale", Ed. Politeko, 1998

R. C. Jaeger: "Microelettronica", McGraw-Hill, 1998

Circuiti per Telecomunicazioni

S. Franco, "Design with operational amplifiers and analog integrated circuits", McGraw-Hill, 1988

D. Del Corso: "Elettronica delle Telecomunicazioni", Levrotto & Bella, 1995

Per i laboratori di entrambi i moduli

I quaderni del LADISPE, n.2, "Caratteristiche di componenti elettronici", Politeko

I quaderni del LADISPE, n. 6, "Esercitazioni sperimentali per il corso F1712", Politeko

ESAME

Scritto breve (1 ora) seguito da orale. Lo scritto viene corretto interattivamente durante l'orale. Per entrambi i moduli è prevista una prova di esonero, al termine delle lezioni. Se la prova di

esonero è superata, è possibile accettare il voto risultante o accedere ad un orale integrativo (+/- 3/30 rispetto al voto dell'esonero). L'orale integrativo deve essere sostenuto entro Marzo. Per entrambi i moduli esistono due parti di programma che possono essere valutate in alternativa. I dettagli saranno spiegati dal docente durante la prima lezione del modulo e si trovano sul sito web del corso, accessibile dal servizio Ulisse.

NA412 ELETTRONICA II

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 11
Docente: **Maurizio ZAMBONI** (Dipartimento di Elettronica, tel: 564.4079; e-mail: zamboni@polito.it; orario di ricevimento: tutti i giorni)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

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

I MODULO: ELETTRONICA DEI SISTEMI DI INTERCONNESSIONE
Crediti: 6

REQUISITI

Elettrotecnica, Elettronica Applicata I

PROGRAMMA

Classificazione dei sistemi di interconnessione
Interconnessioni tra sistemi
Interconnessioni tra sottosistemi
Interconnessioni nei circuiti integrati (VLSI)
Canali di comunicazione
Bus paralleli
Comunicazione seriale (con accenni al formato RS232)
Accenni ai Bus ottici
Protocolli di comunicazione e loro realizzazione con componenti elettronici
Standard di comunicazione (VME, SBUS,IEEE488,PCI)
Circuiti di interfaccia
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 (crosstalk di vario tipo)
disturbi sull'alimentazione (Ground Bounce, etc..)
driver e ricevitori
metastabilita`

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

* Interfacciamento di canali di comunicazione

- progetti di semplici circuiti per la gestione di protocolli
- descrizione di bus standard (VME, SBUS, PCI)
- riflessioni e disturbi

* Descrizione di una scheda basata sul microcontrollore 68HC11 che sara` usata nelle esercitazioni di laboratorio

Laboratorio:

* Interfacciamento con 68HC11
* Riflessioni e disturbi

BIBLIOGRAFIA

M. Zamboni, M. Divià "Elettronica dei sistemi di interconnessione ed acquisizione dati", CLUT, 1996

G. Masera, M. Zamboni, "Quaderni del LADISPE n. 4: Laboratorio di Elettronica Applicata 2", Politeko, 1996

ESAME

Prova scritta con prova orale facoltativa.
Le modalità d'esame complete, i temi d'esame ed i risultati si trovano su http://www.vlsilab.polito.it/~maurizio/eln2

II MODULO: ELETTRONICA DEI SISTEMI DI ACQUISIZIONE DATI
Crediti: 5

REQUISITI

Elettrotecnica, Elettronica Applicata I

PROGRAMMA

Teoria del campionamento nel dominio del tempo e della frequenza
Teorema di Nyquist, Aliasing, Quantizzazione
Schema a blocchi di un sistema di acquisizione dati

Condizionamento del segnale
Amplificatori, Amplificatori per Strumentazione, Filtri
Multiplexer

Convertitori Digitali/Analogici
Errori/prestazioni
DAC a resistenze pesate
DAC a rete a scala R-2R
DAC a capacita` commutate
Multiplying DAC

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)

Sample and Hold
Errori/prestazioni
Analisi dei principali circuiti

Convertitori Frequenza/Tensione e Tensione/Frequenza

- progetti di semplici circuiti per la gestione di protocolli
- descrizione di bus standard (VME, SBUS, PCI)
- riflessioni e disturbi

* Descrizione di una scheda basata sul microcontrollore 68HC11 che sara` usata nelle esercitazioni di laboratorio

Laboratorio:

* Interfacciamento con 68HC11
* Riflessioni e disturbi

BIBLIOGRAFIA

M. Zamboni, M. Divià "Elettronica dei sistemi di interconnessione ed acquisizione dati", CLUT, 1996

G. Masera, M. Zamboni, "Quaderni del LADISPE n. 4: Laboratorio di Elettronica Applicata 2", Politeko, 1996

ESAME

Prova scritta con prova orale facoltativa.
Le modalità d'esame complete, i temi d'esame ed i risultati si trovano su http://www.vlsilab.polito.it/~maurizio/eln2

II MODULO: ELETTRONICA DEI SISTEMI DI ACQUISIZIONE DATI
Crediti: 5

REQUISITI

Elettrotecnica, Elettronica Applicata I

PROGRAMMA

Teoria del campionamento nel dominio del tempo e della frequenza
Teorema di Nyquist, Aliasing, Quantizzazione
Schema a blocchi di un sistema di acquisizione dati

Condizionamento del segnale
Amplificatori, Amplificatori per Strumentazione, Filtri
Multiplexer

Convertitori Digitali/Analogici
Errori/prestazioni
DAC a resistenze pesate
DAC a rete a scala R-2R
DAC a capacita` commutate
Multiplying DAC

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)

Sample and Hold
Errori/prestazioni
Analisi dei principali circuiti

Convertitori Frequenza/Tensione e Tensione/Frequenza

L1730 ELETTRONICA DEI SISTEMI DIGITALI

Anno: 4 Periodo: 2
Crediti: 10
Docente: **Eros PASERO** (coll.: **Davide PALMISANO**)(Dipartimento di elettronica, tel. 564.4043, e-mail pasero@polito.it, WWW: sinaptica.polito.it; orario di ricevimento gio 10.30-12.00)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è strutturato in 2 moduli. Il primo presenta gli aspetti teorici e progettuali dell' Elettronica dei Sistemi Digitali alla lavagna. Il secondo prevede che al calcolatore e sui banchi di esercitazione gli allievi mettano in pratica quanto visto nel primo modulo.
I MODULO) Il corso si occupa delle problematiche piu' squisitamente elettroniche dei circuiti digitali. Vengono esaminate nel dettaglio le logiche bipolari, MOS, ECL e GaAs con specifica attenzione alle nuove famiglie "Low Voltage" e BiCMOS. Vengono inoltre studiati i circuiti di interconnessione per sistemi digitali ad alta velocità e specificamente protocolli quali RS 232, 485, SCSI, PCI. La teoria delle linee viene applicata ai sistemi di connessione (PCB e cavi) per studiare i problemi di riflessioni, diafonia e interferenze. Un'analisi delle problematiche di tipo EMI dal punto di vista della normativa e delle prove di certificazione conclude la parte di Elettronica digitale ad alta velocità. Vengono infine presentate alcune lezioni sulle reti neurali artificiali, viste sia dal punto di vista algoritmico che da quello architetturale.
II MODULO) Il corso propone agli studenti gli aspetti di progetto di un circuito integrato digitale e la sua verifica in condizione di reale funzionamento. Non vi sono lezioni "tradizionali" in aula ma solo laboratori. Nel laboratorio CAD lo studente sviluppa un progetto di circuito digitale verificando le problematiche di calcolo dei ritardi, ottimizzazione e verifica dei percorsi critici utilizzando uno strumento CAD (Xilinx Foundation) su PC. Al termine di questa fase lo studente implementa effettivamente il circuito su una FPGA Xilinx da 3000 gate utilizzando una piastra prototipo della Xilinx. Durante il semestre vengono inoltre proposti agli studenti quattro laboratori "hardware" in cui vengono verificate le caratteristiche di componenti, circuiti e piastre per elettronica ad alta velocità. In questa attività ogni studente imparerà ad usare strumentazione elettronica ad alte prestazioni come oscilloscopi digitali, TDR e analizzatori di spettro.

REQUISITI

Per il I modulo: Elettronica (LA410) e Reti logiche (L4540 o N4540)
Per il II modulo: I modulo

PROGRAMMA

I MODULO: ELETTRONICA AD ALTA VELOCITÀ
Periodo: prime 7 settimane
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 5
1) Famiglie Logiche
2) Buffer e Driver
3) Circuiti rigenerativi
4) Teoria delle linee
5) Protocolli di trasmissione
6) EMI
7) Reti Neurali

Esercitazioni
Le esercitazioni in aula prevedono lo svolgimento di esercizi di tipo numerico, per la verifica dei parametri dei circuiti. Vengono inoltre proposti esercizi di progetto di sottosistemi dedicati.

II MODULO: PROGETTAZIONE DI SISTEMI DIGITALI
Periodo: seconde 7 settimane
Impegno (ore sett.) laboratorio: 6
Crediti: 5

LABORATORI "HARDWARE"
Realizzazione di un' interfaccia RS232 con tecniche di flying capacitors
Misure su linee di trasmissione: riflessioni e adattamenti
Misure di capacità e induttanze tramite variazione dei tempi di salita.
Caratterizzazione di un circuito stampato
CAD microelettronico.
Gli studenti avranno un certo numero di ore per sviluppare il progetto di un circuito digitale basato su logiche programmabili XILINX. Il progetto verrá sviluppato su PC tramite l'uso di editor grafici e/o uso di linguaggi VHDL (per chi ha conoscenze di VHDL). Il progetto verrà sintetizzato per l'implementazione su di un circuito Xilinx serie 4003E. e simulato. Tramite compilatore XACT ogni studente realizzerá effettivamente un circuito integrato programmabile che verrá testato sulla piastra prototipo Xilinx disponibile al LADISPE.

BIBLIOGRAFIA

H. Haznedar "Digital Microelectronics", The Benjamin/Cummings Company Inc.
E. Pasero, "Appunti delle lezioni di Elettronica dei Sistemi Digitali".
Xilinx "Foundation: Xilinx Student Edition", Prentice Hall
Testi ausiliari
H.W.Johnson, M.Graham "High Speed Digital Design", Prentice Hall International
D. Del Corso, H. Kirmann, J.D.Nicoud "Bus e interconnessioni per sistemi a microprocessori", Addison Wesley Masson..

ESAME

Al termine delle prime 7 settimane lo studente potrà sostenere l'esame relativo a quel modulo. Così pure al termine delle seconde 7 settimane. Negli appelli regolari sarà sempre possibile sostenere esami di entrambi i moduli.
I MODULO) L'esame è organizzato con un accertamento scritto che verifica il grado di conoscenza degli argomenti trattati a lezione ed esercitazione. Lo studente può, se lo desidera, sostenere un ulteriore prova orale.
II MODULO) Gli studenti, organizzati in gruppi di due persone, produrranno una relazione per ogni esercitazione hardware. Nell'attività CAD invece ogni gruppo dovrà dimostrare il reale funzionamento del circuito finale. Un breve test scritto finale verificherà l'effettivo grado di conoscenza di ogni singolo studente.

L6120 ELETTRONICA DELLE MICROONDE

Anno: 4 Periodo: 2
Crediti: 10
Docente: **Carlo NALDI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Nel settore dei dispositivi per le applicazioni nel campo delle comunicazioni che sono basati sui semiconduttori composti e sulle eterostrutture il progetto del dispositivo spesso è altrettanto determinante quanto il progetto circuitale o di sistema. Il corso si occupa di entrambi gli aspetti. Esso segue il corso di Dispositivi Elettronici I, da un lato affinando gli strumenti di indagine sui dispositivi, ed estendendo l'esame dei dispositivi verso quelli impiegati nelle applicazioni ad alta frequenza e alle frequenze ottiche, dall'altro trattando la parte più elettronica e circuitale dei sistemi a microonde, evidenziandone gli aspetti progettuali ma lasciando ad altri corsi il compito di analizzare i problemi di tipo elettromagnetico quali la propagazione lungo le linee di trasmissione. Il corso si compone di due moduli.

REQUISITI

Dispositivi elettronici I

I MODULO: DISPOSITIVI ALLE ALTE FREQUENZE E OPTOELETTRONICI
Impegno (ore sett.) lezione: 8 per un totale di 58 ore annuali
Crediti: 5

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, comprese le frequenze ottiche, non rinunciando al tentativo di presentarne lo studio in modo sistematico al fine di suggerire una metodologia per la comprensione di altri dispositivi non esaminati. Di ogni dispositivo si esaminano le principali applicazioni.

REQUISITI

Dispositivi e tecnologie per la microelettronica

PROGRAMMA

Cenni di meccanica quantistica e statistica:
Equivalenza pacchetto d'onde-particella. Distribuzioni di Maxwell, di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac. Maser all'ammoniaca [12 ore]

Elettrone in un reticolo:
Teorema di Bloch e modello di Krönig-Penney [8 ore]

Semiconduttori per applicazioni in alta frequenza:
Proprietà dei semiconduttori composti III-V, II-VI, I-VII. Eterostrutture: adattamento reticolare e strati sotto tensione. Leghe ternarie e quaternarie [4 ore]

Fenomeni di trasporto:
Condizioni di non equilibrio. Collisioni con impurità ionizzate e con vibrazioni reticolari. Fononi acustici e ottici. Interazione elettrone-fonone. Curva velocità-campo [4 ore]

Principi generali sul rumore nei dispositivi:
Rumore termico e di diffusione [2 ore]

Dispositivi a effetto di volume:
Diodi gunn. Mobilità differenziale negativa. Operazioni con circuito risonante.
Tecniche di progetto di oscillatori a resistenza negativa [4 ore]

Fenomeni di breakdown:
Soglia per la valanga. Dispositivi a valanga e tempo di transito.
Diodi IMPATT. Tecnologia del dissipatore integrato [4 ore]

Tecnologia dell'arseniuro di gallio:
Crescita monocristallina. Semiisolante (compensazione dislocazioni-carbonio). Tecniche epitassiali: LPE, MOCVD, MBE.
MESFET epitassiale e per impiantazione ionica [2 ore]

Dispositivi a superreticolo:
Multi-quantum well e modulazione del drogaggio;
HEMT, pseudomorfici; transistori bipolari a eterogiunzione
HBT. Dispositivi a tunneling risonante [4 ore]

Fenomeni di generazione-ricombinazione:
Centri di ricombinazione; teoria SRH, proprietà delle superfici [4 ore]

Dispositivi optoelettronici:
Diodi a emissione di luce (LED);
Laser a omostruttura e a eterostruttura: a striscia, a reazione distribuita;
Fotorivelatori: fotoconduttore, fotodiodi PIN e APD.
Celle solari: al silicio policristallino e amorfo, a eterogiunzione, Schottky, con concentrazione e con *spectral splitting* [10 ore]

II MODULO: ELETTRONICA DELLE MICROONDE

Impegno (ore sett.) lezione: 8
(ore totali) lezione: 40 esercitazione: 12 laboratorio: 12 (LAIB)
Crediti: 5

Il corso si occupa dei dispositivi e dei circuiti integrati a microonde ibridi e monolitici e intende fornire metodologie di progetto per applicazioni lineari e non lineari. Parte essenziale del modulo è costituita da un progetto individuale di un circuito integrato (monolitico o ibrido) a microonde.

REQUISITI

Dispositivi e tecnologie per la microelettronica

PROGRAMMA

Tecnologia dell'arseniuro di gallio:
Crescita monocristallina. Semiisolante (compensazione dislocazioni-carbonio). Tecniche epitassiali: LPE, MOCVD, MBE. Impiantazione ionica [6 ore]

MESFET all'arseniuro di gallio:
Principio di funzionamento, scelta del semiconduttore. MESFET epitassiali e per impiantazione. Tecnologia dei dispositivi epitassiali e per impiantazione. Tecnica SAINT. [3-0-0]

Applicazioni lineari del MESFET:
circuito equivalente di piccolo segnale, frequenza di taglio. [4-0-0]

Metodi di analisi di circuiti a microonde:
Grafi di flusso e Regola di Mason. Guadagno di trasduzione, operativo e disponibile. Massimo del Guadagno di trasduzione. [4-0-0]

Gli strumenti di simulazione:
programmi Touchstone e ACCAD [2- 4 –2]
Stabilità:
Fattore di Stabilità. Progetto di compromesso tra guadagno e stabilità [2-0-0]
Amplificatore a banda stretta:
Tecniche di sintesi di reti di adattamento e interconnessione. Il progetto [2 + 2 + 2]
Rumore:
Meccanismi di rumore. Rapporto segnale/rumore. Progetto di amplificatori a basso rumore. [3-0-0]
Circuiti Integrati Monolitici (MMIC):
Elementi passivi distribuiti e quasi concentrati e loro modelli. Linee di trasmissione e loro sintesi [2-2-0]
Applicazioni nonlineari:
I dispositivi: limiti potenza-frequenza; strutture a *gate* recesso. Progetto del dispositivo. Modelli di dispositivi per ampio segnale.
Amplificatori di potenza. Classi A, AB, C e D. *Power added efficiency*. Distorsione. Rapporto di intermodulazione di terz'ordine. [4-0-0]
Principi del CAD non lineare:
Metodi di analisi non lineare nel tempo. Modelli Spice. Metodi di Shooting.
Metodi Quick Steady State di bilancio armonico.
Progetto di amplificatori di potenza a microonde. Tecnica del *source stepping*. Valutazione dei prodotti di intermodulazione. [6-0-0]
Progetti degli allievi:
Definizione dei progetti individuali di un amplificatore integrato e loro esecuzione presso il LAIB [2+ 4 + 8]

BIBLIOGRAFIA

Copie dei lucidi presentati a lezione vengono distribuite agli studenti
Testi ausiliari
Michael Shur, *"Physics of semiconductor devices"*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990

ESAME

L'accertamento sul primo modulo è una prova scritta.. Il voto della seconda parte comprende una prova orale e la valutazione del progetto.

L1740 ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 1 laboratorio: 4
Crediti: 11
Docente: **Dante DEL CORSO**
(collab.: **CLAUDIO SANSOÈ** e **Marcello CHIABERGE**)

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 esaminate 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 obbiettivo 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 al corso di Elettronica (e precedenti corsi di elettronica).

PROGRAMMA

I MODULO: CIRCUITI NON LINEARI E CONVERTITORI A/D/A

Durata: 5 settimanae
Crediti: 4

- Transistori fuori linearità; loro uso come limitatori, moltiplicatori di frequenza, negli amplificatori accordati e negli oscillatori sinusoidali.
- Circuiti lineari con amplificatori operazionali: amplificatori AC a larga banda, filtri attivi.
- Circuiti non lineari con amplificatori operazionali: convertitori logaritmici ed esponenziali, miscelatori e moltiplicatori, diodo ideale, convertitore AC-DC.
- Sistemi di conversione A/D/A: principi generali, rumore di quantizzazione, classificazione, analisi degli errori.
- Convertitori a residui, a sovracampionamento, per uso telefonico, log-PCM, differenziali.
- Aspetti sistemistici dell'integrazione di sottosistemi analogici.

II MODULO: PLL E INTERCONNESSIONI

Durata: 9 msettimane
Crediti: 7

- Anelli ad aggancio di fase (PLL): analisi lineare e non lineare, campi di funzionamento, banda equivalente, componenti base (VCO e demodulatori di fase).
- 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.
- Logiche programmabili; sviluppo di semplici applicazioni di telecomunicazioni (filtri, PLL).

- Strutture di interconnessione per sottosistemi numerici: propagazione di segnali digitali, integrità di segnale, tecniche di sincronizzazione, problemi di EMC nelle interconnessioni.

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, documentazione, collaudo,...).

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazione

Le esercitazioni in aula sono inserite nelle lezioni, e consistono nella risoluzione di esercizi numerici o nello sviluppo dei progetti da realizzare in laboratorio.

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

Laboratorio

Ogni esercitazione consiste in un piccolo progetto dal sviluppare secondo le specifiche indicate, e 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.

BIBLIOGRAFIA

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

Manuale per lo svolgimento delle esercitazioni (Quaderno LADISPE)

Testi ausiliari

Sono indicati nei vari capitoli del testo di riferimento.

Sono disponibili sul servizio Ulisse (http://www.polito.it/Ulisse/CORSI/ELN/L1740/materiale/) informazioni aggiornate sulla organizzazione del corso, istruzioni per le esercitazioni, esercizi svolti, calendario e altro materiale didattico.

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 dallo scritto di esame, e può dare un incremento del voto fino a 3 punti.

Le prenotazioni per sostenere l'esame vengono raccolte dalla Segreteria del CdSI.

L'esame comprende un breve scritto, svolto immediatamente prima dell'orale.

Nel determinare il voto d'esame vengono valutate anche le relazioni di laboratorio.

L1754 ELETTRONICA DELLO STATO SOLIDO

(corso ridotto)

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore): lezione: 30 esercitazione/laboratori: 30
Crediti: 5
Docente: **Giovanni GHIONE**

PROGRAMMA

Il CAD tecnologico: simulazione di processo, del dispositivi, circuitale. Problemi di interfacciamento fra fasi successive. Modelli fisici di semiconduttori. Il modello di deriva-diffusione. Parametri fisici del modello: proprietà di trasporto, fenomeni di RG. Richiami sulla struttura a bande dei semiconduttori e sulle proprietà statistiche in equilibrio e fuori equilibrio. Eterostrutture e dispositivi a eterostruttura. Trasporto parallelo e ortogonale in eterostruttureModelli di trasporto non stazionario. L'equazione di Boltzmann. Il modello idrodinamico. Modelli di trasporto di energia. Modello di deriva-diffusione come caso limite. Parametri fisici del modello idrodinamico. Il modello idrodinamico nei semiconduttori a più valli. Overshoot di velocità nel GaAs e InP. Esempi di dispositivi a eterostruttura per le microonde: HEMT, HBJT.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni

Il trattamento numerico dei modelli fisici. Il modello fisico in equilibrio termodinamico: l'equazione di Poisson-Boltzmann. Soluzione mediante differenze finite generalizzate. Discretizzazione del modello di deriva-diffusione: lo schema di Scharfetter-Gummel. Analisi DC, di piccolo segnale, tempovariante. Analisi speciali: analisi di rumore, analisi di sensitivity. Discretizzazione numerica di modelli idrodinamici.

Laboratori

Sviluppo di progetti di simulazione di dispositivi assistita dal calcolatore

BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati

Vengono forniti appunti del docente che coprono tutti gli argomenti del corso.

Fra i testi ausiliari:

S.Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices, Springer 1985
J.Singh, Physics of Semiconductors and their heterostructures, McGraw-Hill 1993

ESAME

Consiste nell svolgimento e nella discussione orale di un progetto di simulazione numerica di dispositivi.

L1760 ELETTRONICA DI POTENZA

Anno: 5 Periodo: 1
Crediti: 10
Docente: **Franco MADDALENO**

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 (4 crediti) 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 (6 crediti) 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*). Vista la nuova introduzione di moduli e crediti, è possibile che alcuni argomenti indicati vengano trattati in forma molto ridotta

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

I MODULO: INTERRUTTORI E AMPLIFICATORI
Crediti: 4

Cenni ai dispositivi di potenza:
Diodo, transistore bipolare, transistore ad effetto di campo (MOSFET), IGBT

Interruttori elettronici:
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*

Amplificatori lineari:
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

Caratteristiche generali degli amplificatori e alimentatorie:
Classificazione, Specifiche, Affidabilità, Prestazioni, Protezioni, *Standard*, Interferenze elettromagnetiche

II MODULO: ALIMENTATORI A COMMUTAZIONE
Crediti: 6

Alimentatori dissipativi:
Conversione AC/DC, stabilizzazione serie e parallelo. Regolatori integrati e discreti

Analisi di alimentatori ad onda quadra:
Configurazioni fondamentali: *Buck*, *Boost* e *Buck-boost*. Caratteristiche stazionarie in modo con-

tinuo 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

Configurazioni derivate:

Analisi e dimensionamento di alimentatori *Buck* derivati (*Forward, Push Pull,* Mezzo ponte e ponte intero). Analisi e dimensionamento di *flyback*

Componenti magnetici:

Progetto di induttori e trasformatori ad alta frequenza. Scelta del nucleo con il prodotto delle aree. Scelta dei conduttori. Valutazione delle perdite

Circuiti ausiliari:

Reti snubber. Separazione galvanica. Alimentazioni ausiliarie. Sensori di corrente. Circuiti integrati di controllo

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni

Le esercitazioni vertono sul progetto di semplici amplificatori e convertitori DC/DC, fino al dimensionamento completo, usando caratteristiche di componenti reali. I progetti così sviluppati sono poi simulati su calcolatore (LAIB).

Laboratorio

In laboratorio sono misurate le caratteristiche reali 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

BIBLIOGRAFIA

Il corso non segue fedelmente un libro di testo, ma gli argomenti trattati sono completamente coperti da ottimi appunti disponibili in copisteria (Politeko). Per alcuni argomenti vi sono dispense supplementari del docente e articoli su riviste indicate durante il corso.

Testi ausiliari

Erickson, "*Fundamentals of Power Electronics*" Chapman & Hall

Bloom, Severns, "*Modern DC-DC Switchmode Power Conversion Circuits*", Van Nostrand Reinhold

Kassakian, Schlecht, Verghese, "*Principles of Power Electronics*", Addison Wesley

Pressman, "*Switching Power Supply Design*", second edition McGraw Hill

ESAME

Data l'introduzione degli emisemestri, gli appelli saranno solo nelle date ufficiali (non più ogni martedì).

Vi sono due forme di esame, tradizionale oppure con homework e progetto.

L'esame tradizionale 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.

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).
Il corso può anche essere superato svolgendo ogni settimana gli homework che saranno via via assegnati e consegnandoli nella data indicata (tipicamente dopo 7 giorni). Inoltre durante il corso verrà assegnato un progetto (tesina). Il voto finale sarà basato per il 50% sugli homework, per il 30% sul progetto e il restante 20% sulla discussione degli homework e tesina.

L1790 ELETTROTECNICA

Anno: 2
Crediti: 11
Periodo: 1
Docenti: **Vito DANIELE** (I Corso), **Roberto GRAGLIA** (II Corso)
Dipartimento di Elettronica (:http://pcelt.polito.it/elettrotecnica)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso riguarda le conoscenze di base necessarie per lo studio sia dei singoli dispositivi elettromagnetici sia dei sistemi elettromagnetici costituiti da piu' dispositivi interagenti. In particolare nel caso di grandezze elettromagnetiche lentamente variabili, viene introdotto un modello matematico molto semplice (modello circuitale) che semplifica notevolmente tale studio e fornisce la cosidetta mentalità circuitale indispensabile per tutti gli studenti di Ingegneria. La teoria dei circuiti si formalizza con elementi (multipoli) i cui parametri dipendono dalle caratteristiche dei dispositivi che essi modellano. Il corso presenta sia i metodi sistematici per lo studio delle connessioni dei multipoli (Teoria delle Reti elettriche), sia le tecniche che consentono di determinare i parametri che definiscono i multipoli. Tali tecniche sono basate su indispensabili conoscenze elettromagnetiche che vengono sviluppate nel corso.

I MODULO: INTRODUZIONE ALL'ELETTROTECNICA

Crediti: 6

COMPONENTI IDEALI DELLE RETI ELETTRICHE

Testo di riferimento: - V. Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitoli 1 e 2.

Grandezze elettriche su un multipolo e Leggi di Kirchhoff. Bipoli elettrici. Potenza entrante e passività. Relazioni costitutive. Resistore ideale. Generatori ideali di tensione. Generatori ideali di corrente. Induttore ideale. Condensatore ideale. Multipoli e Multiporta. Trasformatore ideale. Passività. Reciprocità. Principio di sostituzione. Generatori pilotati.

CALCOLO DI RETI SENZA MEMORIA

Testo di riferimento:-V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitoli 2 e 6.

Circuiti elementari. Resistore costituito da una rete di resistori. Trasformazione stella-triangolo e triangolo-stella. Metodi particolari per il calcolo di una rete con un solo generatore. Metodi di calcolo di reti con piu' di un generatore. Teorema di Thevenin. Teorema di Norton. Elementi di teoria dei grafi. Matrice di incidenza. Teorema di Tellegen. Teoria elementare del metodo dei nodi.

RETI IN REGIME SINUSOIDALE

Testo di riferimento: - V.Daniele-M.Gilli, Reti nel dominio della frequenza, CLUT, Torino 1997

I fasori e loro utilizzazione nella rappresentazione di grandezze sinusoidali isofrequenziali. Proprietà dei fasori. Reti fasoriali. Leggi di Kirchoff e relazioni costitutive. Bipoli inerti e loro Impedenza: Ammettenza, Resistenza, Reattanza, Conduttanza e Suscettanza di un bipolo d'impedenza. Connessioni di impedenze. Estensione dei metodi elementari e generali al calcolo di reti fasoriali. Diagrammi fasoriali. Potenze in regime sinusoidale: Potenza attiva, reattiva, complessa ed apparente. Teorema di Boucherot. Sistemi Trifase. Rifasamento.

RETI NEL DOMINIO DELLA FREQUENZA

Testi di riferimento: - V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitoli 3, 4 e 8 - V.Daniele-M.Gilli, Reti nel dominio della frequenza, CLUT,Torino 1997

Calcolo di reti in presenza di generatori sinusoidali non isofrequenziali. Cenni sull'integrale di Fourier e serie di Fourier. Funzione di trasferimento. Poli delle reti. Proprietà filtranti delle reti. Filtri e risuonatori. Trasformatori. Trasformatori perfetti. Circuiti equivalenti. Rappresentazione dei doppi bipoli. Parametri Z, Parametri Y, Parametri H, Parametri G. Parametri di trasmissione. Parametri di trasmissione inversa. Relazioni tra i parametri di un doppio bipolo. Interconnessioni di doppi bipoli.

RETI NEL DOMINIO DEL TEMPO

Testo di riferimento: - V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitolo 7

Reti degeneri e non degeneri. Variabili di stato. Equazioni di stato nelle reti non degeneri. Presenza di interruttori. Discontinuità dello stato nelle reti degeneri. Ordine di complessità di una rete. Numero di autovalori nulli della matrice A.. Relazione tra i poli della rete e gli autovalori della matrice A.

II MODULO: FONDAMENTI DI ELETTROTECNICA

Crediti: 5

TRANSITORI

Testi di riferimento: - V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitolo 7-

V.Daniele-M.Gilli, Reti nel dominio della frequenza, CLUT,Torino 1997

Carica e scarica di un induttore. Carica e scarica di un condensatore. Circuiti ad una costante di tempo con interruttori. Circuiti ad una costante di tempo con ingressi costanti a tratti

TRASFORMATE DI LAPLACE

Testo di riferimento: - V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitolo 5, Appendice

Metodo della trasformata di Laplace. Leggi di Kirchhoff nel dominio delle Trasformate di Laplace. Relazioni costitutive nel dominio delle Trasformate di Laplace. Impedenza ed ammettenza diun bipolo. Calcolo simbolico con le trasformate di Laplace. Calcolo di Trasformate. Calcolo di Antitrasformate. Teorema del valore iniziale e finale. Applicazioni. Transitori in circuiti a due costanti di tempo.

CONSIDERAZIONI ELETTROMAGNETICHE

Testo di riferimento: - V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitolo 10

Campi elettromagnetici. Equazioni di Maxwell. Equazioni complementari e condizioni al contorno. Energia, Potenza. Teorema di Poynting. Deduzione della teoria dei circuiti dall'equazioni di Maxwell.

CONSIDERAZIONI ELETTROMAGNETICHE SUI COMPONENTI

Testo di riferimento: - V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, capitolo 10

Caratterizzazione elettromagnetica dei multipoli e delle reti elettriche. Realizzazione di resistori, induttori e condensatori. Realizzazione dei multiporta induttivi. Equazioni degli avvolgimenti. Circuiti magnetici. Calcolo di una rete magnetica. Applicazioni dei circuiti magnetici.

LINEE DI TRASMISSIONE

Testo di riferimento: - C.Paul: Compatibilità Elettromagnetica.Hoepli Editore, Milano, 1995, capitoli 6 e 10

Tipologie. Linee a due conduttori e linee multiconduttori. Equazioni dei telegrafisti. Potenze trasportate.

BIBLIOGRAFIA

V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, 1997

V.Daniele-M.Gilli, Reti nel dominio della frequenza, CLUT,Torino 1997

Testi ausiliari per l'esercitazioni

C.Paul: Analysis of Linear Circuits, McGraw-Hill

A.Laurentini, A. Meo, R.Pomè: Esercizi di Elettrotecnica, Levrotto & Bella, Torino

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.

Modalità d'esame:

L'esame consiste in una prova scritta seguita dopo qualche giorno da una discussione sull'elaborato consegnato dallo Studente. La durata della prova scritta è di 3 ore. All'inizio di essa vengono ritirati gli statini e, anche se lo studente si ritira, **il voto** (quindici nel caso di ritiro) **viene sempre registrato.**

La prova scritta di esame si svolge in due fasi e riguarda tutto il programma svolto nelle lezioni e nell'esercitazioni.

La prima fase (della durata di 1 ora) consiste in una serie di brevi quesiti a cui lo studente deve dare risposta scritta sul foglio che gli viene consegnato.

Nella seconda fase (della durata di 2 ore) si chiede di svolgere due temi proposti allo scopo di accertare il livello di conoscenza dei metodi raggiunto dallo studente nonchè la capacità che questi ha nel collegare i diversi argomenti del corso.

Durante lo svolgimento dello scritto lo Studente deve avere con sè 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. Inoltre non è consentito uscire dall'Aula.

N1790 ELETTROTECNICA

Anno: 2 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 11
Docente: **Ivan MAIO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire le basi teoriche e pratiche per la comprensione e lo studio del comportamento dei circuiti elettrici. Il programma del corso e` suddiviso in due parti: (1) reti resistive (5 crediti), (2) reti dinamiche (6 crediti.
Gli argomenti trattati sono distinti in **fondamentali** ed **avanzati**. La padronanza di **tutti** gli argomenti fondamentali e` condizione necessaria e sufficiente al superamento dell'esame con il voto minimo.
Le lezioni del corso integrano le funzioni delle lezioni ed delle esercitazioni tradizionali, e comprendono sia le spiegazioni teoriche che l'esecuzione di esercizi da parte degli studenti.
Il corso contiene inoltre esercitazioni supplementari ,in cui gli studenti usufruiscono di consulenza sugli esercizi assegnati per lo svolgimento a casa, e laboratori dedicati all'uso di un moderno simulatore circuitale.

REQUISITI

Corsi di Analisi Matematica e Fisica

PROGRAMMA

I MODULO: RETI RESISTIVE
Crediti: 5

Generalita`. Metodi di analisi elementari. Reti resistive non lineari. Metodi di analisi generali. Multipoli e multiporta resistivi.

II MODULO: RETI DINAMICHE
Crediti: 6

Generalita`. Risposta delle reti dinamiche. Metodo simbolico. Il simulatore circuitale SPICE. Risposta delle reti dinamiche con un solo elemento reattivo. Reti in regime armonico stazionario. Circuiti trifase. Multipoli/porta dinamici. Reti a parametri distribuiti.

BIBLIOGRAFIA

Quasi tutte le parti teoriche del corso sono tratte da:
(1) V. Daniele, A. Liberatore, R. Graglia, S. Manetti, " Elettrotecnica", Monduzzi Editore, Bologna, 1994.
(2) L. Chua, C. Desoer, E. Kuh, " Linear and nonlinear circuits", McGraw-Hill.
Gli esercizi assegnati sono contenuti in parte in:
(3) M. Biey, "Esercitazioni di elettrotecnica", CLUT, Torino, 1988 e in parte in file .PS prelevabili da:
(4) www.polito.it/Ulisse/CORSI/N1790
L'introduzione al simulatore PSpice e` basata su:
(5) M. Biey, "Spice e PSpice: introduzione all'uso", CLUT, Torino, 1993.

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta e in una prova orale.
La prova scritta e` composta da due parti.
I parte: test di ammissione, composto da quesiti elementari sui soli argomenti fondamentali del corso.
II parte: test di profitto, composto da quesiti su tutto il programma svolto diretti a valutare il grado di approfondimento raggiunto nell'apprendimento della materia. I candidati che superano la prova scritta accedono alla prova orale, che consiste in domande ed esercizi su tutto il programma.
Per le norme d'esame consultare la documentazione del corso sul servizio ULISSE

F1901 FISICA GENERALE I

Anno: 1 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 9
Docenti: *da nominare* (I corso), **G. BARBERO** (II corso), A. **STRIGAZZI** (III corso)
(collab: **A. Ceresole**, **A. Pelizzola**)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone, nella prima parte, di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione della Meccanica del punto e dei sistemi; nella seconda di fornire gli elementi di base necessari per la comprensione della Termodinamica assiomatica classica.

REQUISITI

Analisi I

I MODULO: MECCANICA

Impegno (ore) lezione: 42 esercitazione: 14 laboratorio: 6
Durata del corso: 7 settimane
Crediti: 5

PROGRAMMA

> *Cinematica e dinamica del punto*

Moto rettilineo e curvilineo. Velocità e accelerazione. Componenti intrinseche. Velocità e accelerazione angolari. Forza, massa, quantità di moto. Le tre leggi di Newton ed i riferimenti inerziali. I equazione cardinale in riferimenti inerziali. Forze come interazioni (gravitazionale, forza elastica, forze vincolari e attrito radente, attrito del mezzo). Campo di forze. Teorema dell'impulso. Lavoro. Potenza. Energia cinetica. Teorema lavoro-energia cinetica in riferimenti inerziali. Campi conservativi. Circuitazione. Potenziale ed energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Generalizzazione della conservazione dell'energia. Campi centrali. Momento di una forza. Momento angolare. II equazione cardinale. Teorema dell' impulso del momento. Statica del punto. Moto relativo: regole di composizione delle velocità e delle accelerazioni. Riferimenti inerziali e non. Forze d'inerzia di trascinamento e di Coriolis.

> *Sistemi*

Sistemi discreti e continui. Forze esterne e interne. Centro di massa. Quantità di moto. I equazione cardinale. Impulso. Teorema dell'impulso. Conservazione della quantità di moto. Momento di forze: scelta del polo. Baricentro. Centro di spinta. Coppia di forze. Momento di una coppia. Dinamica rotazionale. Momento angolare: scelta del polo. II equazione cardinale. Teorema dell'impulso del momento. Conservazione del momento angolare. Riferimento del centro di massa. Teoremi di König per l'energia cinetica e per il momento angolare. Teoremi lavoro - energia cinetica per il centro di massa, e per l' intero sistema. Lavoro delle forze interne. Conservazione dell' energia meccanica. Generalizzazione della conservazione dell' energia, in presenza di forze dissipative. Urti elastici e anelastici.

> *Statica e dinamica dei sistemi rigidi e dei fluidi*

Corpo rigido. Momento d'inerzia. Teorema di Huygens-Steiner. Rotazione attorno a un asse fisso. Pendolo composto. Rototraslazione. Rotolamento puro, e con strisciamento. Urti tra corpi puntiformi e corpi rigidi vincolati. Statica di corpo rigido: I e II equazione cardinale. Meccanica dei fluidi: Pressione. Legge di Stevino in forma integrale e in forma differenziale; legge di

Archimede (in riferimenti inerziali e non). Equazione di continuità in forma integrale e in forma differenziale. Teorema di Bernoulli. Viscosità. Effetto Magnus.

> *Oscillazioni*

Moto armonico semplice. Energia dell' oscillatore armonico. Somma di moti armonici lungo assi paralleli e perpendicolari. Battimenti. Fenomeno della polarizzazione. Moto armonico smorzato da una forza viscosa. Oscillazioni forzate. Risonanza. Pendolo semplice in regime anarmonico. Vibrazioni anarmoniche. Dilatazione.

> *Gravitazione*

Massa gravitazionale e massa inerziale. Problema dei due corpi. Massa ridotta. Leggi di Keplero. Equazione della traiettoria. Potenziale efficace. Orbite aperte e chiuse. Angolo solido. Flusso del campo gravitazionale. Legge di Gauss per campo gravitazionale. Teorema della divergenza. Legge di Poisson.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

1. Misura del periodo di oscillazione di un pendolo.
2. Misura dell'accelerazione di gravità col metodo della caduta libera.
3. Misura di momenti d'inerzia con la piattaforma rotante
4. Determinazione del modulo di torsione di un filo metallico.

II MODULO: TERMODINAMICA

Impegno (ore sett.) lezione: 36 esercitazione: 12 laboratorio: 6
Durata del corso: 6 settimane
Crediti: 4

PROGRAMMA

> *Termologia. Gas ideali e reali. Cenni di teoria cinetica.*

Sistemi termodinamici. Equilibrio. Funzioni di stato. Temperatura. Principio zerodella termodinamica. Termometro a gas. Calore. Trasmissione del calore. Equazioni di Fourier. Adduzione termica. Calorimetria e dilatazione. Gas ideali e reali. Equazione di stato dei gas ideali. Piano di Clapeyron. Equazione di stato dei gas reali. Teoria cinetica dei gas.

> *Primo e secondo principio della termodinamica. Cicli termodinamici.*

Lavoro. Energia interna. Primo principio. Trasformazioni tipiche reversibili e irreversibili. Cicli. Rendimento. Enunciati del secondo principio. Teorema di Carnot. Temperatura termodinamica. Teorema di Clausius. Entropia. Degradazione dell' energia.

> *Potenziali termodinamici*

Energia libera di Helmholtz. Energia libera di Gibbs. Entalpia. Relazioni di Maxwell. Equazione dell' energia. Equazione di Clausius-Clapeyron.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

1. Transizione di fase solido/liquido del salolo.
2. Misura della diffusività termica di un provino metallico.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento

P. Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci "Fisica Vol.1 (Meccanica - Termodinamica)", EdiSES, II edizione, Napoli 1998

Testi di consultazione

G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli "Appunti di FISICA I", Levrotto e Bella, Torino 1982
R. Resnick, D. Halliday, K. S. Krane "Fisica I", CEA, Milano 1993

E. Fermi "Termodinamica", Boringhieri, Torino 1970
G.A. Salandin "Problemi di Fisica", CEA, Milano 1986

ESAME

a) 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) circa la formazione culturale dello studente durante lo svolgimento del Corso. Relazioni di laboratorio ben fatte costituiscono un bonus che può essere speso solo se la prova orale è superata nella sessione estiva o autunnale subito dopo la fine del corso (Solo studenti in corso possono frequentare i laboratori). L' orale consta di tre domande che possono riguardare ogni argomento trattato durante il corso.
b) La prova scritta avviene nella data e nell' ora stabilita per l'appello e consta di tre esercizi che possono riguardare ogni argomento trattato durante il corso. Gli interessati devono portare con sè il tesserino o libretto. Si può accedere alla prova orale solo avendo superato lo scritto. Il voto dello scritto pesa 1/4 sul voto di esame.
c) Gli studenti che alla prova scritta confermano la consegna del proprio elaborato, e ricevono un voto insufficiente, non possono presentarsi all' appello successivo.
d) La prova scritta, superata in uno dei tre appelli della sessione estiva, vale come ESONERO da ogni scritto successivo, fino all' appello di giugno dell' anno successivo escluso. Nel senso che: se lo scritto è stato superato con una votazione almeno pari a 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 dell' anno successivo. 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.
e) La validità di ogni altra prova scritta, superata con votazione 18/30, è limitata alla sessione nella quale si è svolta.
f) Durante la prova scritta non è possibile consultare il libro di testo adottato, nè altri libri, nè appunti.
g) Per motivi organizzativi (determinazione del numero di aule prenotabili in funzione del numero di studenti che sostengono l' esame), la prenotazione all' esame è obbligatoria (prenotarsi prima dei 2 giorni lavorativi precedenti la data dell' appello). La procedura è automatizzata presso la segreteria didattica all'ingresso del Dipartimento di Fisica. Ci sono in generale tre opzioni (nell' ambito dello stesso appello): 1) solo scritto; 2) scritto e orale; 3) solo orale.
h) Gli studenti esonerati dallo scritto, che intendano sostenere la prova orale, devono, in assenza di altro avviso, presentarsi nella data e nell' ora stabilita per l' appello.
i) Lo statino deve essere presentato all' atto di sostenere la prova orale.

L1901 FISICA I

VEDI F1901 FISICA I

N1901 FISICA I

VEDI F1901 FISICA I

F1902 FISICA II

Anno: 2 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio a squadre: 2
Crediti : 11
Docenti: **B. MINETTI** (I corso), **M. OMINI** (II corso), **A. TARTAGLIA** (III corso)
(collab: **R. GONNELLI**, **F. PIRRI**, **V. PENNA**)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha per obiettivo quello di fornire agli studenti una conoscenza sufficientemente ampia dell'elettromagnetismo classico, dei fenomeni ondulatori e dei principi della meccanica quantistica. Il tramite tra l'elettromagnetismo e la meccanica dei quanti è costituito dallo studio delle proprietà e del comportamento fisico delle onde in generale e delle onde elettromagnetiche in particolare e dall'introduzione del concetto di operatore quantico.

REQUISITI

è richiesta una preliminare conoscenza delle leggi della meccanica e della termologia (argomenti trattati nei precedenti moduli di Meccanica e Termodinamica). è necessario saper effettuare derivate e integrali, conoscere le proprietà geometriche dei campi vettoriali, i principi dell'algebra delle matrici, i concetti di limite e di sviluppo in serie.

I MODULO: ELETTROMAGNETISMO
Impegno (ore totali) lezione: 42 esercitazione: 14 laboratorio a squadre: 6
Durata: 7 settimane
Crediti : 5

PROGRAMMA

- cariche; conduttori in elettrostatica; capacità e condensatori nel vuoto; energia del campo elettrostatico
- Dielettrici; polarizzazione dei materiali; campo all'interno di un dielettrico; spostamento elettrico; condensatori con dielettrico; dielettrici anisotropi.
- Correnti elettriche in regime stazionario. Legge di Ohm ed effetto Joule. Resistenze e resistori.
- Il campo magnetostatico nel vuoto e le sue proprietà generali; la forza di Lorentz; moto di cariche in campi magnetici statici; l'effetto Hall. Forze su correnti; l'amperometro. La legge di Ampère-Laplace e il calcolo di campi magnetici generati da correnti stazionarie; la relazione di Ampère.
- Proprietà magnetiche della materia: diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo.
- Campi elettromagnetici dipendenti dal tempo. I fenomeni induttivi e la legge di Henry. La relazione di Ampère-Maxwell. Coefficienti di auto- e di mutua-induzione. Energia del campo magnetico di una corrente e densità di energia.
- Le equazioni di Maxwell.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

1. Misura di resistenza mediante ponte di Wheatstone e misura di temperatura con sensore PT100.
2. Determinazione della distribuzione statistica dei valori di un gruppo di resistori
3. Determinazione della caratteristica I/V di alcuni materiali ohmici e non ohmici.
4. 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.

II MODULO: FENOMENI ONDULATORI

Impegno (ore totali) lezione: 42 esercitazione: 14 laboratorio a squadre: 6
Durata: 7 settimane
Crediti : 6

PROGRAMMA

- Fenomeni ondulatori; l'equazione delle onde; propagazione per onde. Fronti d'onda e raggi; il principio di Huygens; il principio di Fermat. Riflessione e rifrazione; le leggi di Snell. Dipendenza dal sistema di riferimento: l'effetto Doppler.
- Sovrapposizione di onde. A diversa frequenza: velocità di fase e velocità di gruppo. Con ugual frequenza: condizione di coerenza; l'interferenza; due sorgenti coerenti; N sorgenti coerenti allineate.
- La diffrazione di Fresnel e di Fraunhofer; fenditura ad asse rettilineo; foro circolare.
- Onde nella materia. Vibrazioni di una corda elastica. Onde sonore.
- Le onde elettromagnetiche e le loro caratteristiche. Densità di energia dell'onda; momento trasportato e pressione di radiazione; il vettore di Poynting.
- L'assorbimento di un'onda in un conduttore. Passaggio da un mezzo ad un altro: coefficienti di trasmissione e riflessione. L'indice di rifrazione reale e complesso. L'ottica geometrica; diottri, lenti sottili; apparati ottici.
- Interferenza della luce; dispositivo di Young, reticoli di diffrazione. Diffrazione della luce; limiti alle prestazioni degli apparati ottici.
- La polarizzazione della luce: birifrangenza naturale e artificiale; l'ellissoide di Fresnel; le lamine polarizzatrici; l'angolo di Brewster. Il dicroismo; l'attività ottica.
- Le proprietà ondulatorie della materia: diffrazione di elettroni. Gli operatori quantici di momento ed energia, il principio di corrispondenza.
- Le relazioni di De Broglie. La funzione d'onda e l'equazione di Schrödinger. Interpretazione della funzione d'onda e sue proprietà, il principio di Pauli e il principio di indeterminazione. La buca di potenziale e la quantizzazione dell'energia. La barriera di potenziale e l'effetto tunnel.
- Cenno alle statistiche quantistiche e alla radiazione di corpo nero

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

1) Determinazione dell'indice di rifrazione col metodo del prisma.
2) Misura di lunghezza d'onda della luce mediante reticolo di diffrazione.
3) Misura di indice di rifrazione mediante luce polarizzata e angolo di Brewster (con sensore a fotodiodo).

BIBLIOGRAFIA

Testi consigliati.

E. Amaldi, R. Bizzarri, G. Pizzella: FISICA GENERALE, elettromagnetismo, relatività, ottica, ed. Zanichelli, Bologna
C. Menguccini, V. Silvestrini: FISICA, ed. Liguori, Napoli 1987
M. Omini: Lezioni di Fisica II, Volume I e II, ed. Esculapio, Bologna
A. Tartaglia: "Dall'elettrone all'entropia", ed. Levrotto & Bella, Torino.
A. Tartaglia: "Esercizi svolti di elettromagnetismo e ottica", ed. Levrotto & Bella, Torino.
A. Tartaglia: "Esercizi di termodinamica e meccanica quantistica", ed. CLUT, Torino.

Testi ausiliari.

R. Feynman, R. Leighton, M. Sands: La fisica di Feynman, ed. Addison Wesley

ESAME

a) L'esame consta di una prova scritta ed una orale. Lo studente che non consegua nello scritto una votazione pari o superiore a 15/30 è sconsigliato dal presentarsi all'orale.

b) Una volta superato lo scritto, la sua validità potrà essere estesa eventualmente fino alla fine dell'anno in corso, a giudizio del docente. Oltre tale termine lo scritto deve comunque essere ripetuto.

c) La prova scritta rimane valida, nei limiti di tempo di cui al punto precedente, anche nel caso in cui la prova orale non venga superata.

d) Lo studente che, avendo svolto lo scritto, intende sostenere l'orale deve prenotarsi presso lo sportello automatico sito presso l'ingresso del dipartimento di Fisica entro il giorno precedente all'inizio dell'orale stesso. Non occorre prenotarsi per lo scritto.

Potranno essere disponibili forme alternative di esame in forma di test sostitutivi dell'orale o con modalità automatizzate al calcolatore. I dettagli verranno illustrati durante il corso.

L1902 FISICA II

VEDI F1902 FISICA II

N1902 FISICA II

VEDI F1902 FISICA II

F1940 FISICA DEI LASER

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 8
Crediti: 9
Docente: **Mario VADACCHINO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso fornisce, nel primo modulo, la conoscenza delle tecniche per un'analisi quantistica del comportamento del laser: tali tecniche trovano applicazione anche in altri contesti dell'ottica quantistica. Nel secondo modulo si sviluppa un'analisi più ingegneristica del laser, con particolare interesse alle condizioni di ottimizzazione di progetto.

REQUISITI

Fisica Generale II

PROGRAMMA

I MODULO: FISICA DEI LASER A
Crediti: 4

- Il vettore di stato e le osservabili in Meccanica Quantistica. Rassegna delle tecniche di studio della dinamica dei fenomeni quantistici. L'operatore densità e l'operatore densità ridotto. L'equazione di Liouville. Le matrici di Pauli ed i sistemi a due livelli.
- Stati coerenti: definizione, proprietà e realizzazione. Funzioni di operatori di creazione ed annichilazione; tecniche operatoriali e trasformazioni che utilizzano gli stati coerenti. Stati *Squeezed*: definizione, proprietà e realizzazione
- Interazione Atomo-Radiazione: l'emissione spontanea a quella stimolata. Il coefficiente di Einstein.
- Principi di meccanica stocastica, equazione di Fokker-Planck. Utilizzo degli stati coerenti nell'analisi dei fenomeni quantistici. Esempi vari: l'operatore parametrico ottico (OPO) ed il miscelatore a quattro onde.
- Descrizione quantistica della dinamica di un sistema in interazione con il bagno termico; *Master Equation*.
- Le equazioni di *rate* per un sistema a due livelli. Teoria semiclassica del laser: l'equazione di Maxwell-Bloch. Soluzioni elementari ed analisi di stabilità. Un caso quantistico: il modello di Jaynes-Cummings.
- La misura in meccanica quantistica: definizione e problemi. La misura di una forza classica ed il limite *standard* quantistico. Le misure *back action evading*.
- Statistica dei fotoni. Le funzioni di correlazione. Teoria semiclassica della coerenza ottica. Distribuzioni *bunched e antibunched*. L'esperimento di Handbury-Brown-Twiss e quello di Arecchi.

II MODULO: FISICA DEI LASER B
Crediti: 5

- Equazioni di *rate* per i laser a tre e quattro livelli. Il laser come amplificatore: guadagno, banda passante, shift di fase, rumore. Il ruolo della cavità. Il fenomeno dell'allargamento di riga: omogeneo e non omogeneo. L'*hole burning*. I laser pulsati
- I laser a stato solido: rubino, Nd:YAG, Nd:vetro, semiconduttori.

- I laser a gas: He-Ne, Co_2, Argon.
- I *dye* laser.
- Comportamento dinamico dei laser: analisi di stabilità lineare.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni, di carattere prevalentemente teorico, consisteranno nello sviluppo approfondito di applicazioni.

BIBLIOGRAFIA

Appunti delle lezioni del docente.
W.H. Louisell, "*Quantum Statistical Properties of Radiation*" Wiley, New York, 1973.
M. Sragent, M.O. Scully, W.E. Lamb jr., "*Laser Physics*", Addison-Wesley, Reading, 1973.

ESAME

L'esame consisterà nella redazione di una tesina scritta riguardante l'analisi di un lavoro scientifico relativo agli argomenti svolti nel corso ed in una esposizione orale dello stesso lavoro.

L2000 FISICA DELLO STATO SOLIDO

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.): lezione: 8
Crediti: 9
Docente: **Alberto TAGLIAFERRO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

La prima parte del corso (Fondamenti) é rivolta ad una più vasta platea di studenti, in quanto sviluppa i concetti ed i modelli fondamentali per la comprensione delle proprietà termiche ed elettriche dei solidi cristallini. Si pone particolare attenzione nel mettere in risalto i limiti di validità di e le approssimazioni insite in ogni modello.
La seconda parte (Complementi) é più specificatamente rivolta a studenti desiderosi di approfondire la comprensione delle proprietà reali dei solidi cristallini e non (conducibilità termica, superconduttività, drogaggio ...) ed i cui interessi spaziano nel campo della fisica dei materiali.

REQUISITI

Conoscenza dei principi di base della meccanica quantistica.

I MODULO: FISICA DELLO STATO SOLIDO A
Crediti: 5

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 - Proprietà ottiche dei metalli
Solidi 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 - Classificazione dei solidi e simmetrie reticolari - Energia di coesione
Modello di Bloch Potenziale periodico - Teorema di Bloch - Elettroni liberi ed elettroni "di Bloch": analogie e differenze - Superficie di Fermi - Struttura a bande - Effetti del potenziale periodico: gap di energia - Densità di stati - Teorema della massa efficace - Lacune
Metodi di calcolo della struttura a bande: Teoria delle perturbazioni - Metodo variazionale - Tight binding - Equazione secolare del T.B., overlap - Metodo OPW - Pseudopotenziale - Effetto repulsivo dello pseudopotenziale
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 - "Momento del cristallo" e sua conservazione
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

II MODULO: FISICA DELLO STATO SOLIDO B
Crediti: 4

Moto semiclassico in campi e.m. Ipotesi - Equazioni del moto - Corrente di elettroni e di lacune - Il tensore massa efficace - Sorgenti e processi di scattering - Probabilità di scattering e tempo medio fra le collisioni - Equazione di Boltzmann - Approssimazione del tempo di rilassamento - Calcolo della distribuzione di equilibrio

Proprietà dei materiali Conducibilità elettrica in DC ed AC - Conducibilità termica (relazioni di Onsager, legge di Wiedemann-Franz) - Potere Termoelettrico - Effetti Peltier e Thomson
Interazione elettrone-elettrone Interazione Coulombiana e modello di Hartree - Interazione di Pauli e modello di Hartree-Fock: determinante di Slater ed interazione di scambio - Schermaggio: modelli di Fermi e di Lindhard - Quasiparticelle
Anarmonicità ed effetti di interazione fonone-fonone Proprietà non osservate del cristallo "armonico" - Processi di urto fra fononi - Processi "umklapp" e conducibilità termica - Resistività a bassa T nei metalli: legge T^5 di Bloch.
Interazione elettrone-fonone Autovalori dell'hamiltoniana - Schermaggio ionico dell'interazione elettrone-elettrone - Interazione attrattiva elettrone-elettrone, mediata dai fononi
Materiali amorfi Semiconduttori amorfi - Materiali amori bifasici
Tecniche sperimentali 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)

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercizi attinenti ai vari argomenti saranno svolti durante le ore di lezione.
Per gli studenti della seconda parte (Complementi) saranno organizzate visite a laboratori di ricerca attivi sia presso il Dip. di Fisica che presso altri centri di ricerca in città. Inoltre, su richiesta, essi potranno svolgere attività di laboratorio presso il Dip. di Fisica.

BIBLIOGRAFIA

Ashcroft & Mermin, "Solid State Physics", Saunders College Ed.
Testi ausiliari
Ibach & Luth, "Solid State Physics", Springer & Verlag
Kittel, "Introduzione alla Fisica dello Stato Solido", Boringhieri
Myers, "Introductory Solid State Physics", Taylor & Francis

ESAME

Per la parte "Fondamenti", l'esame consiste in un colloquio avente quale oggetto gli argomenti del corso.
Per la parte "Complementi", l'esame consiste in una lezione di 25-30 minuti che il candidato dovrà tenere su un argomento, scelto fra quelli del programma o attinente ad esso, preventivamente concordato con il docente.

L2030 FISICA MATEMATICA

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore) lezione: 4 esercitazione: 2 laboratorio: 2 (LAIB)
Crediti: 9
Docente: **N. BELLOMO**

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

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

I MODULO: MODELLI MATEMATICI I
Crediti: 3

Metodi di modellizzazione - Classificazione modelli - Problemi di validazione dei modelli - Modelli discreti e modelli elemtari di sistemi continui.

II MODULO : MODELLI MATEMATICI II
Crediti:3

Modelli idrodinamici - Modelli sistemi elettromagnetici - Modelli superconduttori - Modelli semiconduttori - Modelli cinetici – Modelli per sistemi biologici - Modelli materiali complessi – Modelli sistemi sociali – Modelli in scienze economiche.
I

II MODULO: LABORATORIO DI FISICA MATEMATICA
Crediti: 3

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.
Metodi di decomposizione dei domini - Soluzione di problemi inversi.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le lezioni si rivolgono all'illustrazione dei contenuti descritti al punto precedente. 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.

BIBLIOGRAFIA

N. Bellomo e L. Preziosi, Modelling, Mathematical Methods and Scientific Computation, CRC Press, Boca Raton, (1994).

N. Bellomo, Appunti delle lezioni in fotocopia con allegati files programmi scientifici.

F2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

Anno: 1 Periodo: annuale
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 2
Crediti: 9
Docenti: **Adriano VALENZANO** (I corso), **Elio PICCOLO** (II corso)
Pietro LAFACE (III corso)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende presentare agli allievi gli elementi fondamentali dell'informatica sia dal punto di vista *hardware* sia da quello *software*. È costituito da due moduli. Nel primo modulo vengono fornite le nozioni introduttive sulla struttura degli elaboratori e sulla rappresentazione dell'informazione al loro interno. Nel secondo modulo particolare rilievo viene attribuito ai principi ed alle tecniche di programmazione utilizzando come riferimento il linguaggio C.

PROGRAMMA

I MODULO: ELEMENTI DI INFORMATICA
Crediti: 4

- 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
- Linguaggio assembler (cenni), linguaggi di alto livello, compilatori, interpreti
- Sistemi operativi, multiprogrammazione, sistemi *real-time*, sistema MS-DOS

II MODULO: TECNICHE E LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE
Crediti: 5

- Algoritmi e diagrammi di flusso
- Tecniche di programmazione
- Strutture informative fondamentali (tabelle, *stack*, *code*, ...)
- Linguaggio C, teoria e sviluppo di programmi
- Algoritmi elementari fondamentali (*sort*, *merge*,...)

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

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

BIBLIOGRAFIA

P. Demichelis, E. Piccolo, *'Introduzione all'Informatica in C'*, McGraw-Hill, Milano.
B. W. Kernigham, D. M. Ritchie, *'The C Programming Language'*, (II edizione) Jackson Libri Italia, Milano.

Testi ausiliari

A. Valenzano, *'Fondamenti di Informatica*: lucidì, CLUT, Torino.

L. Farinetti, E. Piccolo, *'Il manuale del Laboratorio di Informatica*, CLUT, Torino.

G. Cena, L. Durante, E. Piccolo, R. Sisto, A. Valenzano, *"Esercizi di Fondamenti di Informatica"*,UTET, Torino.

C. Chesta, *'Esercizi di programmazione in C'*, CLUT, Torino.

A. Cabodi, S. Quer, M. Sonza Reorda, *'Introduzione alla programmazione in C'*, Hoepli, Milano.

ESAME

I MODULO

L'esame è costituito da una prova scritta che verte su tutti gli argomenti trattati nel modulo.

II MODULO:

L'esame è composto da una prova scritta e una verifica.

La prova scritta consiste nella realizzazione di un programma in C, la verifica nell'accertamento della correttezza della prova scritta, in un eventuale approfondimento orale (a discrezione del docente) e nella registrazione del voto.

Per lo svolgimento della prova scritta valgono le seguenti modalità:

- viene assegnato un problema da risolvere con la realizzazione di un programma in C.
- l'allievo dispone di un tempo prefissato (circa 2 ore) per realizzare il programma sulla carta, in duplice copia.
- la copia originale 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.

  prenotarsi per la sessione di verifica consegnando l'elaborato e la documentazione di cui al punto precedente in Segreteria Studenti dei Dipartimenti Elettrici entro la data fissata dall'apposito avviso;

  presentarsi alla sessione di verifica con il dischetto contenente il programma sorgente corretto e 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, ed eventualmente verrà approfondito l'esame orale. Alla fine verrà comunque registrato l'esito dell'esame.

L2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

VEDI F2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

N2171 FONDAMENTI DI INFORMATICA I

VEDI F2170 FONDAMENTI DI INFORMATICA

N2172 FONDAMENTI DI INFORMATICA II

Anno: 2 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 11
Docente: **Paolo CAMURATI** (collab.: da definire)

I MODULO: ALGORITMI E STRUTTURE DATI
Crediti: 6

PRESENTAZIONE

Le lezioni si propongono di illustrare i concetti fondamentali relativi alle strutture dati e 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.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica I

PROGRAMMA

Introduzione agli algoritmi (1h)
Recursione (2h)
Analisi di Complessità:
- Comportamenti asintotici (2h)
- Equazioni alle ricorrenze (4h)

Algoritmi di ordinamento:
- Limite inferiore di complessità (1h)
- Heap e code a priorità, heapsort (3h)
- Quicksort (2h)
- Algoritmi lineari (2h)

Strutture dati:
- Code, pile, liste, alberi (3h)
- Tabelle di hash (3h)
- Alberi binari di ricerca (3h)
- Alberi RB (3h)
- Interval RB-tree e OS-RB tree (2h)
- B-tree (3h)

Tecniche avanzate di analisi e progetto di algoritmi:
- Programmazione dinamica (3h)
- Algoritmi greedy (2h)

Teoria dei grafi:
- Rappresentazione e visita di grafi (3h)
- Alberi ricoprenti minimi (2h)
- Single-source shortest path (3h)
- All-pairs shortest path (3h)
- Reti di flusso (3h)

Teoria della complessità:
- Classi di complessità (3h)· Algoritmi approssimati (3h)

BIBLIOGRAFIA

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

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta e in 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 due prove sono indipendenti e possono essere sostenute in appelli diversi, purchè, nella stessa sessione. Il superamento della prova di teoria permette di accedere alla prova orale.

II MODULO: PROGRAMMAZIONE AVANZATA IN C

Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Le lezioni tratteranno gli aspetti avanzati della programmazione in linguaggio C, quali le strutture dinamiche e la recursione e le metodologie di programmazione per la soluzione di problemi complessi.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica I

PROGRAMMA

Linguaggio C avanzato:

- modularità (2h)
- recursione (2h)
- puntatori ed allocazione dinamica della memoria (4h)

Strutture dati ed algoritmi in C:

- liste, pile, code, alberi, code a priorità (8h)
- applicazioni della teoria dei grafi (4h)

Risoluzione di problemi complessi (10h)

BIBLIOGRAFIA

B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, "The C programming language," 2nd ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ (USA), 1988

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta di programmazione e in una verifica. 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 due prove sono indipendenti e possono essere sostenute in appelli diversi, purchè, nella stessa sessione. Il superamento della prova di scritta di programmazione permette di accedere alla verifica.

FA240 FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

Anno: 3 Periodo: 2
Crediti: 9
Docenti: **Luigi GARIBALDI** (I corso), **Terenziano RAPARELLI** (II corso)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si sviluppa su due moduli. Sono forniti gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei principali componenti e sistemi meccanici. Le considerazioni teoriche di base sono applicate su sistemi reali largamente impiegati nei settori dell'ingegneria.

I MODULO: TEORIA DEI SISTEMI MECCANICI
Crediti: 4

REQUISITI

Conoscenze di base della fisica e dell'analisi matematica

PROGRAMMA

Cinematica piana di corpi rigidi - Accoppiamenti di corpi rigidi - Cinematica dei moti relativi - Diagramma del corpo libero - Reazioni vincolari - Applicazioni delle equazioni cardinali della dinamica a sistemi meccanici - Applicazioni del principio di conservazione dell'energia ai sistemi meccanici - Principi di dinamica dei rotori - Studio di sistemi meccanici vibranti - Strumenti di misura delle vibrazioni - Tecniche di riduzione delle vibrazioni

II MODULO: MECCANICA APPLICATA
Crediti: 5

REQUISITI

Modulo di Teoria dei sistemi meccanici e conoscenze di base della fisica e dell'analisi matematica.

PROGRAMMA

Elementi di tribologia - Componenti meccanici ad attrito: freni, frizioni - Sistemi di trasmissione del moto: giunti, ruote di frizione, ruote dentate, rotismi, sistema vite-madrevite, trasmissioni con flessibili - Transitori nei sistemi meccanici - Sistemi meccanici a regime periodico - Volani - Supporti volventi - Elementi di teoria della lubrificazione e supporti lubrificati

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Scopo delle esercitazioni è fornire allo studente le metodologie per la risoluzione di tipici problemi riguardanti l'analisi cinematica e dinamica di componenti e sistemi meccanici. Durante le esercitazioni lo studente dovrà risolvere, sotto la guida del personale docente, esercizi riguardanti tutti gli argomenti del corso.

BIBLIOGRAFIA

Testo necessario
- C.Ferraresi, T.Raparelli, "Meccanica Applicata", Ed. Clut, Torino, 1997.

Testi di approfondimento
- J.M.Meriam , L.G.Kraige, "Engineering mechanics", Vol.1-2, SI Version, Wiley, New York, 1993.

- G.Belforte, "Meccanica applicata alle macchine", Ed. Giorgio, Torino.
- G.Jacazio, B.Piombo " Esercizi di meccanica applicata alle macchine ", Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

ESAME

L'esame si svolge in forma scritta sull'intero programma del corso (lezioni ed esercitazioni).
Per sostenere l'esame è obbligatoria l'iscrizione, presso la Segreteria Didattica dell'Area Sud (lato C.so Einaudi) entro i termini indicati (di norma due giorni prima dell'appello).
L'esame prevede la risoluzione di un certo numero di problemi, di solito quattro, svolta su fogli vidimati e distribuiti al momento stesso dell'esame. La durata della prova è di norma di quattro ore. Al termine della prova verrà eseguito lo svolgimento alla lavagna dei temi d'esame, dopodiché sarà ancora possibile ritirarsi ed evitare la valutazione della prova.
è previsto, per gli studenti che seguono le lezioni, un accertamento intermedio sulla prima parte del corso (1° modulo) ed un accertamento finale (2° modulo).

LA240 FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

VEDI FA240 FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

NA240 FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

VEDI FA240 FONDAMENTI DI MECCANICA TEORICA E APPLICATA

F2300 GEOMETRIA

Anno: 1 Periodo: 2
Crediti: 11
Docenti: **Nadia CHIARLI** (I corso), **Silvio GRECO** (II corso), **da nominare** (III corso)

I MODULO
Crediti: 6

REQUISITI
Corso di Analisi I

PROGRAMMA
- Richiami su vettori nel piano, Numeri complessi, Equazioni algebriche. Scomposizione dei polinomi
- Spazi vettoriali e sottospazi . Operazioni sui sottospazi. Combinazioni lineari. Insiemi liberi. Basi. Scarti successivi e completamento di un insieme libero ad una base. Dimensione. Dimensione dei sottospazi . Dimensione e base di una somma diretta
- Matrici. Rango. Riduzione delle matrici con applicazione ai sottospazi . Prodotto tra matrici. Matrici invertibili.
- Sistemi lineari e loro risoluzione col metodo di riduzione. Teorema di Rouché-Capelli. Sistemi lineari omogenei. Sistemi lineari ad incognite vettoriali. Calcolo dell'inversa di una matrice. Determinanti. Matrici degeneri
- Generalità' su curve e superficie. Curve piane. Cilindri. Coni. Proiezioni
- Vettori applicati e liberi nel piano e nello spazio.
- La retta nel piano. Intersezioni, angoli, fasci, distanze. Piano a coordinate complesse. Circonferenza nel piano. Retta tangente. Fasci di circonferenze nel piano
- Rette e piani nello spazio. Intersezioni, angoli, distanze. Fasci di piani. Sfere. Circonferenze nello spazio. Fasci di sfere.

II MODULO
Crediti: 5

REQUISITI
Prerequisiti: Primo modulo di Geometria, corso di Analisi I

PROGRAMMA
- Applicazioni lineari. Nucleo e immagine. Isomorfismi. Applicazioni lineari assegnate su una base. Estensione delle applicazioni lineari. Applicazione lineare associata a una matrice. Matrice associata ad una applicazione lineare. Studio dell'immagine, delle controimmagini e del nucleo mediante le matrici associate
- Autovalori e autovettori: definizioni ed esempi. Polinomio caratteristico. Cambio base. Invarianza del p.c. Endomorfismi semplici e loro caratterizzazioni mediante gli autospazi. Diagonalizzazione delle matrici.
- Spazi vettoriali reali con prodotto scalare. Ortogonalità e basi ortonormali. Ortonormalizzazione di Grahm-Schmidt. Matrici ortogonali. Endomorfismi autoaggiunti. Il teorema fondamentale sugli endomorfismi autoaggiunti. Diagonalizzazione delle matrici simmetriche reali.

- Forme quadratiche e loro segno. Matrice simmetrica associata. Riduzione a forma canonica e relazioni con gli autovalori. Teorema di Sylvester
- Cambiamenti di riferimento nel piano e matrici ortogonali. Riduzione delle coniche a forma canonica. Coniche degeneri. Classificazione delle coniche
- Cenni sulle quadriche.

BIBLIOGRAFIA

Per le lezioni

S.Greco, P.Valabrega " Lezioni di algebra lineare e geometria" 2 voll. Editrice Levrotto & Bella, edizione 1999

Per gli esercizi si possono consultare:

G.Cervelli, A.Di Lello " Geometria:esercizi svolti".Clut

N. Catellani - N.Chiarli "Prepararsi all'esame di Geometria" Esculapio

N.Chiarli, S.Greco, P.Valabrega "100 esercizi di Algebra lineare" "100 esercizi di Geometria Analitica piana" "100 esercizi di Geometria Analitica dello spazio". Editrice Levrotto & Bella

G.Tedeschi "Test di geometria risolti".Esculapio

ESAME

- L'esame consiste in una prova scritta costituita da quiz a risposta multipla e/o domande (anche teoriche) ed esercizi.
- Non si possono usare né libri, né appunti, né calcolatrici .
- è obbligatoria le prenotazione mediante consegna dello statino, con le modalità che saranno tempestivamente comunicate, ed è obbligatorio presentarsi alla prova muniti di documento di riconoscimento.
- All'inizio della prova scritta si procede alla verbalizzazione.
- è prevista una prova orale facoltativa, di carattere prettamente teorico (enunciati, definizioni, dimostrazioni), per gli studenti che abbiano conseguito nelle prova scritta una votazione di almeno 27/30.
- Sono possibili accertamenti intermedi, validi per l'esame finale, con modalità che saranno comunicate all'inizio del primo modulo.

L2300 GEOMETRIA

VEDI F2300 GEOMETRIA

N2300 GEOMETRIA

VEDI F2300 GEOMETRIA

N2850 INFORMATICA GRAFICA

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 9
Docente: **Aldo LAURENTINI**

I MODULO: SINTESI DELL'IMMAGINE

Crediti: 5

Il corso presenta i principi, i metodi, gli strumenti per la sintesi delle immagini. In maggior dettaglio vengono presentati: le caratteristiche del sistema percettivo visivo umano; i dispositivi *hardware* per la grafica; le tecniche per la creazione di immagini 2D e 3D; le trasformazioni geometriche e la modellazione solida e superficiale; le tecniche per la creazione di immagini realistiche, animazioni ed ambienti virtuali; gli ambienti *software* per la sintesi di immagini

REQUISITI

Il corso presuppone conoscenze di base di matematica, fisica, geometria ed informatica.

PROGRAMMA

La visione[4 ore]
- sensibilità spaziale e temporale; la visione binoculare
- immagini acromatiche
- il colore, la sua percezione, i modelli

Proiezioni piane: classificazione e proprietà. 'Trasformazioni 2D e 3d; coordinate omogenee. La scan conversion.[6 ore]

Gli ambienti di sviluppo grafico.[6 ore]
- PHIGS
- OPEN GL

Il realismo delle immagini.[10 ore]
- modelli di illuminazione: *Shading* di Phong e di Gouraud.
- ray tracing, radiosity
- trattamento di linee e superfici nascoste, ombre.
- *textures*
- frattali, sistemi di particelle ed altre tecniche avanzate
- animazioni

*L'***hardware** *per la grafica.[4 ore]*
- le architetture
- le periferiche per l'input grafico
- la creazione di immagini 2D e 3D
- i dispositivi per la realtà virtuale

Rappresentazione di solidi, curve e superfici.[20 ore]
- CSG, B-rep, *octrees*
- punti, vettori, trasformazioni affini
- rappresentazione parametrica di curve 2D e 3D, elementi di geometria differenziale
- costruzione di curve a partire da punti: metodi classici(Lagrange, etc.), *splines* e curve di Hermite, curve di Bezier, algoritmo di de Casteljou, basi di Bernstain, B-*splines*, NURBS: costruzione, caratteristiche, vantaggi
- rappresentazioni di superfici

- elementi di geometria differenziale di superfici: curvature,
- curvatura media e di Gauss, teorema di Eulero
- superfici rigate e sviluppabili
- quadriche, superfici di *sweep* e di rivoluzione
- interpolazione bilineare
- il prodotto tensoriale
- superfici di Bezier, B-spines, NURBS
- costruzione di superfici a partire da linee

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate alla illustrazione degli strumenti software sintesi dell'immagine usati nelle esercitazioni di laboratorio, ed alla preparazione e discussione degli argomenti di queste esercitazioni.

Laboratorio

Le esercitazioni vertono sullo sviluppo di applicazioni grafiche di sintesi di immasgini.

BIBLIOGRAFIA

Sono disponibili presso la segreteria studenti degli istituti elettrici gli appunti delle lezioni.

Testi ausiliari

J.D.Foley, A. van Dam, et al.,"Computer Graphics,Principles and Practice",
Second Edition, Addison-Wesley, 1990
Altri testi, specifici dei principali argomenti, sono indicati negli appunti delle lezioni.

ESAME

L'esame consta di due parti: una prova orale (obbligatoria) e la presentazione di una tesina(opzionale). La prova orale verte su tutto il programma svolto a lezione. La tesina concerne un'applicazione grafica diversa per ogni studente, da sviluppare nel corso delle esercitazioni di laboratorio.

II MODULO: ANALISI DELL'IMMAGINE

Crediti: 4

Il corso presenta la teoria e le tecniche di elaborazione di immagini. In particolare si discutono le tecniche di acquisizione, rappresentazione, analisi *low-level*, filtraggio, segmentazione, comprensione dell'immagine.

REQUISITI

Il corso presuppone conoscenze di base di matematica, fisica, geometria ed informatica. È inoltre prerequisito necessario il Modulo 1 di Informatica Grafica

PROGRAMMA

Introduzione: formazione e rappresentazione dell'immagine; image enhancement and restoration; analisi dell'immagine.(2 ore)

Sistemi bidimensionali (8 ore):

- point spread function
- sistemi lineari e shift-invariant
- convoluzioni e trasformate di Fourier 2D
- segnali random 2D discreti
- densita spettrale di potenza e covarianza 2D

Campionamento e quantizzazione 2D (4 ore)

Trasformate discrete dell'immagine(Fourier, Seno,Coseno, Haar, KLT..) (8 ore):

- trasformate unitarie, ortogonali e separabili
- immagini base
- calcolo efficiente (FFT…)

Tecniche di image enhancement (2 ore).

Filtraggi: filtro inverso, filtro di Wiener (4 ore)

Analisi dell'immagine (12 ore):

- analisi *low-level* (gradiente, *edge detection*, trasf. di Hugh,...)
- operatori morfologici, segmentazione
- descrizione della forma (*chain codes,Fourier descriptors, moments..)* e delle textures
- Tecniche di comprensione del contenuto di immagini e sequenze di immagini(cenni)
- Tomografia

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono dedicate alla illustrazione degli strumenti software di analisi dell'immagine usati nelle esercitazioni di laboratorio, ed alla preparazione e discussione degli argomenti di queste esercitazioni.

Laboratorio

Le esercitazioni vertono sullo sviluppo di applicazioni grafiche di analisi di immagini.

BIBLIOGRAFIA

Testi ausiliari

A.K.Jain,"Fundamentals of digital image processing," Prentice Hall, 1986
J.S. Lim,"Two-dimensional signal and image processing", Prentice-Hall, 1990

ESAME

L'esame consta di due parti: una prova orale(obbligatoria) e la presentazione di una tesina di programmazione grafica(opzionale). La prova orale verte su tutto il programma svolto a lezione. La tesina concerne un'applicazione grafica diversa per ogni studente, da sviluppare nel corso delle esercitazioni di laboratorio.

N2941 INGEGNERIA DEL SOFTWARE I

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 11
Docente: **Giorgio BRUNO**

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 e di progettazione, 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 vengono illustrati due linguaggi di programmazione ad oggetti, il linguaggio C++ e il linguaggio Java, che servono da base per la presentazione di alcuni esempi relativi all'ingegnerizzazione di sistemi *software* complessi.
Il corso è suddiviso in 2 moduli:

- Ingegneria del software
- Sviluppo del software in C++ e Java

PROGRAMMA

I MODULO: INGEGNERIA DEL SOFTWARE
Crediti: 6

Modelli del ciclo di vita del software:
Waterfall, incrementale, evolutivo-prototipale, operazionale, a spirale. Specifica dei requisiti funzionali e non funzionali (ISO 9000-3) e standard di documentazione

Modelli funzionali:
Decomposizione top-down mediante la tecnica dei dataflow e definizione dei dati e dei processi elementari mediante il data dictionary

Modelli informativi:
- Il formalismo Entity-Relationship e le sue estensioni principali. Viene anche illustrato un linguaggio navigazionale che rende operazionali (ossia eseguibili) tali modelli

Modelli di controllo:
- Macchine a stati (o diagrammi stato-transizione), macchine a stati operazionali, gerarchiche (o statecharts) e concorrenti

Paradigma strutturato:
- - Integrazione dei tre tipi di modelli (funzionali, informativi e di controllo)

Reti di Petri:
Modellazione di sistemi concorrenti, analisi delle proprietà comportamentali, suddivisione in sotto-classi trattabili analiticamente. Reti temporizzate e reti colorate; reti operazionali; simulazione di reti di Petri

Paradigma ad oggetti:
- Principi della programmazione ad oggetti: identità, classificazione, ereditarietà e polimorfismo
- Metodi di analisi e progetto ad oggetti (UML)
- Modellazione operazionale 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

II MODULO: SVILUPPO DEL SOFTWARE IN C++ E JAVA
Crediti: 5

Linguaggio C++:
Ne sono illustrate le caratteristiche principali e, in particolare, i meccanismi di ereditarietà, di gestione della memoria e di overloading degli operatori

Linguaggio Java:
Ne sono illustrate le caratteristiche principali e, in particolare, la gestione della concorrenza e lo sviluppo delle interfacce utente.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni comprendono sia lo svolgimento di esercizi specifici di approfondimento delle parti teoriche sia lo sviluppo di alcuni progetti software.
Le esercitazioni di laboratorio vertono principalmente sull'uso dei linguaggi C++ e Java. Dopo alcune attività propedeutiche gli studenti divisi in gruppi realizzano progetti riguardanti lo sviluppo di ActiveX e di applet Java.

BIBLIOGRAFIA

G. Bruno, *Model-based Software Engineering*, Chapman & Hall, London, 1995
B.Stroustrup, *The C++ Programming Language* - 3rd Edition, Addison-Wesley, 1997

ESAME

L'esame comprende una prova scritta per ciascun modulo.

N3000 INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 9
Docente: **Elio PICCOLO**

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.

REQUISITI

Sistemi operativi

PROGRAMMA

I MODULO: ELEMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE
Crediti: 6

Strategie per la risoluzione di problemi:
- Soluzioni nello spazio degli stati
- Soluzione per decomposizione in sotto-problemi
- Ricerca in ampiezza, profondità e mediante euristica

Logica: monotona, non monotona, fuzzy
- La logica proposizionale
- La logica del primo ordine
- La logica non monotona
- Logiche modali e logica di ordine superiore
- Procedure di decisione
- *Fuzzy logic*

Rappresentazione della conoscenza:
- Le reti semantiche
- Le regole di produzione
- I frame
- Gli approcci ibridi
- Confronti in termini di espressività, potere deduttivo, applicabilità
- Modelli di ragionamento e di apprendimento: incertezza, inferenza bayesiana, belief

Tecniche di pianificazione

Sistemi basati sulla conoscenza:
- I sistemi esperti: problematiche e classificazioni, con particolare riguardo alle applicazioni degli stessi in ambiti tecnico-ingegneristici:
- L'apprendimento automatico; interfaccia utente nell'ambito dei sistemi basata sulla conoscenza

- Modelli sintattici e semantici per la comprensione del linguaggio naturale, traduzione auto matica

II MODULO: RICONOSCIMENTO DI IMMAGINI
Crediti: 3

Riconoscimento di configurazioni **(pattern recognition):**
- preelaborazione ed estrazione delle caratteristiche distintive (*features*)
- funzioni di decisione
- metodi di classificazione
- confronto mediante programmazione dinamica
- approccio statico e sintattico al riconoscimento di configurazioni

Architetture che imitano i sistemi biologici: reti neurali, connessionismo, memoria distr buita sparsa

Riconoscimento e comprensione:
- Il riconoscimento delle immagini
- Il riconoscimento del parlato

Linguaggi non procedurali:
- I linguaggi funzionali con particolare attenzione al LISP
- I linguaggi logici con particolare attenzione al PROLOG

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione, legati a applicazioni tecnico-ingegneristiche: tecniche per la valutazione di regole; tecniche facenti us di sistemi esperti in domini ristretti e shell di sistemi esperti; sistemi di riconoscimento del li guaggio; reti neurali; giochi intelligenti; riconoscitori di immagini o di parlato.

BIBLIOGRAFIA

E. Rich, *"Intelligenza artificiale"*, McGraw Hill, Milano
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

ESAME

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

F3040 ISTITUZIONI DI ECONOMIA

Anno: 5 Periodo: 2
Crediti: 9
Docente: **Antonio ABATE**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Obiettivo del corso, rivolto a studenti di corsi di ingegneria non gestionale, è di fornire una panoramica di base delle caratteristiche e dei problemi dell'economia e della politica economica di un paese avanzato, con un taglio rigoroso nell'impostazione della modellistica ma attento alle problematiche concrete dei sistemi economici. A tal fine ci si concentra sulle tematiche di contabilità nazionale e macroeconomia, mentre le nozioni microeconomiche presentate sono ridotte a quanto indispensabile per un corretta microfondazione dei modelli macroeconomici. La parte facoltativa costituisce il logico complemento del corso, in quanto utilizza gli schemi analitici sviluppati per analizzare le principali problematiche dell'economia italiana, il processo di unificazione economico - monetaria europea e le prospettive della moneta unica.

I MODULO *(OBBLIGATORIO)*
Impegno ore (totali): 73
Crediti: 7

- I grandi problemi e i concetti fondamentali dell'Economia Politica, letti attraverso l'analisi del sistema economico italiano. Crescita del prodotto, inflazione, disoccupazione. ***(6 ore).***
- La contabilità nazionale e finanziaria riferita al sistema economico italiano. Il circuito del reddito. Famiglie, imprese, pubblica amministrazione e resto del mondo. PIL e Reddito nazionale. Il finanziamento dell'economia ***(15 ore).***
- Modelli economici, ritardi e aspettative. Equilibrio generale ed equilibrio parziale di mercato. Mercati competitivi e con informazione imperfetta ***(6 ore).***
- I grandi operatori del sistema economico e gli effetti della loro interazione: la famiglia (consumo e risparmio) nella teoria microeconomica neoclassica e nell'analisi macroeconomica keynesiana. ***(8 ore).***
- I grandi operatori del sistema economico e gli effetti della loro interazione: l'impresa. Decisioni di produzione e strutture di costo. La teoria neoclassica dei costi e della produzione. Mercati concorrenziali e con informazione imperfetta. Teoria neoclassica e keynesiana dell'investimento. ***(8 ore).***
- I grandi operatori del sistema economico e gli effetti della loro interazione: gli intermediari finanziari e il mercato della moneta. Domanda e offerta di moneta. Teoria neoclassica e teoria keynesiana. ***(6 ore).***
- Equilibrio macroeconomico in Economia Chiusa. Mercato delle merci, della moneta, dei titoli e del lavoro. La sintesi neoclassica della macroeconomia keynesiana. I modelli IS - LM e AS - AD. La politica economica: gli obiettivi e la loro compatibilità. Gli strumenti della politica fiscale e della politica monetaria. Combinazione di politiche economiche. Il Monetarismo e la critica del "fine tuning" di derivazione keynesiana. Inflazione e disoccupazione: le politiche strutturali (supply-side) ***(14 ore).***
- Equilibrio macroeconomico in Economia Aperta. Relazioni commerciali e finanziarie con l'estero. La bilancia dei Pagamenti. I cambi e la competitività. Cambi fissi e cambi flessibili. La politica economica in mercato aperto. Il modello Mundell - Fleming. ***(10 ore).***

II MODULO *(FACOLTATIVO)*
Impegno ore (totali): 22
Crediti: 2

- L'economia e la politica economica italiana dal '45 ad oggi. La scansione delle varie fasi dello sviluppo economico del paese nel secondo dopoguerra. Nodi di fondo e problemi attuali *(10 ore).*
- Le tappe della costruzione economica europea. Dal Piano Marshall al trattato di Maastricht. La convergenza italiana verso i parametri dell'Unione Monetaria *(5 ore).*
- La transizione all'Euro, dal 1999 al 2002. La politica monetaria nel mondo dell'Euro. Vantaggi e svantaggi della UEM. I problemi della competitività italiana. *(7 ore).*

BIBLIOGRAFIA

- P. Ravazzi, Il sistema economico, teoria micro e macroeconomica, Roma, La Nuova Italia Scientifica 1993.
- Materiale distribuito dal docente durante il corso (fondamentale).

ESAME

Alla luce del consistente squilibrio tra i due moduli, a vantaggio di quello obbligatorio (squilibrio inevitabile se si considera la natura estremamente introduttiva dei contenuti) non si prevede un accertamento a metà del corso. Gli appelli saranno comuni agli studenti che intendono sostenere la parte che attribuisce soli 7 crediti e a coloro che intendono sostenere entrambi i moduli.

N3070 LINGUAGGI E TRADUTTORI

Anno: 4
Crediti: 9
Periodo: 2

Docente: **Silvano RIVOIRA**, Dipartimento di Automatica e Informatica,
tel. 564.7056, fax 564.7099;
e-mail: rivoira@polito.it; WebPage: http://www.polito.it~rivoira;
orario di ricevimento: lun e mer dalle 15 alle 18

PRESENTAZIONE DEL CORSO

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

Nel primo modulo vengono descritte le proprietà delle più importanti classi di linguaggi formali e delle loro rappresentazioni, quindi viene analizzata 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.

Nel secondo modulo vengono introdotti alcuni strumenti software per la generazione di traduttori e viene sviluppato il progetto di un compilatore per un sottoinsieme del linguaggio C.

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 6

Linguaggi Formali (18 ore):
- Classificazione *(2 ore)*
- Linguaggi regolari *(6 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)*

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

II MODULO
Crediti: 3

- Generazione di analizzatori lessicali mediante LEX (8 ore)
- Generazione di traduttori mediante YACC (8 ore)
- Tabelle dei simboli e Ambienti di esecuzione (8 ore)
- Realizzazione in **laboratorio** 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).

BIBLIOGRAFIA

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

Testo ausiliario:

- G. Bruno : Linguaggi Formali e Compilatori, UTET, 1992.

ESAME

L'accertamento relativo al primo modulo consiste in una prova scritta della durata di un'ora.
Non è ammessa la consultazione di nessun tipo di documento.
L'accertamento relativo al secondo modulo è costituito da una prova scritta e da una verifica.

- La prova scritta consiste nello sviluppo di un programma, ed ha la durata di due ore.è possibile consultare libri ed appunti.
- La prova di verifica consiste nel confronto tra l'elaborato consegnato al termine di una prova scritta ed il corrispondente programma eseguibile sviluppato successivamente dal candidato.

Questa prova può essere sostenuta anche in un appello successivo a quello della prova scritta, purché nell'arco di dodici mesi.

L3130 MACCHINE ELETTRICHE

Anno: 5
Impegno (ore sett.)
Crediti: 9
Periodo: 1
lezione: 8

Docente: **Aldo BOGLIETTI** (Dip. Ing. Elettrica Industriale, tel. 564.7128; orario di ricevimento dalle ore 9.00 alle ore 17.00, salvo impegni didattici)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso vuole fornire allo studente le basi conoscitive sul funzionamento delle principali macchine elettriche. In particolare il contenuto del corso è stato adattato alle principaliesigenze 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 per l'Automazione

REQUISITI

Elettrotecnica

PROGRAMMA

I MODULO: MACCHINE ELETTRICHE IN REGIME STAZIONARIO
Crediti: 5

- Richiami sui sistemi trifase.
- Richiami sui campi magnetici. Soluzione delle reti magnetiche,.
- Problemi legati alle non linearità. Criteri di dimensionamento delle induttanze
- Concetti generali sulle dimensioni delle macchine elettriche. Criteri di similitudine
- 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.
- 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 di appartenenza
- Esercitazione di laboratorio su di un trasformatore trifase.
- Macchina in corrente continua.
  Principi di funzionamento e presenza del collettore a lamelle. Equazioni della macchina e suo circuito equivalente. Modello in regime stazionario. Caratteristiche di coppia dei principali motori in corrente continua. Concetto di azionamento in corrente continua e regolazione della coppia e della velocità. Cenni sulla commutazione della macchina in corrente continua.
- Misure di laboratorio in regime stazionario su un motore in corrente continua
- Principi di conversione statica dell'energia. Determinazione di forze e di coppie nei sistemi elettromeccanici
- Distribuzione di forza magnetomotrice, concetto di avvolgimento e campo magnetico rotante.

- 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. Cenni sul motore asincrono monofase.
- Prove di laboratorio su un motore asincrono trifase
- 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. Cenni sul funzionamento delle macchine sincrone a magneti permanenti. Brushless sinusoidale e trapezio.
- Prova di laboratorio sulla macchina sincrona funzionante da generatore.
- Motori passo passo. Caratteristiche costruttive. Caratteristiche di coppia e metodi di alimentazione e controllo dei motori passo passo.

II MODULO: MACCHINE ELETTRICHE IN REGIME DINAMICO
Crediti: 4

- Modello dinamico del motore in corrente continua
- Prove dinamiche di laboratorio sul motore in corrente continua
- Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore in corrente continua
- Principali trasformazioni delle grandezze elettriche trifasi.
  Trasformazione trifase bifase. Trasformazione di rotazione.
- Modello dinamico del motore asincrono su assi fissi e su assi rotanti.
- Misure dinamiche di laboratorio sul motore asincrono trifase con alimentazione sinusoidale
- Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore asincrono con alimentazione sinusoidale
- Prove di laboratorio su un motore asincrono trifase con alimentazione da inverter PWM e Onda Quadra.
- Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore asincrono con alimentazione da inverter PWM e Onda Quadra.
- Modello dinamico della macchina sincrona.

BIBLIOGRAFIA

A. Fitzgerald, C. Kinglsley, A. Kusko, Electrical Machines Ed. McGraw -Hill. Esiste traduzione del testo in italiano dagli autori G. Molinari ed altri edito da Franco Angeli.
Crepaz Macchine Elettriche edizione CLUT Milano
Per gli argomenti riguardanti il secondo modulo verranno distribuite apposite dispense.

ESAME

Solo orale.

LA690 MECCANICA QUANTISTICA

Anno: 5
Impegno (ore sett.) Periodo: 1
lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 10
Docente: **Carla BUZANO** (Dipartimento di Fisica, tel. 564.7332,
e-mail: buzano@polito.it; orario di ricevimento: mar ore 16.30-18.30)

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, fornendo le basi concettuali e le tecniche necessarie per seguire con profitto corsi successivi di rilevante contenuto fisico. Il corso è anche utile come momento di approfondimento di quegli elementi di meccanica quantistica che sono stati introdotti in forma sintetica in precedenti corsi. 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 e II.

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 5

- Cenni di meccanica analitica (Lagrangiana ed equazioni di Lagrange, Hamiltoniana ed equazioni di Hamilton)
- Breve analisi degli esperimenti che hanno condotto alla formulazione della meccanica quantistica.
- Discussione di esperienze di interferenza e polarizzazione della luce e prime basi della teoria quantistica.
- Principio di sovrapposizione e caratterizzazione degli stati dinamici mediante vettori. Variabili dinamiche e osservabili. Teoria della rappresentazione. Postulati della misura. Relazione di indeterminazione di Heisenberg.
- Impostazione studio sistema quantistico. Relazioni di commutazione fondamentali. Costruzione dello spazio degli stati.
- Dinamica di un sistema quantistico. Operatore di evoluzione temporale. Descrizione di Schroedinger della dinamica. Teorema di Ehrenfest. Stati stazionari. Relazione di indeterminazione tempo-energia.
- Meccanica ondulatoria. Funzione d'onda. Equazione di Schroedinger. Densità di corrente di probabilità.
- Particella libera. Particella in una buca di potenziale infinita. Particella in una scatola.
- Altre descrizioni della dinamica : descrizione di Heisenberg, di interazione.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

- Vari esercizi di approfondimento.

II MODULO
Crediti: 5

- Applicazioni elementari della meccanica quantistica: potenziale costante a tratti. Buca di potenziale finita. Barriera di potenziale. Stati legati, stati di diffusione. Potenziale periodico (bande di energia).
- Oscillatore armonico. Operatore di distruzione, di creazione, operatore numero (bosoni e fermioni). Stati coerenti. Cristallo unidimensionale: vibrazioni reticolari, fononi.
- Momento angolare, definizione, autovalori. Momento angolare orbitale. Rotatore rigido. Particella in un potenziale centrale. Atomo di idrogeno. Somma di momenti angolari.
- Molecola nell'approssimazione di Born-Oppenheimer. Spettro vibrazionale e rotazionale.
- Atomo in campo magnetico. L'esperimento di Stern-Gerlach. Spin dell'elettrone. Teoria di Pauli dello spin. Somma di due spin.
- Particelle identiche: degenerazione di scambio. Postulato di simmetrizzazione (bosoni, fermioni). Stato fondamentale di un sistema di fermioni (di bosoni) non interagenti. L'atomo nell'approssimazione di campo centrale. Stato fondamentale dell'atomo e configurazione elettronica (tavola periodica elementi).
- Teoria della perturbazioni indipendenti dal tempo. Atomo di Elio. Correzioni relativistiche per l'atomo: accoppiamento spin-orbita. Metodo variazionale.
- Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo (probabilità di transizione). Perturbazione armonica.
- Stato puro e stato miscelato. Operatore densità. Entropia statistica. Operatore densità per l'insieme canonico (distribuzione di Gibbs e funzione di partizione). Statistiche di Bose-Einstein, Fermi-Dirac, Maxwell-Boltzmann.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni al computer sui seguenti argomenti:
- Particella libera.
- Stati legati (oscillatore armonico, buca di potenziale).
- Stati di diffusione (potenziale a gradino, buca e barriera di potenziale, effetto tunnel).
- Atomo di idrogeno.

BIBLIOGRAFIA

Liboff: "Introductory Quantun Mechanics" (Addison-Wesley)
Sakurai: "Meccanica Quantistica Moderna" (Zanichelli).
Copie dei lucidi presentati a lezione vengono distribuite agli studenti.

ESAME

Esame orale.

L3560 MICROELETTRONICA

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 2 laboratorio: 2
(ore totali) lezione: 52 esercitazione: 26 laboratorio: 26
Crediti: 10
Docente: **Francesco GREGORETTI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso é diretto alla formazione di ingegneri elettronici e informatici con indirizzo circuitale o informatico hardware ed il programma è organizzato in modo da fornire agli allievi le nozioni fondamentali sulla progettazione di circuiti logici a grande scala di integrazione. Si articola in lezioni ed esercitazioni in aula, in laboratorio CAD e sperimentali.

REQUISITI

Il corso presuppone la buona conoscenza dei contenuti dei corsi di Teoria dei Circuiti Elettronici e di Elettronica.

PROGRAMMA

I MODULO: DISPOSITIVI E CIRCUITI DI BASE
Crediti: 5

- Richiami su Transistori MOS
- Effetti del 2 ordine e parametri parassiti nei transistori MOS
- Invertitori MOS e analisi caratteristiche
- Tecnologie CMOS di tipo bulk, CMOS SOI e BICMOS
- Logiche statiche CMOS
- Logiche Dinamiche CMOS
- Strutture Regolari

II MODULO: MODULI FUNZIONALI COMPLESSI E STRUMENTI CAD
Crediti: 5

Sommatori e moltiplicatori
Buffers di pilotaggio, pads di ingresso/uscita
Strumenti CAD per il placing ed il routing.
Guasti ,strumenti e metodologie per il testing di circuiti integrati;
Metodologie di analisi e di dimensionamento semplificate per il pre-progetto rapido di sistemi complessi;

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

In entrambi i moduli sono previste esercitazioni in aula ed in laboratorio CAD.
Queste ultime per il primo modulo consisteranno nell'apprendimento e nell'uso di strumenti CAD commerciali per la simulazione ed il layout di circuiti integrati.
Per il secondo modulo consisteranno nell'uso degli strumenti stessi per lo svolgimento di un progetto di un semplice circuito integrato. Le esercitazioni di laboratorio si svolgeranno a gruppi ed é richiesto il mantenimento per ogni gruppo di un quaderno di laboratorio la cui valutazione influirà sul voto finale di ogni modulo.

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta ed in una prova orale che può venire sostituita dallo svolgimento di una tesina.
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 ed Elettronica. La mancata conoscenza di concetti fondamentali dei corsi precedenti provoca l'immediata riprovazione.

BIBLIOGRAFIA

N.Weste, Esraghian, Principles of CMOS VLSI Design: a system perspective, Addison-Wesley
J. Rabaey Digital Integrated Circuits, Prentice Hall

L3570 MICROONDE

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione/esercitazione: 8 laboratorio: 3 volte nel semestre
Crediti: 10
Docente: **Gian Paolo BAVA** (Dipartimento 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 in guide metalliche e dielettriche ed in strutture adatte a circuiti integrati; cenni sistemistici). Rientrano nel programma tematiche di rilievo per l' attuale evoluzione delle microonde in connessione con i sistemi ottici, per applicazioni satellitari e per collegamenti con mezzi mobili (tubi per microonde, interazioni tra microonde ed optoelettronica, filtri compatti).

REQUISITI

Conoscenze relative alle materie di base, in particolare ai Corsi di Campi Elettromagnetici.

PROGRAMMA

Non è prevista una netta distinzione tra lezioni ed esercitazioni di calcolo; per gli argomenti significativi, al momento opportuno, verrà dedicato spazio agli esercizi.

I MODULO:
Crediti: 5

- Esempi di sistemi a microonde ed analisi dei loro elementi costitutivi fondamentali. Guide d' onda e loro caratteristiche (richiami e generalizzazione) con esempi di applicazione; eccitazione ed accoppiamento dei modi; progetto di circuiti in microstriscia. Onde elastiche a microonde.
- Rappresentazione dei circuiti mediante parametri scattering (richiami e generalizzazione); connessione di strutture e conseguenze: riflessioni multiple, fenomeni di risonanza, elementi attivi e potenziale instabilità. Analisi di significativi circuiti con due, tre e quattro porte; esempi vari di applicazione.
- Guide non uniformi ed accoppiamento dei modi: interessi ed applicazioni. Condizione di sincronismo e conseguenze: esempi vari. Interazioni elasto- ed elettro-ottiche e loro impieghi. Strutture periodiche: loro caratteristiche ed usi.
- Onde di carica spaziale su fasci di elettroni nel vuoto ed applicazione allo studio dei tubi per microonde (klystron, tubi ad onde progressive, magnetron); evoluzione dei tubi.
- Laboratorio: esame di componenti passivi a microonde.

II MODULO:
Crediti: 5

- Risonatori a microonde: parametri caratteristici ed esempi (cavità metalliche, circuiti vari in microstriscia, risonatori dielettrici ed aperti). Eccitazione dei risonatori; risonatori accoppiati e circuiti equivalenti. Applicazioni dei risonatori. Campi quantizzati e fenomeni di rumore. Rumore nei ricevitori a microonde.
- Filtri distribuiti e loro interessi nei sistemi a microonde. Filtri derivati da modelli concentrati (trasformazione di Richards) e caratteristiche d' impiego. Filtri ottenuti da modelli distri-

buiti (linee in cascata); caratteristiche e realizzazioni in microstriscia ed in guida metallica. Filtri a banda stretta, ottenuti per sintesi diretta da prototipi passa-basso; caratteristiche peculiari di interesse in sistemi avanzati.
- Conversione di frequenza con dispositivi reattivi (fenomeni parametrici); relazioni di Manley-Rowe. Applicazioni agli up-converter ed agli amplificatori parametrici a resistenza negativa.
- Laboratorio: rilievo delle caratteristiche di risonatori a microonde.

BIBLIOGRAFIA

è disponibile una versione completa di appunti sulle lezioni; una copia verrà messa a disposizione all' inizio del Corso.

ESAME

a) - svolgimento di due prove scritte (relative alle due parti del Corso) durante il periodo didattico; le prove si intendono superate se in ognuna il voto conseguito non è inferiore a 15/30 e se la media delle due non è inferiore a 18/30; il risultato delle prove scritte è valido solo per il superamento dell' esame nella sessione di febbraio;

- se le prove scritte sono state superate, ma il voto finale non è ritenuto accettabile: breve prova orale durante i primi tre appelli immediatamente successivi alla fine del Corso; il risultato finale dipende sia dagli esiti degli scritti sia dall' orale.

b) - esame tradizionale consistente in una prova scritta, seguita da orale.

L3620 MISURE AD IPERFREQUENZE

Anno: 5 Periodo: 2
Crediti: 9
Docente: *da nominare*

I MODULO: FONDAMENTI DELLE MISURE A MICROONDE

Periodo: 1 emisemestre
Impegno (ore totali) lezione: 28
Crediti : 4

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Acquisire la conoscenza delle tecniche di misura dedicate alla caratterizzazione di componenti e dispositivi a microonde

REQUISITI

Moduli di Base di Misure, Elettronica Applicata, Microonde, Campi elettromagnetici

PROGRAMMA

Generatori a microonde
Misura di potenza con le tecniche di tipo bolometrico e a termocoppia nonché la loro applicazione nei moderni 'power meters' automatici.
Sistemi di misura di tipo scalare: Analizzatori di reti scalari.
Misura della matrice di diffusione di bipoli e doppi bipoli: metodo riflettometrico con l'analizzatore di reti vettoriale.
Analisi degli errori nei sistemi di misura a microonde

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI (16 ore)

Componenti tipici delle microonde (cavi, connettori, accoppiatori, circolatori, filtri yig, ecc.)
Generatori di segnale: uso di *sweep* e loro sincronizzazione con oscillatori a quarzo
Misure scalari su componenti con 'power meter' ed accoppiatori direzionali
Misure con analizzatori di reti di componenti in coassiale , microstriscia e su 'wafer'

II MODULO: TECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE DI COMPONENTI A MICROONDE

Periodo: 2 emisemestre
Impegno (ore totali) lezione: 28
Crediti: 5

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Fornire le metodologie e le conoscenze sulla strumentazione avanzata per la misurazione ad alte frequenze

REQUISITI

Fondamenti delle misure a microonde

PROGRAMMA

Misure di attenuazione: Attenuatori *standard* a iperfrequenze. Metodi di sostituzione R.F., I.F.
Analizzatore di Spettro a Microonde.

Tecniche di taratura per gli analizzatori di reti
Tecniche di riflettometria nel dominio del tempo: uso dell'analizzatore di reti vettoriale per la riflettometria "sintetica"
Riflettometro a 6 porte.
Misure di rumore di doppi bipoli passivi; parametri di rumore di dispositivi attivi e loro misura.
Misure su amplificatori: misure di compressione e di *"intercept-point"*
Progettazione software di sistemi di misura automatizzati e programmabili a microonde

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI *(20 ore)*
Analizzatore di reti HP 8720 e 8510. Familiarizzazione con le tecniche di taratura
Implementazione della tecnica SOLT su HP8410
Misure su transistori: matrice *scattering* e estrazione dei parametri del modello lineare
Misure in non linearità di *"load pull"*

L3670 MISURE ELETTRONICHE

Anno: 4 Periodo: 1,2
Impegno (ore totali) lezione: 60 esercitazione: 14 laboratorio: 14
Crediti: 10
Docenti: **Umberto PISANI, Andrea DE MARCHI** (Dipartimento di Elettronica)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso (composto da due moduli) è erogato sia nel primo sia nel secondo periodo didattico, così che lo studente possa scegliere quando inserirlo nel piano di studi.
Il corso ha lo scopo di:

- fornire le nozioni di base della moderna scienza delle misure e che riguardano il trattamento delle incertezze ed errori di misura,
- imparare a conoscere la strumentazione elettronica di base e le problematiche connesse al suo utilizzo,
- illustrare i principali metodi e strumenti di misura di grandezze elettriche o grandezze fisiche ad esse associate.

I MODULO: STRUMENTAZIONE ELETTRONICA DI BASE

Periodo: 1 emisemestre
Impegno (ore totali) lezione: 36 esercitazione: 6 laboratorio: 16
Crediti: 6

REQUISITI

Teoria dei circuiti elettronici

PROGRAMMA

Il processo di misurazione e la misura.
Misurazioni dirette ed indirette,errori e incertezze, stima delle incertezze.
Propagazione delle incertezze; valutazione delle incertezze di classe A e di classe B.
Sistema SI e organizzazione metrologica internazionale
La strumentazione di base:
L'oscilloscopio a raggi catodici analogico: principio di funzionamento e suo utilizzo come misuratore di forme d'onda nel dominio del tempo.
Gli strumenti ed i metodi per la misura in c.c. di correnti, tensioni, e resistenze: lo strumento a bobina mobile e magnete permanente, l'amperometro ed il voltmetro analogici, il tester.
Gli strumenti ed i metodi per la misura in c.a. di tensioni e correnti: strumenti a valore medio, a valore di cresta e a valore efficace.
I generatori di segnali, i generatori di forme d'onda
I voltmetri numerici: voltmetro ad approssimazioni successive, parallelo, ad integrazione.
Gli amperometri numerici.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni in aula
Durante lo svolgimento del corso verranno svolti in aula esercizi sugli argomenti trattati a lezione e su esempi di temi di esame.
Laboratorio (16 ore)
Comportamento in un laboratorio sperimentale e introduzione ai problemi relativi alla sicurezza.

Illustrazione ed esecuzione di una esercitazione sull'uso dell'oscilloscopio analogico
Illustrazione ed esecuzione di una esercitazione sull'uso di strumenti in c.c.
Illustrazione ed esecuzione di una esercitazione sull'uso di strumenti in c.a.

BIBLIOGRAFIA

M.Savino: "Fondamenti di scienza delle misure", La nuova Italia Scientifica Roma, 1992.
S. Leschiutta: "Misure Elettroniche", Pitagora, Bologna 1996.
E.Rubiola: "Laboratorio di Misure Elettroniche", CLUT, Torino, 1993.
G.Zingales: Misure Elettriche.Metodi e strumenti, UTET, Torino 1992. Torino,1984.

ESAME

L'esame consiste in una prova pratica di utilizzo della strumentazione di base seguita da un colloquio.

II MODULO: STRUMENTI E METODI PER LE MISURE ELETTRONICHE

Periodo: 2 emisemestre
Impegno (ore totali) lezione: 30 esercitazione: 6 laboratorio: 16
Crediti: 4

REQUISITI

Strumentazione elettronica di base

PROGRAMMA

Misure di impedenza con metodi a ponte in DC, BF e RF, metodi volt-amperometrici., metodi a risonanza (Q-metro).
Strumenti e metodi per la misura di frequenza, differenza di fase e di intervalli di tempo: il frequenzimetro a contatore misura di fase e di intervalli di tempo con tecniche di conteggio.
Misure di potenza in regime sinusoidale: metodi in BF e in AF.
Generatori sintetizzati.
Campioni di riferimento.
Analizzatore di spettro analogico.
Oscilloscopio numerico (digitale), cenni all'analizzatore di spettro numerico.
Generalità su interfaccia IEEE488, prestazioni e configurazioni di un sistema di acquisizione dei dati.
Strumentazione su scheda PC, cenni al software di gestione.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni in aula

Durante lo svolgimento del corso verranno svolti in aula esercizi sugli argomenti trattati a lezione e su esempi di temi di esame.

Laboratorio (16 ore)

Misure di resistenza di uscita di un alimentatore stabilizzato
Misure di frequenza e intervalli di tempo, confronto di frequenze
Valutazione degli effetti sistematici su voltmetri numerici
Analisi di un sistema di misura programmabile

BIBLIOGRAFIA

C.Offelli, D.Petri: "Lezioni di strumentazione elettronica", Citta` Studi Edizioni, Milano,1994.

E. Rubiola, A. De Marchi, S. Leschiutta: "Esercizi di Misure Elettriche ed Elettroniche", CLUT, Torino, 1995.
E.Arri, S.Sartori: "La misura delle grandezze fisiche - argomenti di metrologia", Paravia,

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta seguita da un colloquio.

F3700 MISURE SU SISTEMI DI TRASMISSIONE E TELEMISURE

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6
Crediti: 10
Docente: **Sigfrido LESCHIUTTA**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso, di tipo obbligatorio, è destinato agli allievi in Ingegneria delle Telecomunicazioni, che non hanno precedentemente seguito nessun altro corso di carattere Misuristico.Pertanto si dovrà dedicare una parte del corso a una impostazione metrologica, prima di passare ad una descrizione degli strumenti elettronici in generale e delle situazioni di misura tipiche delle Telecomunicazioni.

PROGRAMMA

Il corso è diviso in quattro parti.
Nella prima, la impostazione metrologica viene sviluppata con una descrizione generale di un processo di misura e nozioni sul trattamento e sulla propagazione degli errori.Ovviamente in questaparte verranno fornite notizie sul Sistema SI e sulla organizzazione metrologica nazionale e internazionale.
Nella seconda parte verranno introdotti gli strumenti fondamentali di stimale (generatori, oscillatori, sintetizzatori) e quelli di analisi, come oscilloscopi, voltmetri in continua e in alternata, analogici e numerali.Questa seconda parte è accompagnata da alcune esercitazioni sperimentali in laboratorio.
La terza parte è riservata alla illustrazione di alcuni apparati per la determinazione sperimentale del valore di alcune grandezze (potenza, impedenza, ecc.).
La quarta parte è dedicata alle misure caratteristiche delle telecomunicazioni, sia analogiche, sia numeriche. Gli argomenti considerati sono misure di indice di modulazione, uso di rumori analogici e numerici nelle telecomunicazioni, misure di campo e cenni di compatibilità elettromagnetica.

BIBLIOGRAFIA

E. Rubiola, A. De Marchi, S. Leschiutta: "Esercizi di Misure Elettriche ed Elettroniche", CLUT, Torino, 1996.
S. Leschiutta: "Misure Elettroniche", Pitagora, Bologna 1996.
E. Rubiola: "Laboratorio di Misure Elettroniche", CLUT, Torino, 1993.
R.A. Witte: "Spectrum and Network Measurements", Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1991.
R.A. Witte: "Electronic Test Instruments", HP-Prentice Hall, N.J., 1993.
C.A. Vergers: "Electrical Noise Measurement and Technology", TAB Books, USA, 1987.
A. De Marchi, L. Lo Presti: "Incertezze di misura", CLUT, Torino, 1993.

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta di durata inferiore alle tre ore, nella quale verranno proposti alcuni esercizi, uno dei quali avrà attinenza con una delle esercitazioni. Seguirà un colloquio della durata di circa mezz'ora, che verterà sulla prova scritta e su argomenti coperti dal corso.

L3700 MISURE SU SISTEMI DI TRASMISSIONE E TELEMISURE

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6
Crediti: 9
Docente: **Enrico RUBIOLA**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso, di tipo facoltativo, è destinato agli allievi in Ingegneria Elettronica che hanno già seguito un insegnamento obbligatorio di Misure Elettroniche. Nel corso pertanto si considereranno misure particolari, dando un particolare rilievo al ruolo delle Misure di Tempo e di Frequenza in Scienza e Tecnologia. nell'ambito del corso verrà dato spazio per approfondire alcuni argomenti svolgendo tesine, anche sperimentali.

PROGRAMMA

Sistemi di navigazione e satelliti, GPS. Scale di tempo. Sincronizzazione di orologi e oscillatori, con metodi ad una e due vie, "common view" ecc., con particolare riferimento alle telecomunicazioni e alla navigazione. Purezza spettrale, rumore di fase e stabilità degli oscillatori. Misure di rumore "vicino" alla portante sia nel dominio della frequenza sia nel dominio del tempo (varianza di Allan). Metodi di misura. Oscillatori a quarzo. Aspetti teorici e tecnologici. Origine del rumore e della stabilità di frequenza. Altri oscillatori. Campioni atomici di frequenza. Applicazioni nella metrologia, nella navigazione e nelle telecomunicazioni. Sintesi di frequenza. Proprietà intrinseche del sintetizzatore. Anelli ad aggancio di fase (PLL), di frequenza (FLL) e di ritardo (DLL). Sintetizzatori a decadi, a PLL e con sintesi digitale (DDS). Tecniche miste ad alta risoluzione e a basso rumore. Strumenti particolari, quali lock-in, boxcar, moltiplicatore di scarto ecc.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Nell'ambito del corso si svolgono esercitazioni sperimentali sulla sincronizzazzione di orologi, generatori di rumore pseudocasuale "spread spectrum" anelli di ritardo (DLL), sintesi di frequenza, amplificatori lock-in. Altre esperienze sono in preparazione.

BIBLIOGRAFIA

La bibliografia verrà indicata durante le lezioni.

ESAME

L'esame è orale.

LA760 MODELLI NUMERICI PER L'ELETTROMAGNETISMO

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6-8
Crediti: 9
Docente: *da nominare* (collab.: 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 a definirne la geometria.

PROGRAMMA

I MODULO: MODELLIZZAZIONE DI COMPONENTI PASSIVI IN STRUTTURE GUIDANTI
Crediti: 5

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. [5 ore]

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]

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]

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]

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]

II MODULO: MODELLIZZAZIONE DI STRUTTURE IRRADIANTI
Crediti: 4

Teoria elettromagnetica:
Quantità di moto 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 [5 ore]

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]

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 dielettrici 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]

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]

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Saranno svolte esercitazioni di calcolo sugli argomenti discussi nelle lezioni.

BIBLIOGRAFIA

Appunti dalle lezioni
Testi ausiliari
Collin, "Foundations for microwave engineering", McGraw Hill
Pozar, "Microwave Engineering", Addison Wesley Publishing Company
Mittra e S.W. Lee, "Analytical techniques in the theory of guided waves", The MacMillan Company, New York

ESAME

Orale, al termine di ciascun modulo.

NA610 MODELLISTICA E SIMULAZIONE

Anno: 4 Periodo: 1
Crediti: 10
Docente: **Vito MAURO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire agli studenti gli elementi necessari alla rappresentazione dei sistemi dinamici mediante modelli matematici approssimati e identificati attraverso misure sperimentali.
Vengono quindi trattati i problemi e le tecniche di approssimazione, con particolare riferimento ai metodi di approssimazione in linea e di filtraggio. Ampio spazio viene dato ai modelli stocastici.
Il corso, pur avendo un base teorica rigorosa, è orientato alla progettazione e alla realizzazione pratica; tutti i metodi trattati vengono applicati, sia nelle lezioni che nelle esercitazioni, a casi di interesse pratico.
Il corso si articola in due moduli :

- Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio
- Modelli stocastici, identificazione e applicazioni

I MODULO: TEORIA E METODI DELL'APPROSSIMAZIONE E DEL FILTRAGGIO
Periodo: ottobre-novembre
Impegno (ore totali) lezione: 30 esercitazione: 20
Crediti: 5

REQUISITI

Analisi matematica I e II, Geometria, Probabilità.

PROGRAMMA

Richiami su spazi lineari, spazi normati, spazi di Hilbert; Problemi di norma minima negli spazi di Hilbert. Applicazioni a problemi di approssimazione. Pseudoinverse. Il principio di parsimonia nell'approssimazione. Spazi di Hilbert di variabili aleatorie. Stime di minima norma, di Gauss-Markov, stime di minima varianza. Caratteristiche di ottimo e struttura generale dei metodi di stima recursivi.
Il filtro di Kalmann discreto come stimatore di minima varianza. Proprietà e diverse forme del filtro di Kalman; l'innovazione e le sue proprietà. L'impiego pratico del filtraggio: i problemi di instabilità e deriva e le soluzioni. Estensione al caso continuo ; la discretizzazione.
Estensioni al caso non lineare; filtraggio esteso e filtri di ordine superiore.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Problemi di approssimazione di serie storiche
Tecniche numeriche per l'approssimazione
Applicazione del filtraggio ad alcuni casi tipici

BIBLIOGRAFIA

G. Menga, Appunti di modellistica e identificazione, Celid, Torino
D.G. Luenberger, Optimisation by vector space methods, J. Wiley
F. Lewis, Optimal estimation, Wiley interscience
G. Gelb, Applied optimal estimation, M.I.T press
Appunti sulle esercitazioni distribuiti nel corso

ESAME

Soluzione di un problema pratico di approssimazione, mediante discussione con il docente.

II MODULO: MODELLI STOCASTICI, IDENTIFICAZIONE E APPLICAZIONI

Periodo: dicembre-gennaio
Impegno (ore totali) lezione: 30 esercitazione: 20
Crediti: 5

REQUISITI

Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio, Teoria dei Sistemi

PROGRAMMA

Richiami sui modelli dinamici lineari e stocastici. Introduzione ai processi stocastici; convergenza stocastica; stazionarietà ed ergodicità. Autocorrelazioni e spettri di densità di potenza. Richiami sulle trasformate discrete di Fourier. Il problema della stima di autocorrelazioni e spettri. I metodi pratici di stima; il metodo dei periodogrammi. L'identificazione di sistemi dinamici lineari da misure ingresso uscita. I processi AR, MA, ARMA e derivati; metodi di identificazione specifici; metodi recursivi (derivati come applicazione delle tecniche di filtraggio lineare e non lineare). Condizioni di identificabilità e di convergenza. Cenni sulle applicazione delle reti neuronali a problemi di stima e identificazione.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esempi di modelli stocastici approssimati
L'impiego pratico delle trasformate discrete di Fourier
Esempi di stima spettrale
Esempi di soluzione di problemi di identificazione con modelli approssimati

BIBLIOGRAFIA

A. Gelb, Applied optimal estimation, M.I.T press
Hayes, Statistical digital signal processing and modeling, Wiley
Bittanti- Guardabassi, Sistemi incerti, Clup, Milano
Appunti sulle esercitazioni distribuiti nel corso

ESAME

Impostazione della soluzione di un problema pratico di identificazione, mediante discussione con il docente

L3870 OPTOELETTRONICA

Anno: 4,5 Periodo: 2
Impegno (ore totali) lezione/esercitazione: 90 laboratorio: 8
Crediti: 10
Docente: **Ivo MONTROSSET** + aiuto dottorandi

I MODULO: LASER A SEMICONDUTTORE
Periodo: Marzo – fine Aprile - per 7 settimane effettive
Impegno (ore totali) lezione/esercitazione: 50 di cui laboratorio: 6÷8
Crediti: 5

REQUISITI
Concetti elementari sulle guide ottiche (Campi) e concetti base sulle giunzioni (Dispositivi Eln per Eln o Elettronica per Tlc e Inf)

PROGRAMMA
Cenni sugli effetti e parametri caratteristici che descrivono le proprietà fisiche di materiali semiconduttori massivi e a bassa dimensionalità.
Interazione tra portatori e fotoni in guide in materiali semiconduttori: confinamento dei portatori e dei fotoni, equazioni di bilancio per portatori e fotoni, valutazione guadagno ottico modale.
LED: strutture, caratteristiche statiche e dinamiche.
Laser: Fabry-Perot, a cavità esterna ed a reazione distribuita (DBR, DFB, multielettro, multisezione); analisi quantitativa del funzionamento statico e dinamico (potenza ottica, spettro emissione, modulazione, accordabilità, etc.).
Generazione di impulsi corti con tecniche di Q-switching, mode locking.
Laser a cavità verticale: strutture, caratteristiche statiche e dinamiche.

BIBLIOGRAFIA
Vengono dati come riferimenti capitoli di libri ed articoli e distribuiti appunti.

ESAME
Orale

II MODULO: AMPLIFICAZIONE, MODULAZIONE E RIVELAZIONE OTTICA
Periodo: fine Aprile - fine semestre - per 7 settimane effettive
Impegno (ore totali) lezione/esercitazione: 50
Crediti: 5

REQUISITI
Concetti elementari sulle guide ottiche (Campi), giunzioni a semiconduttore (Dispositivi Elettronici per Eln o Elettronica per Tlc e Inf)

PROGRAMMA
Concetti base sulle proprietà dei, vetri e cristalli drogati.
Interazione tra fotoni e ioni attivi in vetri e cristalli drogati in guide ottiche: pompaggio ottico equazioni di bilancio per occupazione stati negli ioni attivi e per i fotoni.
Amplificatori ottici in vetri drogati: struttura, problematiche realizzative, effetti di saturazione e cenni sulle caratteristiche di rumore.

Amplificatori ottici in materiali semiconduttori (SOA): struttura, problematiche realizzative, effetti di saturazione ed intermodulazione, applicazioni alla conversione di lungherra d'onda.
Effetti di elettrorifrazione ed assorbimento in materiali semiconduttori.
Modulatori e commutatori in materiali semiconduttori massivi e a pozzi quantici: strutture, descrizione funzionamento, caratteristiche.
Modulatori e commutatori a controllo tutto ottico: introduzione, strutture.
Fotorivelatori: materiali, strutture PIN e APD, caratteristiche di rumore, banda,
Integrazione optoelettronica e fotonica: prospettive e realizzazioni recenti

BIBLIOGRAFIA

Vengono dati come riferimenti capitoli di libri ed articoli e distribuiti appunti.

ESAME

Orale

N8720 OTTIMIZZAZIONE

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione/laboratorio: 4
Crediti: 9
Docente: **Roberto TADEI**

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 nel discreto, 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.

REQUISITI

Ricerca Operativa

PROGRAMMA

I MODULO
Impegno (ore totali) lezione: 32 esercitazione: 16 laboratorio: 8
Crediti: 4

Complessità computazionale. Branch and Bound, Branch and Cut. Programmazione Dinamica. Euristiche: procedure costruttive polinomiali, beam search, tecniche di ricerca locale. Metaeuristiche: Tabu Search;. Simulated Annealing; Algoritmi Genetici.

II MODULO
Impegno (ore totali) lezione: 38 esercitazione: 18 laboratorio: 8
Crediti: 5

Localizzazione: Problema del Set Covering; Problema del Massimo Ricoprimento; Problema P-median; Problema. P-center. Schedulazione: Problemi su Macchina singola; Problemi su Macchine Parallele; Problemi Flow Shop e Job Shop. Programmazione Non Lineare: Problemi di Ottimizzazione non vincolata; Metodi delle direzioni coniugate; Metodi di tipo Quasi-Newton; Problemi vincolati; Condizioni del primo e secondo ordine; Metodi primali e duali; Metodi di Lagrange.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Per ciascuno dei punti del programma verranno svolte esercitazioni in aula ed in laboratorio con utilizzo di software di programmazione matematica.

BIBLIOGRAFIA

I MODULO:

R. Tadei, F. Della Croce, Lezioni di Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

E. Aarts, J.K. Lenstra (eds) Local Search in Combinatorial Optimization, Wiley, 1997.

M. Minoux, Mathematical Programming. Theory and Algorithms, Wiley, 1986.

C. H. Papadimitriou, K. Steiglitz, Combinatorial Optimization. Algorithms and Complexity, Prentice Hall, 1982.

II MODULO:

R. Tadei, F. Della Croce, Lezioni di Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

M.S. Daskin, Network and Discrete Location, Wiley, 1995.

E.L. Lawler, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan, D.B. Shmoys, Sequencing and Scheduling: Algorithms and Complexity, in Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 4, North Holland, 1993, 445-522.

D.J. Luenberger, Introduction to Linear and Nonlinear Programming, Addison Wesley, 1984.

M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty, Nonlinear Programming. Theory and Algorithms, Wiley, 1993.

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. Lo studente che volesse migliorare il risultato del I e/o del II esonero può sostenere l'esame relativamente al programma coperto dall'esonero stesso. In tale caso il risultato dell'esonero viene dimenticato. Ulteriori dettagli sugli esoneri e sulle tesine verranno forniti in classe all'inizio del corso.

NA700 OTTIMIZZAZIONE NEI SISTEMI DI CONTROLLO

Anno: 4,5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 9
Docente: **Giovanni FIORIO** (Collab.: **Stefano MALAN**)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'insegnamento è orientato ai problemi di ottimizzazione nel progetto di sistemi di controllo. 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 si sviluppa con la presentazione del controllo ottimo H-infinito e con la trattazione dei modelli di incertezza, in vista del loro uso per il controllo robusto.

REQUISITI

Teoria dei sistemi (continui), Controlli automatici (spec.)

PROGRAMMA

I MODULO: FONDAMENTI DI CONTROLLO OTTIMO
Crediti: 4

1) Breve sguardo sui problemi di ottimizzazione negli studi di ingegneria. L'ottimizzazione in termini matematici: ottimizzazione in spazi euclidei, in spazi di funzioni; il problema originario ed il problema conseguente: riduzione del problema alla soluzione di un sistema di equazioni algebriche o differenziali. Introduzione all'ottimizzazione nei sistemi di controllo.
2) Il controllo ottimo in catena aperta di sistemi in regime stazionario con o senza vincoli di disuguaglianza sulle variabili di stato e sui comandi. Corrispondenti metodi di soluzione: richiamo ai moltiplicatori di Lagrange ed alle condizioni di Kuhn e Tucker. Cenno ai metodi iterativi di soluzione, in alternativa ai metodi algebrici.
3) Controllo ottimo a tempo discreto. Problema base. Discretizzazione delle espressioni contenute nel problema base. Problemi di controllo ottimo lineare-quadratico in tempo discreto, senza e con riferimenti e disturbi.
4) Controllo ottimo a tempo continuo. Introduzione al problema con la minimizzazione dell'indice di costo aumentato e con l'uso delle variabili si stato aggiunto. Il principio del minimo di Pontriaghin.

II MODULO: TECNICHE AVANZATE DI CONTROLLO OTTIMO
Crediti: 5

5) Cenni sulla programmazione dinamica e sulle sue applicazioni. Il principio di ottimalità di R. Bellman. Applicazione del principio di ottimalità a problemi di controllo ottimo a tempo sia discreto, sia continuo.
6) L'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman per sistemi a tempo continuo. Sua applicazione al caso del controllo ottimo lineare-quadratico. L'equazione matriciale differenziale di Riccati e suo metodo generale di risoluzione. Il problema del regolatore lineare-quadratico in presenza di riferimenti e disturbi. Controllo su orizzonte temporale 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; loro conseguenze.

7) Teoria del controllo ottimo LQG. Richiami sugli osservatori. Il filtro di Kalman. Il principio di separazione.

8) Ottimizzazione negli spazi di Hardy. Introduzione matematica. Il problema *standard*; i problemi dell'adeguamento al modello e 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.

9) I modelli di incertezza. Entità non note ma probabilizzate, entità non note ma limitate (appartenenti ad un insieme finito). L'incertezza del modello matematico di un sistema fisico come entità non nota ma limitata. Incertezza parametrica e figure di incertezza. Concetto di descrizione conservativa dell'incertezza. Incertezza dinamica. Incertezza strutturata e non strutturata. Cenni al controllo robusto in presenza di incertezza.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Alle esercitazioni in aula è dedicata una coppia di ore consecutive ogni settimana. I problemi presentati nelle esercitazioni sono contenuti alla fine di ogni capitolo del testo di riferimento.

Laboratorio

Lo svolgimento di una tesina sperimentale è obbligatorio per sostenere l'esame. L'attività di laboratorio implica quattro sedute di qualche ora, in ognuna delle quali gli allievi, a gruppi di tre o quattro, svolgono un compito ben preciso assegnato in precedenza. In altre sedute libere gli studenti possono usare il laboratorio per prepararsi ai suddetti compiti, che consistono nel progetto e nell'implementazione di organi di controllo ottimo per un sistema fisico materialmente disponibile per la sperimentazione. La tesina è la relazione tecnica dei progetti e delle loro verifiche sul sistema reale.

BIBLIOGRAFIA

G.Fiorio e S.Malan: "*Introduzione al controllo ottimo*", CLUT, 1994

"*Complementi di controllo ottimo*" fascicolo complementare aggiornato ogni anno

Testi ausiliari

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

ESAME

L'esame consiste di due parti, entrambe orali: la prima riguarda la discussione della tesina (v. Laboratorio); la seconda riguarda tutto il programma delle lezioni e delle esercitazioni in aula.

L4360 PROPAGAZIONE

Anno: 4,5 Periodo: 2
Crediti: 9
Docente: **Giovanni PERONA** (Dipartimento di Elettronica, tel. 564.4067, fax 564.4015; e-mail perona@polito.it; orario di ricevimento: 2 ore settimanali)

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.

REQUISITI

Campi Elettromagnetici

I MODULO: PROPAGAZIONE TROPOSFERICA IONOSFERICA
Impegno (ore) lezione: 30 esercitazione: 20
Crediti: 5

PROGRAMMA

I - BANDE DI FREQUENZA E LORO USO
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.

II - PRINCIPI DI OTTICA GEOMETRICA
Richiami dal corso di campi elettromagnetici.
Ottica geometrica in mezzi con indice di rifrazione lentamente variabile; equazione del raggio ed equazioni di trasporto.

III - PROPAGAZIONE TROPOSFERICA
Indice di rifrazione dell'atmosfera terrestre, rifrattività e raggio equivalente terrestre.
Ducting troposferico, propagazione in presenza di pioggia e nebbia.
Zone di Fresnel e propagazione in presenza di ostacoli.
Cenni di scattering da superfici ruvide.

IV - PROPAGAZIONE IONOSFERICA
Indice di rifrazione nei plasmi freddi ad alta frequenza.
Approssimazione quasi-longitudinale e quasi-trasversale.
Descrizione della ionosfera terrestre e suoi effetti sulla propagazione delle onde radio.
Cenni sulla velocità di gruppo nei plasmi.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Collegamenti in ponte radio in presenza di ostacoli.
Approssimazione quasi-longitudinale e quasi trasversale in un modello semplificato di ionosfera.
Calcolo della altezza virtuale degli echi ionosferici.
Il ritardo ionosferico e le correzioni da apportare ai segnali GPS.

BIBLIOGRAFIA

Appunti dalle Lezioni
Livingston, ``Theory of microwave propagation'', Prentice-Hall, 1970.

ESAME

Esame scritto e/o orale

II MODULO: EFFETTI PROPAGATIVI NEI SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

Impegno (ore) lezione: 24 esercitazione: 16
Crediti: 4

PROGRAMMA

I - OTTICA GEOMETRICA
Deduzione formale delle equazioni dell'ottica geometrica in mezzi con indice di rifrazione lentamente variabile.
II - INDICE DI RIFRAZIONE NEI PLASMI
Approssimazione fluidodinamica dei plasmi ed indice di rifrazione.
Vettore di Poynting generalizzato.
Velocità di fase e di gruppo.
Ionogrammi e proprietà della propagazione delle radioonde per incidenza obliqua.
III EFFETTI PROPAGATIVI E SISTEMI DI TELERILEVAMENTO E TELECOMUNICAZIONE
Emissione, assorbimento e scattering a microonde: applicazioni radiometriche e radarmeteorologiche.
Scattering da superfici ruvide e clutter: applicazioni ai Radar ad Apertura Sintetica.
Ritardi di fase e di gruppo in mezzi isotropi ed anisotropi: applicazioni alla propagazione dei segnali GPS e dei ponti radio.
Modellizzazione degli effetti propagativi nei sistemi di telecomunicazione analogici e digitali.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Ritardo di gruppo e propagazione dei whistlers nella magnetosfera.
Valutazione degli echi di terra e meteorologici in sistemi radar.
Inoltre di anno in anno verranno proposte esercitazioni su diversi aspetti delle parti teoriche sviluppate nel corso.

BIBLIOGRAFIA

Appunti dalle Lezioni

ESAME

Esame scritto e/o orale

N4521 RETI DI CALCOLATORI I

Anno: 4 Periodo: 2
Crediti: 10
Docente: **Luigi CIMINIERA** (Collab.: da definirsi)

I MODULO: RETI E PROTOCOLLI PER IL TRASFERIMENTO DEI DATI

Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Questo modulo ha lo scopo di illustrare le architetture ed i protocolli delle reti di calcolatori che sono orientati al trasferimento di dati fra elaboratori connessi alla rete. Non verranno invece presi in considerazione quei protocolli e servizi che fungono da supporto per le applicazioni distribuite, che sono l'oggetto del modulo successivo.

REQUISITI

Calcolatori Elettronici, Sistemi Operativi.

PROGRAMMA

- Introduzione alle tecniche di trasmissione dati, nomenclatura, modello di riferimento ISO OSI.
- Principali caratteristiche dei mezzi trasmissivi e delle tecniche di codifica dei bit.
- Il livello *data link*: generalità, HDLC, reti locali e metropolitane IEEE 802, FDDI, interconnessione di più reti.
- Il livello di *rete*: generalità, X25.
- Reti ATM

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

- Modem, fax, RS 232, porta seriale del PC.
- Tecniche per la specifica e la realizzazione dei protocolli.
- Reti pubbliche X28, X29, ISDN.

BIBLIOGRAFIA

S. Tannenbaum *Reti di Computer*, UTET.

ESAME

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

II MODULO: PROTOCOLLI PER LE APPLICAZIONI SU INTERNET

Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Questo modulo ha lo scopo di illustrare i protocolli che fungono da supporto alla realizzazione di applicazioni nell'ambito Internet.

REQUISITI

Calcolatori Elettronici, Sistemi Operativi.

PROGRAMMA

- Protocollo IP e protocolli associati (ICMP, ARP, RIP, OSPF, EGP)
- Domain Name Server (DNS)
- Protocolli del livello di trasporto: TCP e UDP.
- Remote Procedure Call.
- Il World Wide Web (WWW) ed il protocollo HTTP.
- Rappresentazione delle informazioni: ASN.1, MIME, tecniche di compressione.
- Tecniche per la crittografia e protocolli per l'autenticazione.
- Protocolli per la posta elettronica (SMTP e MHS) e per a lettura delle news (NNTP).
- Meccanismi di gestione della rete: SNMP.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

- Protocolli FTP e Telnet
- Librerie per l'uso di socket collegati a porte TCP e UDP.
- XDR.
- Librerie per la realizzazione di server e clienti che utilizzino le Remote Procedure Call.

L'attività di laboratorio riguarderà la realizzazione di semplici applicazioni che fanno uso diretto del TCP e/o dell'UDP, e la realizzazione di server e clienti che utilizzano le Remote Procedure Call.

BIBLIOGRAFIA

A. S. Tannenbaum *Reti di Computer*, UTET.

ESAME

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

N4522 RETI DI CALCOLATORI II

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 10
Docente: **Silvano GAI**, Dipartimento di Automatica e Informatica,
tel. 564.7013; e-mail: Silvano@polito.it;
orario di ricevimento studenti: lun 8.30-10.30

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Si tratta di un corso avanzato sulle reti di calcolatori che presuppone una conoscenza di base dei protocolli e delle topologie di rete, delle reti locali (LAN) e delle reti geografiche (WAN) e del modello di riferimento OSI. Vengono approfondite le soluzioni tecnologicamente più avanzate, quali le reti locali a 100Mbps, a 1 GB/s, le reti ATM e le reti wireless. Inoltre il corso presenta dettagliatamente la rete Internet e i protocolli TCP/IP.

REQUISITI

Reti di calcolatori I (N4521) oppure Reti di Telecomunicazioni (F4531)

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 5

1. Reti di calcolatori multiprotocollo
2. Reti locali ad alte prestazioni: IEEE 802.3u, 802.3z.
3. Reti locali virtuali: IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q
4. Reti locali wireless: IEEE 802.11
5. Il cablaggio strutturato degli edifici: ISO/IEC 11801

II MODULO
Crediti: 5

6. Il protocollo TCP/IP e la rete Internet: IPv4 e IPv6
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

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

I MODULO

Esercitazioni

1. Esempi di progetto di cablaggio strutturato:
   I cavi di rame
   Le fibre ottiche
2. Analisi dell'offerta di Telecom Italia:
   Canali Diretti Numerici, X.25, Frame Relay, SMDS, ISDN, ATM

Laboratorio

Uso di analizzatori di protocollo

II MODULO

Esercitazioni

3. Progetti:

Internetworking di reti locali
Interconnessione ad Internet

Laboratorio

Sviluppo di progetti riguardanti le tematiche del corso

BIBLIOGRAFIA

S. Gai, P.L. Montessoro, P. Nicoletti, Reti Locali: dal Cablaggio all'Internetworking, SSGRR (Scuola Superiore G. Reiss Romoli), 1995, ISBN 88-85280-22-6

S.Gai, "Guida a IPv6," McGraw-Hill, 1997, ISBN 88-386-3209-X

Testi ausiliari

Uyless Black, ATM: Foundation for Broadband Networks, Prentice Hall, 1995, ISBN 0-13-297178-X

Christian Huitema, Routing in the Internet, Prentice Hall, 1995, ISBN 0-13-132192-7

Christian Huitema, IPv6: the new Internet Protocol, Prentice Hall, 1996, ISBN 0-13-241936-X

Geoff Bennett, Designing TCP/IP Internetworks, Van Nostrand Reinhold, 1995, ISBN 0-44-201880-0

Matthew Naugle, Network Protocol Handbook McGraw-Hill, 1994, ISBN 0-07-046461-8

ESAME

L'esame consiste di due parti:

- un progetto relativo agli argomenti del corso (opzionale)
- un orale sugli argomenti trattati e sul progetto

F4531 RETI DI TELECOMUNICAZIONI I

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 10
Docente: **Fabio NERI**

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. Il primo modulo introduce la terminologia, e le definizioni di base; il secondo modulo descrive alcune architetture di rete di attuale rilevanza. Particolare attenzione verrà posta da un lato alla rete Internet, che sta avendo in questi anni un'enorme diffusione, dall'altro alle tecnologie di rete locale.

REQUISITI

Nessuno - incompatibile con Reti di Calcolatori I (N4521)

PROGRAMMA

I MODULO: ARCHITETTURE E PROTOCOLLI
Crediti: 4

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

Topologie di rete
Saranno brevemente descritte le caratteristiche delle principali topologie per reti di telecomunicazione: maglia completamente connessa, albero, stella, maglia, anello, bus

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.

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 II.

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.

Tecniche di segnalazione
Saranno brevemente illustrate le tecniche di segnalazione su canale associato e su canale comune e si discuterannogli aspetti relativi alle informazioni di numerazione

Architetture e protocolli
Verranno fornite le definizioni relative alle architetture ed ai protocolli di una rete di telecomunicazione e saranno presentati alcuni esempi

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

Tecniche ARQ
Saranno descritte e studiate le tre principali tecniche ARQ, note con i nomi stop and wait, go back n, selective repeat

II MODULO: RETI E PROTOCOLLI PER TELEFONIA E PER DATI
Crediti: 6
Requisiti: Modulo 1

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.

Il mondo Internet
Oltre alla descrizione dei protocolli base TCP e IP, verrà affrontato il problema della gestione degli indirizzi IP in una rete di dimensione mondiale, verranno descritti i principali algoritmi di instradamento, studiati gli algoritmi di controllo di flusso e di congestione implementati nelle versioni più diffuse di TCP e descritti alcuni protocolli di livello applicativo (FTP, TELNET, SMTP, WWW).
Verranno infine forniti alcuni rudimenti del linguaggio HTML.

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 Ethernet a 100 Mb/s e a 1 Gb/s e 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 e switch

Reti B-ISDN
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). Verranno forniti cenni alla segnalazione in B-ISDN e al problema del controllo del traffico reti ATM.

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

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

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni
Le esercitazioni saranno dedicate alla illustrazione delle tecniche per la simulazione di reti di telecomunicazione ed alla realizzazione di alcuni semplici simulatori.

Laboratori
Si organizzeranno alcune esercitazioni in laboratorio per istruire gli studenti nell'utilizzo di Internet.

BIBLIOGRAFIA

Dispense del corso e copia delle trasparenze presentate a lezione.
Testi ausiliari:
S. Gai, P.L. Montessoro, P. Nicoletti, "RETI LOCALI: Dal cablaggio all'internetworking", Edizioni Scuola Superiore G. Reiss Romoli, L'Aquila.
U.Black, "Tcp/Ip and Related Protocols", McGraw-Hill Series on Computer Communications, 1997.
A. Roveri, "Reti di Telecomunicazioni - Parte I: Principi di Base", Edizioni Scuola Superiore G. Reiss Romoli, L'Aquila.
A.S. Tanenbaum, "Computer networks", 2nd ed., Prentice Hall, 1988.
D. Bertsekas, R. Gallager, "Data networks", Prentice Hall, 1987.

ESAME

Test scritto a risposta multipla e colloquio orale.

F4532 RETI DI TELECOMUNICAZIONI II

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 10
Docente: **Marco AJMONE MARSAN**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso ha l'obiettivo di presentare le metodologie per un approccio quantitativo al progetto di reti di telecomunicazione e di fornire esempi della loro applicazione a casi realistici. Verranno dapprima presentati gli elementi della teoria dei processi stocastici Markoviani con spazio degli stati discreto (catene di Markov). I risultati ricavati saranno poi utilizzati per l'analisi ed il progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione. Si passera` poi allo studio di alcuni semplici modelli della teoria delle code, considerando sia code singole sia reti di code. Anche in questo caso i risultati ricavati saranno poi utilizzati per l'analisi ed il progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione. Saranno inoltre velocemente illustrati i modelli basati su reti di Petri stocastiche e gli elementi della teoria relativa.

REQUISITI

Reti di telecomunicazioni I, elementi di Teoria delle probabilità.

PROGRAMMA

I MODULO: MODELLI MARKOVIANI
Crediti:5

Introduzione ai processi stocastici
Definizioni di base e richiami di teoria delle probabilità

Processi Markoviani
Definizioni ed importanza della densità di probabilità esponenziale negativa

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; esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione

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; esempi. Esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione

II MODULO: MODELLI A RETI DI CODE E RETI DI PETRI
Crediti:5

Teoria delle code
Notazione di Kendall; la coda M/M/1; il risultato di Little; il teorema PASTA; 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; esempi. Esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione

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. Esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni saranno principalmente rivolte alla soluzione di esercizi in preparazione agli accertamenti.

BIBLIOGRAFIA

Dispense del docente.

Testi ausiliari

L.Kleinrock, *"Sistemi a coda"*, Hoepli, 1992

M.Ajmone Marsan, G.Balbo, G.Conte, S.Donatelli, G.Franceschinis, *"Modelling with GSPN"*, John Wiley, 1995

ESAME

Prove scritte a metà ed a fine corso.

FA290 RETI ELETTRICHE NON LINEARI

Anno: 4,5 Periodo: 2
Impegno (ore totali) lezione: 60 esercitazione: 20
Crediti: 8
Docente: **Marco GILLI** (I piano del Dipartimento di Elettronica, tel. 564.4096, e-mail gilli@polito.it; orario di ricevimento lun 12.30-14.30)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso, rivolto a studenti dei corsi di Laurea in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, si propone di fornire i fondamenti per lo studio della dinamica dei circuiti elettrici non lineari, privilegiando gli aspetti ingegneristici ed applicativi. Durante il corso sono previsti seminari di docenti del Politecnico e di Istituzioni Universitarie italiane ed estere per approfondire gli argomenti di maggiore interesse scientifico. La frequenza alle lezioni della prima unità è condizione necessaria per la frequenza della seconda unità didattica. Il superamento dell'esame della prima unità è condizione necessaria per sostenere l'esame della seconda unità.

I MODULO: FONDAMENTI DI CIRCUITI NON LINEARI

Impegno (ore totali) lezione: 30 esercitazione: 10
Crediti: 4

a) Descrizione e proprietà dei più comuni dispositivi elettrici non lineari: resistori a due terminali: caratteristiche fondamentali; connessioni in serie ed in parallelo. Doppi bipoli resistivi non lineari. Condensatori e induttori non lineari.
b) Metodi per la scrittura delle equazioni di stato in reti elettriche composte da bipoli lineari e non lineari. Esempi: circuiti con *diodo tunnel* e *giunzione Josephson*; oscillatore di *Van Der Pol, circuito di Chua*, oscillatore di *Colpitts*.
c) Richiami sui sistemi di equazioni differenziali lineari. Sistemi di equazioni differenziali non lineari: teoremi fondamentali, interpretazione geometrica, comportamento asintotico e nomenclatura.
d) Descrizione di alcuni dei principali strumenti per la simulazione di sistemi di equazioni differenziali non lineari: *matlab, insite*. Esempi.
e) Classificazione dei comportamenti asintotici e tecniche per lo studio della dinamica di circuiti elettrici non lineari: Punti di equilibrio: definizione e metodi per lo studio della stabilità. Applicazioni. Comportamento periodico: cicli limite, teoremi fondamentali e metodi per la loro determinazione. Tecnica del bilanciamento armonico. Applicazione allo studio degli oscillatori. Comportamento non periodico: attrattori toroidali e caotici. Cenni sulle biforcazioni dei punti di equilibrio e dei cicli limite nei circuiti non lineari.
f) Simulazione e verifica sperimentale dei principali comportamenti dinamici e dei processi di biforcazione nel circuito di Chua e nell'oscillatore di Colpitts.

II MODULO: DINAMICA DI CIRCUITI NON LINEARI

Impegno (ore totali) lezione: 30 esercitazione: 10
Crediti: 4

a) Metodi per la determinazione di tutti i punti di equilibrio in circuiti resistivi non lineari. Stabilità di un punto di equilibrio. Stabilità completa e stabilità quasi ovunque di circuiti contenenti un numero elevato di punti di equilibrio.
b) Metodi per la determinazione dei cicli limite. Metodi nel dominio del tempo (shooting e estrapolazione) e nel dominio della frequenza (serie di Volterra, metodo della funzione

descrittiva e bilanciamento armonico nelle varie implementazioni). Metodi misti nel dominio del tempo e della frequenza. Tecniche perturbative. Applicazione allo studio degli oscillatori.

c) Metodi per lo studio della stabilità dei cicli limite: mappa di Poincarè. Metodi spettrali, basati sul bilanciamento armonico, per la determinazione dei moltiplicatori di Floquet e degli esponenti caratteristici di un ciclo limite.
d) Esame dettagliato dei principali fenomeni di biforcazione nei circuiti non lineari: metodi numerici per lo studio delle biforcazioni nel dominio del tempo e della frequenza. Introduzione ai principali programmi numerici per lo studio delle biforcazioni. Applicazioni allo studio degli oscillatori
e) Circuiti con comportamento non periodico: metodi per lo studio di attrattori toroidali e caotici. Mappe non lineari caotiche, esponenti di Lyapunov e tecniche spettrali.
f) Cenni sulla modellizzazione di dispositivi elettrici non lineari
g) Sistemi elettrici non lineari di elevata dimensione: reti neurali. Descrizione delle principali architetture di reti neurali e loro applicazioni.

BIBLIOGRAFIA

Il corso è interamente coperto da dispense fornite dal docente e da una raccolta di articoli scientifici recenti che verrà distribuita agli studenti.

ESAME

L'esame della prima unità didattica consiste in una prova scritta, seguita da una discussione orale.
L'esame della seconda unità didattica consiste in una prova scritta, seguita da una discussione orale. L'esame della seconda unità didattica può essere sostituita da una tesina che consiste nell'approfondimento (sotto la guida del docente) di uno o più argomenti del corso che hanno un particolare interesse scientifico e di ricerca.
L'esame della seconda unità didattica può essere sostenuto solo se si è superato con esito positivo l'esame della prima unità didattica.

L4540 RETI LOGICHE

Anno: 4 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 4
Crediti: 10
Docente: **Luigi GILLI** (Collab.: **Fulvio CORNO**)

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

Sistemi informativi I.
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

I MODULO
Crediti: 5

TEORIA DELLA COMMUTAZIONE (dall'inglese Switching Theory) comprende i seguenti argomenti fondamentali:

- Sistemi di numerazione e codici; per poter comprendere il modo di operare dei circuiti logici dei sistemi di elaborazione
- Algebra booleana; lo strumento matematico utilizzato per trattare algebricamente le reti logiche
- Analisi delle reti logiche combinatorie, con particolare riferimento al loro comportamento dinamico, completata dall'esame dei principali circuiti in commercio
- Sintesi delle reti logiche combinatorie, con esposizione dei metodi di sintesi per ottenere reti di costo minimo
- Analisi delle reti logiche sequenziali, con particolare riferimento al loro comportamento dinamico, completata dall'esame dei principali circuiti in commercio
- 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:

- Modellistica dei guasti nelle reti logiche loro classificazione e metodi per la determinazione delle varie classi
- Sintesi delle prove di collaudo per le reti combinatorie, con l'esame dei vari metodi e lo sviluppo di esempi significativi;
- Sintesi delle prove di collaudo per le reti sequenziali con studio di una metodologia per le

reti sincronizzate
- Criteri generali di diagnostica dei guasti nelle reti logiche, con riferimento ad alcune metodologie di uso comune
- Concetti fondamentali di progetto per la collaudabilità
- Le problematiche del collaudo nella produzione di circuiti logici e principali tipi di macchine automatiche impiegate

II MODULO
Crediti: 5

SINTESI FORMALE DI SISTEMI DI ELABORAZIONE; riguarda una metodologia per il proget-to di sistemi logici complessi che riconduca all'utilizzo dei concetti e delle nozioni apprese nella prima parte. Comprende i seguenti argomenti fondamentali:
- Struttura generale dei sistemi di elaborazione: l'unità operativa, l'unità di controllo, la memoria centrale, le unità periferiche
- La descrizione formale di un sistema di elaborazione a livello RT (Register Transfer)
- Il procedimento di sintesi, a partire dalla descrizione formale
- 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:
- Architettura generale dei sistemi a microprocessore. La gestione della memoria e delle periferiche
- L'organizzazione di una unità centrale ad 8 bit e il set di istruzioni, il loro formato e il loro modo di esecuzione
- Le periferiche fondamentali: le interfacce di tipo parallelo, di tipo seriale, i controllori di interruzione
- L'unità centrale 8086: la sua struttura interna, i suoi registri. I modi di indirizzamento della memoria e delle periferiche
- Il set di istruzioni dell'8086 e la loro temporizzazione
- L'interfaccia periferica parallela 8255
- L'interfaccia periferica parallela 8251
- L'unità di conteggio e temporizzazione 8253
- Il controllore di interruzioni 8259

LABORATORI E/O 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.

BIBLIOGRAFIA

L. Gilli, "Elementi di reti logiche", CUSL, Nov. 1994
L.Gilli, M.Poncino, "Collaudo e diagnostica dei circuiti digitali", Esculapio, 1998.
L.Gilli, "Progetto formale di sistemi di elaborazione - Sistema a microprocessore 8085", CUSL, 1993
Testi ausiliari
M.Breuer, "Manuali dei sistemi a microprocessore Intel"

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

N4540 RETI LOGICHE

Anno: 3 Periodo: 2
Crediti: 11
Docente: **Paolo PRINETTO**

I MODULO: PROGETTO DI SISTEMI DIGITALI I

Periodo: primo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione/esercitazione: 6 laboratorio assistito: 2
lavoro individuale: 5 laboratorio non assistito: 2
Crediti: 5

REQUISITI

Calcolatori elettronici

PROGRAMMA

- Le varie fasi del progetto [5]
- La rappresentazione dei circuiti digitali [3]
- Il linguaggio VHDL [8]
- Strumenti per la simulazione e la sintesi [2]
- Descrizioni comportamentali e relative simulazioni [8]
- Blocchi elementari a livello logico [2]
- Sintesi automatica e relativi esercizi [2]
- Sintesi manuale di circuiti combinatori a livello logico [4]
- Sintesi manuale di circuiti sequenziali a livello logico [6]
- Sintesi parzialmente automatica di circuiti combinatori e sequenziali [2].

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

- Introduzione agli strumenti di descrizione, simulazione e sintesi automatica [4]
- Esempi di descrizione, simulazione e sintesi automatica [6]
- Esempi di sintesi parzialmente automatica [2]

BIBLIOGRAFIA

- *Reti Logiche: Esercizi risolti e commentati*, A.Benso, F.Corno, P.Prinetto - Esculapio (Bo), Marzo 1997
- *VHDL Made Easy*, D. Pellerin, D. Taylor – Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1997
- Copie dei lucidi utilizzati a lezione

ESAME

Compito scritto

II MODULO: PROGETTO DI SISTEMI DIGITALI II

Periodo: secondo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione/esercitazione: 6 laboratorio non assistito: 4
lavoro individuale: 5
Crediti: 6

REQUISITI

Progetto di Sistemi Digitali I

PROGRAMMA

- Blocchi elementari a livello RT [2]
- Regole di progetto [2]
- Sintesi a livello RT [8]
- Sintesi a livello RT a partire dal VHDL [2]
- Introduzione alle FSM complesse [4]
- Sintesi a livello system ed RT di macchine a stati finiti complesse e concorrenti [16]
- Sintesi a livello logico di macchine a stati finiti complesse e concorrenti [2]
- Introduzione al collaudo dei sistemi digitali [6].

BIBLIOGRAFIA

- *Reti Logiche: Esercizi risolti e commentati*, A.Benso, F.Corno, P.Prinetto - Esculapio (Bo), Marzo 1997
- *VHDL Made Easy*, D. Pellerin, D. Taylor – Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1997
- Copie dei lucidi utilizzati a lezione

ESAME

- Compito scritto (2/3 del voto finale)
- Svolgimento di un lavoro individuale (1/3 del voto finale)

N4550 RICERCA OPERATIVA

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione/laboratorio: 4
Crediti: 10
Docente: **Roberto TADEI**

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 nell'individuazione di funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare e dei 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 Dipartimento, 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.) è disponibile all'interno del servizio Ulisse.

REQUISITI

Geometria, Fondamenti di Informatica I.

PROGRAMMA

I MODULO
Impegno (ore totali) lezione: 32 esercitazione: 16 laboratorio: 12
Crediti: 5
Aspetti di base della Programmazione Lineare. Modellizzazione del problema. Soluzioni di base. Teorema Fondamentale della Programmazione Lineare. Metodo del Simplesso. Metodo del Simplesso Revisionato. Dualità. Analisi di Sensitività. Condizioni di complementarietà. Metodo del Simplesso Duale. Metodo del Simplesso Primale-Duale. Problema dei Trasporti. Algoritmo di Dantzig. Problema dell'Assegnamento. Algoritmo ungherese.

II MODULO
Impegno (ore totali) lezione: 30 esercitazione: 18 laboratorio: 12
Crediti: 5
Flusso di Costo Minimo. Cammino Minimo. Massimo Flusso. Algoritmi di Flusso Primali-Duali. Grafo di Rank e Cammino Critico. Programmazione Intera. Piani di Taglio. Metodo di Gomory. Branch and Bound. Programmazione Dinamica.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Per ciascuno dei punti del programma verranno svolte esercitazioni in aula ed in laboratorio con utilizzo di software di programmazione matematica. Particolare attenzione sarà rivolta alla costruzione del modello matematico partendo da problemi reali.

BIBLIOGRAFIA

I Modulo:

R. Tadei, F. Della Croce, Lezioni di Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

M. Fischetti, Lezioni di Ricerca Operativa, Libreria Progetto, Padova, 1995.

D.J. Luenberger, Introduction to Linear and Nonlinear Programming, Addison Wesley, 1984.

II Modulo:

R. Tadei, F. Della Croce, Lezioni di Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Progetto Leonardo, Esculapio, Bologna, 1999.

M. Minoux, Mathematical Programming. Theory and Algorithms, Wiley, 1986.

F. Maffioli, Elementi di programmazione matematica, Vol. 1 e 2, Masson, Milano, 1990.

S. Martello, D. Vigo, Esercizi di Ricerca Operativa, Progetto Leonardo, Bologna, 1994.

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. Lo studente che volesse migliorare il risultato del I e/o del II esonero può sostenere l'esame relativamente al programma coperto dall'esonero stesso. In tale caso il risultato dell'esonero viene dimenticato. Ulteriori dettagli sugli esoneri e sulle tesine verranno forniti in classe all'inizio del corso.

N4580 ROBOTICA INDUSTRIALE

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6
Crediti: 10
Docente: **Basilio BONA** (Collab.: **Marina Indri**)

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'obbiettivo 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.
Il corso è diviso in due moduli, ciascuno da 5 crediti.

REQUISITI

Per le lezioni: sicuramente importante una conoscenza di base di algebra lineare: vettori, matrici, spazi lineari, basi, trasformazioni, determinanti, autovalori, autovettori, e tutto quanto il solito bagaglio. 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 rototraslazioni in spazi 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 oppure C++ (che verranno dati per noti), nonché una certa predisposizione (o la volontà di imparare) a lavorare su apparecchiature complesse, "delicate" e costose, che richiedono una certa attenzione da parte di chi le usa.

PROGRAMMA

I MODULO: MODELLISTICA DEI MANIPOLATORI INDUSTRIALI

Crediti: 5

- *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

- *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
- *Statica [4 ore]:* relazione statica tra forza esterne applicate e momenti ai giunti, Jacobiano trasposto e sue proprietà, elasticità della struttura
- *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 MODULO: CONTROLLO DEI MANIPOLATORI INDUSTRIALI
Crediti: 5

- *Pianificazione della traiettoria [6 ore]:* impostazione del problema, pianificazione mediante coordinata curvilinea, pianificazione trapezoidale della velocità, pianificazione coordinata, pianificazione cartesiana, pianificazione dell'assetto
- *Controllo lineare [8 ore]:* controllo a giunti indipendenti, problematiche dovute alla non linearità e variabilità nel tempo dei parametri dinamici
- *Controllo non lineare [12 ore]:* controllo di coppia calcolata, linearizzazione globale esatta ingresso-uscita, linearizzazione approssimata, controllo robustificante
- *Controllo di forza [6 ore]:* interazione del robot con l'ambiente esterno, vincoli cinematici, controllo di rigidezza a uno e più gradi di libertà, controllo mediante retroazione di forza, controllo di impedenza, impostazione e problematiche del controllo ibrido forza/posizione
- *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

LABORATORI E/O 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.
Le esercitazioni sperimentali si svolgeranno presso il LADISPE in gruppi di 4-5 studenti; verrà utilizzato un manipolatore planare controllato da una scheda DSP montata su PC. Gli studenti porteranno a termine 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) e, opzionalmente, potranno progettare e realizzare semplici leggi di controllo digitale. Gli studenti possono, a loro discrezione, predisporre una tesina di gruppo che costituirà elemento di valutazione, come di seguito specificato.

BIBLIOGRAFIA

È disponibile il testo di appunti B. Bona, M. Indri, "Modellistica, Pianificazione e Controllo di Robot Industriali", edito da Politeko, Torino.
Testi Ausiliari
L. Sciavicco, B. Siciliano, "Robotica Industriale. Modellistica e Controllo di manipolatori", McGraw Hill Italia, 1995.

ESAME

Gli esami consistono in una prova scritta e in una prova orale su tutti gli argomenti sviluppati a lezione e a esercitazione. Il voto finale viene calcolato sommando i punteggi ottenuti nelle due prove. La prova scritta vale un punteggio massimo di 25 punti; lo studente deve svolgere in due ore un certo numero di esercizi (di norma 5 - 6), simili a quelli sviluppati nelle esercitazio-

ni. Se il punteggio finale è maggiore di 11, lo studente può accedere alla prova orale La prova orale vale un punteggio massimo di 10 punti; lo studente può presentare o meno la tesina di Laboratorio. Nel primo caso gli sarà rivolta una domanda di carattere teorico seguita da una domanda sulla tesina; nel secondo caso gli saranno rivolte due domande di carattere teorico. Ciascuna domanda vale al massimo 5 punti.
Teoricamente il massimo punteggio ottenibile è 35. Il voto viene comunque sempre espresso in trentesimi. Lo studente ha facoltà di ritirarsi in qualsiasi momento durante lo svolgimento della prova scritta, oppure di non consegnare l'elaborato. In tale caso egli può ripresentarsi in qualsiasi momento nei successivi appelli. Qualora invece l'elaborato d'esame venga corretto, lo studente può rifiutare il voto, ma in tale caso potrà presentarsi agli appelli successivi secondo le regole della Facoltà. Lo studente può ritirarsi o rifiutare il voto della prova orale, ma in tale caso non conserva il voto della prova scritta, che va quindi ripetuta in un successivo appello secondo le regole della Facoltà.
Non è prevista la correzione in aula dei compiti; questi verranno mostrati e discussi con gli studenti che ne faranno richiesta all'atto della registrazione dell'esame
Gli elaborati vengono conservati per cinque anni
I temi d'esame sono pubblici e vengono resi disponibili nella pagina dei materiali consultabili dagli studenti prevista dal servizio ULISSE

L4700 SENSORI E TRASDUTTORI

Anno: 5 Periodo: 1
Crediti: 10
Docente: **Andrea DE MARCHI**

I MODULO: SENSORISTICA CLASSICA
Periodo: 1 emisemestre
Impegno (ore) lezione: 36
Crediti: 5

OBIETTIVI
Fornire agli studenti una conoscenza teorica ed una capacità di utilizzazione pratica di sensori di tipo classico.

REQUISITI
Moduli di Base di Misure, Fisica.

PROGRAMMA
- Caratteristiche metrologiche dei sensori. Taratura. Classificazione e criteri di scelta.
- Sensori resistivi, capacitivi e induttivi. Circuiti di interfacciamento.
- Sensori di temperatura. Sensori di spostamento, velocità, forza e accelerazione. Sensori di pressione. Sensori di campo magnetico.
- Sensori piezoelettrici.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI (16 ORE)
- Circuiti di interfacciamento . Taratura di un sensore.

II MODULO: SENSORI OTTICI
Periodo: 2 emisemestre
Impegno (ore) lezione: 24
Crediti: 5

OBIETTIVI
Fornire agli studenti una conoscenza delle nuove tecnologie di tipo ottico per la realizzazione di sensori di varie grandezze fisiche. Il corso è completato da esperienze pratiche in laboratorio.

REQUISITI
Sensoristica classica ,Campi elettromagnetici

PROGRAMMA
- Rivelatori ottici di tipo termico e di tipo quantico.
- Sensori a intensità
- Sensori a polarizzazione
- Sensori interferometrici

F4850 SISTEMI DI COMMUTAZIONE

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6
Crediti: 9
Docente: **Guido ALBERTENGO**

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 sempre per uso telefonico, per giungere infine ai sistemi di commutazione di pacchetto e cella.

PROGRAMMA

I MODULO: COMMUTAZIONE DI CIRCUITO E SEGNALAZIONE

Crediti: 4

- 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.
- La rete di commutazione. Reti mono- e multi-stadio. Probabilità di blocco. Metodo di Lee.
- Reti strettamente non bloccanti e reti non bloccanti riarrangiabili: teoremi di Clos e di Slepian-Daguid. Reti di connessione a minima complessità: rete di Benes e rete di Cantor.
- Reti di concentrazione e reti di copia. Reti Banyan. Autoinstradamento in reti Banyan. Generalizzazione delle reti Banyan: utilizzo di matrici NxN anziché 2x2.
- La segnalazione nelle reti telefoniche. Segnalazione d'utente. Segnalazione di rete. Il sistema di segnalazione a canale comune n.7. Gestione delle chiamate. La rete intelligente.

II MODULO: COMMUTAZIONE DI PACCHETTO A CELLA

Crediti: 5

- La commutazione di pacchetto. Confronto fra commutazione veloce di pacchetto e commutazione di circuito.
- La tecnica di commutazione ATM. 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). Tecniche di controllo d'accesso e di flusso in reti ATM. Architetture di commutatori ATM e loro prestazioni.
- La tecnica di commutazione IP. Funzionalità di un commutatore di pacchetto per IP. Uso di commutatori IP nella rete Internet. Commutazione veloce di pacchetto in una rete IP: commutazione a livello 2 e commutazione a livello 3/4. Principali prodotti per la commutazione IP.
- Multi Protocol Label Switching (MPLS).
- Architetture di commutazione con buffer all'ingresso. Algoritmi di schedulazione e loro applicazioni in architetture di commutazione a cella (ATM) e pacchetto (IP).
- Sistemi di commutazione via satellite. Commutazione veloce di circuito. Sistemi di commutazione a pacchetto via satellite.

BIBLIOGRAFIA

J.H.Hui, "Switching and Traffic Theory for Integrated Broadband Networks", Kluwer Academic Publisher

J.R.Boucher, "Voice Teletraffic System Engineering", Artech House
S. Giorcelli (a cura di), "La Tecnica ATM nelle Reti ad Alta Velocità", CSELT
S. Giorcelli (a cura di), "La Tecnica ATM nell'Evoluzione delle Reti e dei Servizi", CSELT, Distribuzione UTET Libreria
L. Licciardi (a cura di), "Aspetti Tecnologici per ATM", CSELT, Distribuzione UTET Libreria
F. Ferrero (a cura di), "Prodotti per Reti ATM", CSELT, Distribuzione UTET Libreria

N4881 SISTEMI DI ELABORAZIONE I

Anno: 5 Periodo:1
Impegno (ore): lezione: 6 esercitazione: 2 (*ore settimanali*)
Docente: **Marco MEZZALAMA**

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

Architetture dei sistemi a microprocessore:

- Struttura e organizzazione di sistemi basati su microprocessoeri a 16, 32 e 64 bit. La famiglia Intel: 80x86, Pentium. Analisi della famiglia Intel: modo reale e modo protetto, i supporti hw per la gestione dei processi e della memoria (centrale e virtuale). La famiglia Motorola 68000. Architettura e progetto della memoria centrale: DRAM; *cache*; tecniche di rilevamento e correzione di errori. Metodologie di gestione dei periferici e relativi dispositivi per la gestione di interrupt e DMA. Progetto di interfacce: I/O *standard*; *CRT e video controller*; *disk controlle, LAN controller*. Coprocessori matematici e unità aritmetiche:

La struttura dei personal computer:

- La gerarchia dei bus: bus di memoria, PCI, ISA, EISA, AGP
- Organizzazione di sistema e chip set
- Gestione dei periferici a livello DOS e WIN
- Driver del BIOS.
- Organizzazione interna dei sistemi operativi MS-DOS e Windows.

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 comune e delle cache; il protocollo MESI, *multitasking*

L'evoluzione dei microprocessori:

- Architetture CISC/RISC evolute (Pentium Pro, Pentium II,...).
- Architetture DISP
- Architetture RISC (Dec Alpha - IBM PowerPC- MIPS)

Multimedialità:

- Struttura e dispositivi a supporto della multimedialità. Le diverse tecniche di codifica audio e video

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Sono previsti interventi di tecnici esterni per approfondire speciali tematiche specie di carattere applicativo ed industriale.

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.

BIBLIOGRAFIA

Dispense e documentazione del corso.

Testi ausiliari

H.P. Messmer: "*The indispensable PC Hardware Book*", 2nd edition, Addison Wesley

W. Stallings:"*Computer Organizatio and Architecture*", Prentice Hall

Tannebaum, "*Structured computer organization*", Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990

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

Manuali tecnici INTEL

ESAME

Prova scritta ed orale. È richiesto lo sviluppo di una tesina.

N4882 SISTEMI DI ELABORAZIONE II

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 9
Docente: **Angelo Raffaele MEO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Nel corso si presenteranno informazioni approfondite sulle architetture e tecnologie più avanzate per l'elaborazione dell'informazione. In particolare, si discuteranno i sistemi operativi più recenti (WINDOWS 95, WINDOWS NT) e si svolgeranno esercitazioni di laboratorio finalizzate all'insegnamento delle tecniche di programmazione in quegli ambienti.
Le architetture e le tecnologie per la multimedialità, la crittografia, le reti neurali, gli algoritmi genetici completeranno il corso.

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 5

Architettura dei Sistemi di Elaborazione di tipo Parallelo:
- Classificazione dei sistemi paralleli
- I Supercalcolatori Vettoriali
- L'architettura dei supercalcolatori CRAY
- Gli elaboratori a Parallelismo Massiccio
- L'economia dell'informatica
- I dati di mercato, l'evoluzione del settore

Sistemi operativi:
- Il Sistema Operativo e l'Ambiente Windows
- I Sistemi Operativi Windows NT, Windows 95, UNIX, OS2
- LINUX: caratteristiche generali e confronti

II MODULO
Crediti: 4

Il mondo del Mainframe IBM
- Architetture hardware
- Metodi di accesso
- I TP monitor

Applicazioni avanzate di Internet
- Wele server e DBMS
- Ambienti di sviluppo e applicativi del mondo UNIX e del mondo Microsoft.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni sperimentali in laboratorio su rete di Personal Computer relative alla programmazione in ambiente WINDOWS.

BIBLIOGRAFIA

Il docente distribuirà la documentazione relativa ai singoli argomenti.

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

N4883 SISTEMI DI ELABORAZIONE (DISTRIBUITI)

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio: 2
Crediti: 9
Docente: **Antonio LIOY** (Dipartimento di Automatica e Informatica, ufficio 29, tel. 564.7021; e-mail: lioy@polito.it;

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso affronta le problematiche più avanzate della progettazione di sistemi elaborazione di tipo distribuito, ossia ove le reti giocano un ruolo fondamentale. In particolare ci si sofferma sugli aspetti teorici e pratici dei modelli architetturali di sistemi distribuiti, sulla sicurezza in ambiente di rete e sulle applicazioni di workflow/commercio elettronico.
Il corso comprende esercitazioni teoriche in aula (analisi di casi di studio) ed esercitazioni pratiche in laboratorio (sviluppo di progetti specifici) su tutti i filoni sopra descritti.

REQUISITI

Reti di Calcolatori I

PROGRAMMA

I MODULO: ARCHITETTURA DEI SISTEMI DISTRIBUITI
Crediti: 4

Cenni sull'ingegneria del software per sistemi distribuiti (specifica, progettazione, implementazione); architetture distribuite client-server e peer-to-peer; implementazioni basate su scambio di messaggi, canali logici o RPC; architetture di sistemi a due e tre livelli con interfacce di tipo World Wide Web; sistemi distribuiti ad oggetti; agenti attivi; il linguaggio Java; *middleware* per sistemi distribuiti (CORBA, DCOM, DCE); sistemi di *directory* (X.500, LDAP, ActiveDir)

II MODULO: SICUREZZA DELLE RETI E COMMERCIO ELETTRONICO
Crediti: 5

SICUREZZA DEI SISTEMI E DELLE RETI
debolezze delle reti e dei sistemi di elaborazione, principali tipologie di attacco; tecniche matematiche per la protezione delle informazioni (stenografia, crittografia, digest); tecniche di autenticazione a chiave privata e chiave pubblica (Kerberos, X.509); le smart-card come supporto di sicurezza per operazioni crittografiche e memorizzazione di informazioni riservate; lo standard IPSEC per la protezione delle reti IP; sicurezza dei protocolli per la gestione e la configurazione delle reti IP; utilizzo dei firewall per la realizzazione di sottoreti protette e comunicazioni filtrate; protezione dei messaggi di posta elettronica (IMAP, PGP, S/MIME); sicurezza del WWW (SSL, PCT) e degli accessi remoti interattivi
DOCUMENTI DIGITALI E COMMERCIO ELETTRONICO
modelli di workflow e commercio elettronico; legislazione nazionale ed internazionale in materia di documenti elettronici; la firma digitale ed i documenti elettronici; le autorità di certificazione (CA) e le infrastrutture a chiave pubblica (PKI); il protocollo SET ed altri sistemi per il commercio elettronico; moneta ed assegni digitali (CyberCash, First Virtual, Mondex, Visa Cash ed altri); studio delle caratteristiche di sistemi esistenti

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

- analisi di un sistema distribuito reale: tipo di architettura, flussi informativi, soluzioni tecnologiche adottate
- ORBIX, una piattaforma CORBA commerciale: architettura, linguaggi, servizi, meccanismi di implementazione e di amministrazione, ambiente di sviluppo
- programmazione sicura: tecniche di programmazione in sicurezza, librerie crittografiche in linguaggio C/C++ e Java
- sicurezza delle reti: analisi di sicurezza dettagliata di un protocollo di rete

Laboratorio:

- sviluppo di un'applicazione distribuita con tecniche di middleware
- sviluppo di un'applicazione distribuita sicura
- sviluppo di un client o un server per un protocollo sicuro standard
- sviluppo di una semplice applicazione basata su smart-card

BIBLIOGRAFIA

A.Lioy, "Sistemi di Elaborazione dell'Informazione Distribuiti - quaderno di testo", Politeko

Testi ausiliari (per approfondimenti):

R.Orfali, D.Harkey, J.Edwards, "The essential distributed objects survival guide", John Wiley & Sons, 1996

B.Schneier, "Applied cryptography (II ed)", John Wiley & Sons, 1995

W.Stallings, "Cryptography and network security" (II edizione), Prentice-Hall, 1998

ESAME

L'esame consiste nella progettazione e nello sviluppo di parti di un sistema distribuito, opzionalmente integrate con una prova orale.

F4901 SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE I

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 6
Crediti: 9
Docente: **Ermanno NANO** (Dipartimento di Elettronica, tel. 564.4015, e-mail: nano@polito.it; orario di ricevimento: lun e mer 15-18)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso, di carattere applicativo, ha la finalità di trattare i sistemi di radiodiffusione sonora e televisiva.
Il primo modulo, è relativo 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.
Il secondo modulo 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.

PROGRAMMA

I MODULO: SISTEMI DI RADIODIFFUSIONE RADIOFONICA E TELEVISIVA
Crediti: 5
Requisiti: Comunicazioni elettriche (F0800 o L0802 o L0801 o N0800)

- *RADIODIFFUSIONE SONORA*: sistema MA (a modulazione di ampiezza), sistema MF (a modulazione di frequenza, mono e stereo), canalizzazione (MA e MF)
- *ANTENNE RICEVENTI*: a stilo (MA e MF), a ferrite (MA), a dipolo ripiegato e YAGI (VHF/UHF), a parabola (SHF)
- *CARATTERISTICHE DEI RICEVITORI*: definizioni, antenne fittizie, metodi di misura, norme IEC
- *RICEVITORI RADIOFONICI*: schema a blocchi, circuito d'entrata, conversione e frequenza immagine, amplificazione a frequenza intermedia, demodulazione, decodifica stereo
- *RADIODIFFUSIONE TELEVISIVA*: terrestre (sistemi NTSC, PAL, SECAM), diretta da satellite (DBS), canalizzazione televisiva (VHF, UHF, SHF)
- *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
- *RADIODIFFUSIONE DATI*: sistema RDS (per MF/VHF), sistema TELEVIDEO (per TV)
- *DISTRIBUZIONE DI SEGNALI VIA CAVO*: impianti d'antenna centralizzati, sistemi CATV, canalizzazione (VHF/UHF, CATV)

II MODULO: COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA DEI RICEVITORI
Crediti: 4
Requisiti: I Modulo

- *PROTEZIONE DELLE RADIOCOMUNICAZIONI*: radiodisturbi naturali ed artificiali, caratteristiche spettrali, effetti sui ricevitori
- *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

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

(cfr. il programma delle lezioni)

- Esercitazioni di calcolo (esempi)

I MODULO: 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

II MODULO: 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

Laboratori - Dimostrazioni e rilievi

(attuabili se compatibili con il numero di allievi)

MODULO 1: misure su ricevitori, spettri di segnali di prova

MODULO 2: misure di radiodisturbi con analizzatore di spettro.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento

I MODULO: E. Nano - Dispense di radiotecnica (in corso di aggiornamento).

II MODULO: E. Nano - Compatibilità elettromagnetica, ed. Boringhieri, 1979

Testi ausiliari (per approfondimenti)

Consigliati durante il corso.

ESAME

Orale

F4902 SISTEMI DI RADIOCOMUNICAZIONE II

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6
Crediti: 9
Docenti: **Marco AJMONE MARSAN, Sergio BENEDETTO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'insegnamento è interamente dedicato ai sistemi di telefonia cellulare radio-mobile, con particolare attenzione al sistema cellulare pan-europeo GSM. Ne vengono esaminati le basi teoriche, i criteri di progetto, la struttura di sistema e le prestazioni. Vengono fornite indicazioni generali relativamente ai sistemi futuri, con particolare attenzione ad UMTS.

REQUISITI

Comunicazioni Elettriche Specialistico (ELN) o *Comunicazioni Elettriche (TLC)*; *Reti di Telecomunicazioni I*

PROGRAMMA

I MODULO: TRASMISSIONE SUL CANALE RADIOMOBILE
(S. BENEDETTO)
Crediti: 5

- Problemi di interferenza.
- Il canale radio. Modelli di *fading*. *Shadowing*. Effetti sulle prestazioni degli schemi di modulazione.
- Tecniche di ricezione con diversità: combinazione a selezione e a rapporto massimale.
- Metodi di modulazione: p/4-DQPSK e GMSK.
- Metodi di codifica del segnale vocale.
- Codifica a controllo di errore.
- Lo *standard* GSM.
- Altri *standard* di telefonia cellulare radio-mobile.

II MODULO: RETI RADIOMOBILE CELLULARI
(M. AJMONE MARSAN)
Crediti: 4

- Introduzione al corso. I sistemi radiomobile in Italia e nel mondo.
- La struttura cellulare. Differenze tra la telefonia fissa e la telefonia radiomobile. Il concetto di *hand-over*.
- Il sistema radiomobile analogico AMPS
- Il sistema radiomobile numerico GSM
- Tecniche di dimensionamento basate sulla teoria del traffico: le formule Erlang C, Erlang B ed Engset; esempi di dimensionamento

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono in esercizi sugli argomenti presentati durante le lezioni.

BIBLIOGRAFIA

I testi verranno indicati all'inizio del corso.

ESAME

L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte: esame tradizionale ed esame con esoneri:

Il primo consiste in una prova scritta che verte sull'intera materia del corso.

Il secondo consiste nel superamento di due prove di esonero svolte durante il corso.

L4920 SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 13
Docente: **Mario PENT**

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.
Il corso è articolato in tre moduli:

I. Ponti Radio e Satelliti (5 crediti)
II. Sistemi radar e radioaiuti alla navigzione (4 crediti)
III. Simulazione di sistemi di trasmissione

I MODULO: PONTI RADIO E SATELLITI
Crediti: 5

REQUISITI

Comunicazioni elettriche (Specialistico) F0800 oppure L0802

PROGRAMMA

Richiami di Propagazione e Antenne: Propagazione nello spazio libero. Modelli di antenne. Propagazione in atmosfera: assorbimento, rifrazione, diffrazione e riflessione. Rumore di antenna
Ponti Radio: Architettura e componenti principali del ripetitore. La tratta in propagazione. Ripetitori passivi. Fading: cause, modelli per fading piatto, effetti, disponibilità. Tecniche di diversità di spazio. Fading selettivo: cause, effetti. Interferenze nei Ponti Radio. Osservazioni conclusive
***Satelliti per Telecomunicazioni*:** Richiami storici. L'ambiente spaziale. Propagazione e antenne. Il ripetitore di bordo. Link Budget. Accesso multiplo: FDMA - TDMA – CDMA. Impiego del ripetitore rigenerativo. Diffusione TV da satellite. Radio Diffusione da satellite. Frequency Reuse. Aspetti di convenienza economica. Osservazioni conclusive.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Dimensionamento di una tratta in ponte radio
Scelta di siti per un collegamento in P.R.
Dimensionamento di un collegamento via satellite
Prestazioni di sistemi di accesso multiplo

VISITE TECNICHE

Visita a torre radio con impianti di ponti radio e stazioni base per telefonia cellulare.

BIBLIOGRAFIA

Appunti e note tecniche distribuite dal docente
Testi di riferimento e consultazione.

- Comitato Scientifico CSELT, IL FUTURO DELLA RADIO, vol. I e II, UTET, Torino
- S. Tirrò (ed), SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM DESIGN, Plenum Press, New York, 1993

ESAME

- Accertamento scritto per gli studenti che **non** seguono contemporaneamente il corso ridotto di "Simulazione di sistemi di trasmissione"
- Prova orale per gli studenti che seguono contemporaneamente il corso ridotto di "Simulazione di sistemi di trasmissione"

II MODULO: SISTEMI RADAR E RADIOAIUTI ALLA NAVIGAZIONE
Crediti: 4

REQUISITI

Comunicazioni elettriche (Specialistico) F0800 oppure L0802

PROGRAMMA

Radar: Principi di funzionamento. Il radar elementare. Teniche di compressione di impulsi. Elaborazione di risposte multiple. Radar di sorveglianza - Clutter – MTI. Radar secondario, principi di funzionamento, "garble" e "fruit". Integrazione primario-secondario. Algoritmi di tracking. Radar di inseguimento. Cenni ai radar meteorologici.
Radioaiuti alla navigazione aerea: Sistemi di navigazione a medio raggio: VOR, DME. Sistemi di navigazione a lungo raggio: Inerziale, GPS. Sistemi di atterraggio strumentale: ILS. Sistemi anticollisione: TCAS

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Calcolo di prestazioni di un radar elementare
Calcolo di prestazioni di un radar con elaborazione di risposte multiple
Tecniche di compressione di impulsi (chirp)
Calcolo di prestazioni di un radar secondario

VISITE TECNICHE

Visita a impianti di radioassistenza presso un aeroporto civile

BIBLIOGRAFIA

Appunti e note tecniche distribuite dal docente
Testi di riferimento e consultazione.
M. Skolnik, RADAR HANDBOOK, McGraw-Hill

ESAME

Accertamento scritto

III MODULO: SIMULAZIONE DI SISTEMI DI TRASMISSIONE
Crediti: 4

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di fornire gli strumenti teorici per la simulazione dei sistemi di trasmissione nel dominio del tempo o nel dominio misto tempo-frequenza, con particolare attenzione alla validazione dei modelli utilizzati ed al calcolo delle prestazioni. I metodi teorici acquisiti sono applicati durante i laboratori software all'analisi ed all'ottimizzazione di sistemi di telecomunicazione di complessità via via crescente.
Il corso è organizzato in modulo unico

REQUISITI

Modulo 1 del corso F-L4920 (eventualmente seguito in parallelo)

PROGRAMMA

- Richiami di teoria dei segnali:
- la rappresentazione dei segnali a banda stretta mediante l'inviluppo complesso, filtri FIR e IIR, filtri a fase lineare, sistemi non distorcenti
- Simulazione di sistemi lineari tempo invarianti mediante modelli numerici: la trasformata bilineare, la trasformata invariante per l'impulso, il ``frequency-sampling''
- Cenni di teoria della stima: stimatore consistente e polarizzato
- Richiami di stima spettrale: il metodo del periodogramma, l'uso delle finestre
- Metodi per la valutazione della probabilità di errore: il conteggio degli errori, le tecniche semianalitiche, l'importance sampling

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Studio mediante simulazione e valutazione delle prestazioni dei seguenti schemi trasmissivi:

- 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
- 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
- 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
- Ottimizzazione dei parametri trasmissivi di una tratta di ponte radio

Nota: Per le simulazioni verrà utilizzato il package di simulazione TOPSIM IV

BIBLIOGRAFIA

I testi di approfondimento dei singoli argomenti verranno indicati durante il corso.

ESAME

Al termine delle esercitazioni di laboratorio lo studente è tenuto a presentare una relazione scritta che sarà oggetto di valutazione di merito. Il voto finale sarà basato sulle valutazioni delle relazioni presentate durante lo svolgimento del modulo.

F5011 SISTEMI INFORMATIVI I

Anno: 2 Periodo: 1
Crediti: 11
Docente: **Paolo MONTUSCHI** (Dipartimento di Automatica e Informatica)

I MODULO: SISTEMI DI ELABORAZIONE, ALGORITMI E STRUTTURE DATI

Impegno (ore) lezione: 6 esercitazione: 2
Durata: 7 settimane
Crediti: 6

PRESENTAZIONE

Il modulo ha come scopi:
approfondire lo studio delle strutture dati e degli algoritmi fondamentali;
illustrare alcuni aspetti architetturali dei sistemi di elaborazione, quali le strutture interne, l'organizzazione e le modalità di interconnessione.
Il modulo prevede lezioni ed esercitazioni in aula.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica, Analisi Matematica I.

PROGRAMMA

- Analisi della complessità degli algoritmi: teoria ed esercizi (4 ore).
- Algoritmi di ordinamento: teoria ed esercizi (8 ore).
- Tipi di dati astratti (Pile, code, liste) e loro realizzazione: teoria ed esercizi (8 ore).
- Alberi, alberi binari, visite, algoritmi di ricerca e di bilanciamento, inserimento e cancellazione: teoria ed esercizi (10 ore).
- Grafi (definizioni, usi, visite ampiezza, profondità, minimum spanning tree e cammini minimi, isomorfismo, planarità, clique colorazione): teoria ed esercizi (12 ore).
- Architettura dei sistemi di elaborazione: architettura, pipeline, organizzazione, indirizzamento dei dispositivi periferici, colloquio con i dispositivi periferici, sistemi operativi, segmentazione ed indirizzamento della memoria (14 ore).

ESERCITAZIONI DI LABORATORIO

Non sono previste esercitazioni di laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, "Introduction to algorithms", McGraw Hill (anche in italiano)
- Prinetto, M. Sonza Reorda, "Algoritmi e strutture dati", Levrotto e Bella
- Yu- Cheng Liu, Glenn A. Gibson, "Microcomputer systems, the 8086 - 8088 family: architecture, programming, and design", Prentice Hall

Testi ausiliari:

- William Stallings, "Computer Organization and Architecture: Designing for Performance", Prentice Hall

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta di teoria ed in una prova orale. Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione e la consegna dello statino presso la Segreteria del Settore

dell'Informazione. Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenze, l'eventuale esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione.

II MODULO: ELEMENTI DI PROGRAMMAZIONE

Impegno (ore sett.) lezione: 2 esercitazione: 5 laboratorio: 2
laboratorio supplementare, non obbl.: 2
Durata: 7 settimane
Crediti: 5

PRESENTAZIONE

Il modulo ha come scopi:

- approfondire lo studio delle metodologie di programmazione, con riferimento alla realizzazione delle strutture dati e degli algoritmi fondamentali;
- illustrare gli aspetti fondamentali e le metodologie della programmazione nel linguaggio assembler.

Il modulo prevede lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni di laboratorio.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica, Analisi Matematica I, Sistemi di Elaborazione Algoritmi e Strutture Dati.

PROGRAMMA

- Programmazione avanzata nel linguaggio C (puntatori, file, strutture dati complesse, ricorsione, algoritmi): teoria ed esercizi (34 ore).
- Esercitazioni di laboratorio sulla programmazione in C (14 ore).
- Programmazione nel linguaggio assembler 8086: teoria ed esercizi (16 ore).

ESERCITAZIONI DI LABORATORIO

Verranno proposte alcune esercitazioni pratiche allo scopo di migliorare le tecniche di programmazione illustrate durante il corso. Le esercitazioni saranno svolte utilizzando principalmente elaboratori della classe Personal Computer.

BIBLIOGRAFIA

- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, "Introduction to algorithms", McGraw Hill (anche in italiano)
- Kernighan, D.M. Ritchie, "The C Programming Language", Prentice Hall
- Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda, "Il linguaggio di Programmazione Assembler 8086", Levrotto&Bella, Torino

Testi ausiliari:

- Prinetto, M. Sonza Reorda, "Esempi di programmazione in linguaggio C", Levrotto&Bella, Torino
- Tenenbaum, Y. Langsam, M.J. Augenstein, "Data structures using C", Prentice-Hall
- Scanlon, "IBM PC & XT Assembly Language", Prentice Hall

ESAME

L'esame consiste nelle seguenti prove: prova scritta di programmazione (assembler e C) e prova orale. Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione e la consegna dello statino

presso la Segreteria del Settore dell'Informazione. Per poter accedere alla prova orale occorre sia avere realizzato il programma funzionante (su dischetto da 3" 1/2 per verifica su PC) relativo al proprio elaborato in C sviluppato in occasione della prova scritta di programmazione, sia essere in possesso della raccolta delle proprie relazioni relative alle esercitazioni teoriche e pratiche proposte durante il corso. Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenze, l'eventuale esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione (piano terreno, di fronte all'aula 12).

L5011 SISTEMI INFORMATIVI I

Anno: 3 Periodo: 2
Impegno (ore) lezione: 6 esercitazione: 2 laboratorio:4 (non obbligatorio)
Crediti: 10
Docente: **Aldo LAURENTINI**

I MODULO
Crediti: 6

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Approfondire lo studio delle metodologie di programmazione in C , delle strutture dati e degli algoritmi fondamentali.
Il Corso comprende lezioni, esercitazioni ed attività di laboratorio su *personal computer* e minie-laboratori.

REQUISITI

Fondamenti di informatica

PROGRAMMA

- Analisi della complessità degli algoritmi[5 ore]
- Richiami sul linguaggio C [5 ore]
- Algoritmi di ordinamento: teoria, esercizi, realizzazioni in C [8 ore]
- Tipi di dati astratti (Pile, code, liste) e loro implementazione: teoria, esercizi, realizzazioni in C [6 ore]
- Alberi, alberi binari, visite, algoritmi di ricerca, inserimento e cancellazione: teoria, esercizi, realizzazioni in C [8 ore]
- *Hash*, code di priorità: teoria, esercizi, realizzazioni in C [6 ore]
- Grafi (definizioni, usi, visite ampiezza, profondità *minimum spanning tree* e cammini minimi, isomorfismo, planarità *clique* colorazione, dominanza, indipendenza): teoria, esercizi, realizzazioni in C [8 ore]

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni su elaboratori del tipo *Personal Computer*. Per le esercitazioni di laboratorio gli studenti saranno suddivisi in squadre.

BIBLIOGRAFIA

Teoria:
Appunti delle lezioni disponibili presso la Segreteria Studenti
Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, *"Introduction to algorithms"*, McGraw Hill
A.M. Tenenbaum, Y. Langsam, M.J. Augenstein, *"Data structures using C"*, Prentice-Hall
Programmazione:
B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, *"The C Programming Language"*, Prentice Hall
Testi ausiliari
Sara Baase, *"Computer algorithms: introduction to design and analysis"*, Addison Wesley
P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *"Algoritmi e strutture dati"*, Levrotto e Bella
P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *"Esempi di programmazione in linguaggio C"*, Levrotto&Bella, Torino

ESAME

L'esame consiste nelle seguenti prove:

- Prova scritta di teoria
- Prova scritta di programmazione (Assembler e C)
- Prova orale (facoltativa)

N.B. Le regole dettagliate d'esame sono disponibili al sito Internet www.polito.it

II MODULO

Crediti: 4

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Illustrare alcuni aspetti architetturali dei sistemi di elaborazione, quali le strutture interne, il linguaggio di programmazione *assembler*, le modalità di interconnessione. Fornire nozioni di programmazione avanzata in C.

REQUISITI

Fondamenti di informatica. Modulo 1

PROGRAMMA

- Architettura dell'elaboratore; architettura dei microprocessori 8086 e 80386; architetture di sistemi multiprocessore e algoritmi paralleli [12 ore]
- Il linguaggio *assembler* 8086 e 8087: teoria, esercizi, esercitazioni pratiche di laboratorio [12 ore]
- Reti di calcolatori [6 ore]
- Programmazione avanzata nel linguaggio C (puntatori, file, strutture dati complesse, recursione): teoria ed esercizi [16 ore]

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Esercitazioni su elaboratori del tipo *Personal Computer*. Per le esercitazioni di laboratorio gli studenti saranno suddivisi in squadre.

BIBLIOGRAFIA

Teoria:

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, *"Introduction to algorithms"*, McGraw Hill

A.M. Tenenbaum, Y. Langsam, M.J. Augenstein, *"Data structures using C"*, Prentice-Hall

Programmazione:

B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, *"The C Programming Language"*, Prentice Hall

P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda, *"Il linguaggio di Programmazione Assembler 8086"*, Levrotto&Bella, Torino

Testi ausiliari

Sara Baase, *"Computer algorithms: introduction to design and analysis"*, Addison Wesley

Scanlon, *"IBM PC & XT Assembly Language"*, Prentice Hall

Yu- Cheng Liu, Glenn A. Gibson, *"Microcomputer systems, the 8086 - 8088 family: architecture, programming, and design"*, Prentice Hall

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *"Algoritmi e strutture dati"*, Levrotto e Bella

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

ESAME

L'esame consiste nelle seguenti prove:

- Prova scritta di teoria
- Prova scritta di programmazione (Assembler e C)
- Prova orale (facoltativa)

N.B. Le regole dettagliate d'esame sono disponibili al sito Internet www.polito.it

F5012 SISTEMI INFORMATIVI II

Anno: 4 Periodo: 2
Crediti: 10
Docente: **Angelo SERRA** (Dipartimento di Automatica e Informatica)

I MODULO: PROGRAMMAZIONE AD OGGETTI

Periodo: primo emisemestre durata 7 settimane
Impegno (ore totali) lezione: 20 esercitazione: 12 laboratorio: 8
laboratorio supplementare, non obbligatorio: 4

Crediti: 4

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il modulo ha lo scopo:

- di introdurre il paradigma ad oggetti per l'analisi, il progetto e la programmazione di sistemi software complessi;
- nell'ambito del modulo sarà illustrata la metodologia OMT per l'analisi ed il progetto e sarà utilizzato il linguaggio C++ per la programmazione.

Il modulo prevede lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni di laboratorio.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica I, Sistemi Informativi I, Analisi Matematica I.

PROGRAMMA

- Linguaggio C++: estensioni al C, reference, const, new, delete; classi, data/function members, private/public, constructor, copy constructor, operator overloading, inheritance, polimorfismo, dynamic binding.
- OMT, object model, classi, associazioni, aggregation, generalization.
- OMT, dynamic model, event flow, event trace, state diagrams, object interaction diagram;
- Object oriented analysis, object oriented design:
- Design Patterns: Iterator, Composite, Decorator

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Verranno proposte alcune esercitazioni pratiche allo scopo di esemplificare e esperimentare le tecniche apprese durante il corso. Le esercitazioni saranno svolte utilizzando principalmente elaboratori della classe Personal Computer sotto il sistema operativo WINDOWS95.

1. dato un file di testo, stampare sul monitor il testo formattato (righe centrate, giustificate)
2. editor grafico: rappresentazione poligoni e sottoclassi
3. simulazione sistema ferroviario: sono dati l'elenco dei treni e dei percorsi. Pattern Iterator
4. simulazione del controllo di una cella di assemblaggio bulloni. Pattern Composite
5. simulazione routing messaggi su una rete di calcolatori: Pattern Decorator

BIBLIOGRAFIA

Rumbaugh J. e altri, "Object Modelling Technique", Prentice Hall, 1991.
Lippman S., "C++: corso di programmazione", Addison Wesley, 1993.
Lucidi del corso, esempi, esercitazioni sono disponibili all'URL www.polito.it/~ Ulisse/F5012

ESAME

L'esame può essere superato nei modi seguenti.
- ESONERI in itinere (scritti) Votazione massima: 30 lode.

- PROVA SCRITTA IN AULA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- TESINA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- SOLO ORALE: qualora si abbia superato gli esoneri (scritti) oppure lo scritto oppure la tesina in almeno uno dei due rimanenti moduli del corso di Sistemi Informativi II: Votazione massima: 30
- SOLO ORALE su un sottoinsieme del programma: qualora la condizione precedentemente indicata non sia soddisfatta: Votazione massima: 24.

Gli esoneri prevedono prove scritte di teoria e di programmazione sequenziale in C++ sotto WINDOWS95.
La prova scritta consiste nella programmazione sequenziale in C++, sotto WINDOWS95, di una applicazione concorrente.
Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.
Per poter accedere alla prova orale occorre sia avere realizzato il programma funzionante (su dischetto da 3" O per verifica su PC) relativo al proprio elaborato, in C++, sviluppato in occasione della prova scritta di programmazione, sia essere in possesso della raccolta delle proprie relazioni relative alle esercitazioni pratiche proposte durante il corso.
Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenza, esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

II MODULO: ARCHITETTURA DEI SISTEMI DI ELABORAZIONE

Periodo: secondo emisemestre durata 7 settimane
Impegno (ore totali) lezione: 20 esercitazione: 12 laboratorio: 6
laboratorio supplementare, non obbligatorio: 4
Crediti: 3

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il modulo ha lo scopo:
- di fornire informazioni approfondite sulla architettura dei moderni elaboratori sia di tipo generale (famiglia Intel 80x86) che di quelle specializzate per l'elaborazione di segnali, DSP;
- di introdurre alla programmazione in linguaggio assembler dei microprocessori 80x86 e ADSP21xx.

Il modulo prevede lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni di laboratorio.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica I, Sistemi Informativi I, Analisi Matematica I.

PROGRAMMA

- Concetti generali sull'architettura dei processori della serie Intel 80X86.
- Linguaggio assembler relativo: MASM86.
- Gestione dei periferici: interruzioni e DMA.
- Architettura di un microcalcolatore DSP a virgola fissa, l'ADSP 2101
- Linguaggio assembler relativo.
- Il sistema di sviluppo per ADSP2101 simulatore ed emulatore in tempo reale.
- Programmazione di funzioni modulari utilizzate nell'elaborazione dei segnali e nelle trasmissioni dati.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Verranno proposte alcune esercitazioni pratiche allo scopo di esemplificare e esperimentare le

tecniche apprese durante il corso. Le esercitazioni saranno svolte utilizzando sia elaboratori della classe Personal Computer in linguaggio assembler MASM86 e C, ed elaboratori DSP in assembler ADSP2101.

arch1: uso del codeview; semplici esercizi in MASM86 utilizzando i vari tipi di indirizzamento

arch2: routine richiamabili da linguaggio C; esercizi di aritmetica in precisione multipla; esercizi su strutture dati più complesse

dsp1: uso del simulatore per ADSP2101; verifica di programmi per filtri FIR e IIR

dsp2: schema a blocchi di un trasmettitore e di un ricevitore di un modem QAM; realizzazione e prova di alcune routine.

BIBLIOGRAFIA

Prinetto P., Rebaudengo M., Sonza Reorda M., "Assembler 8086/8088", Levrotto & Bella, Torino 1996.

Ingle V.K., Proakis J.G., "Digital Signal Processing Laboratory Using the ADSP 2101 microcomputer", Prentice Hall, 1991.

Yu-Cheng Liu, Glenn A. Gibson, "Microcpmputer systems, the 8086 - 8088 family: architecture, programming, and design", Prentice Hall. Cap. 2-6.

Lucidi del corso, esempi, esercitazioni sono disponibili all'URL www.polito.it/~ Ulisse/F5012

ESAME

L'esame può essere superato nei modi seguenti.

- ESONERI in itinere (scritti): Votazione massima: 30 lode.
- PROVA SCRITTA IN AULA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- TESINA + ORALE Votazione massima: 30 lode.
- SOLO ORALE: qualora si abbia superato gli esoneri (scritti) oppure lo scritto oppure la tesina in almeno uno dei due rimanenti moduli del corso di Sistemi Informativi II: Votazione massima: 30
- SOLO ORALE su un sottoinsieme del programma: qualora la condizione precedentemente indicata non sia soddisfatta: Votazione massima: 24.

Gli esoneri prevedono prove scritte di teoria e di programmazione in MASM86 e assembler ADSP2101.

La prova scritta consiste nella programmazione in MASM86 e ADSP2101 di una applicazione di elaborazione di segnali.

Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

Per poter accedere alla prova orale occorre sia avere realizzato il programma funzionante (su dischetto da 3" O per verifica su PC) relativo al proprio elaborato, in MASM86 e assembler ADSP2101, sviluppato in occasione della prova scritta di programmazione, sia essere in possesso della raccolta delle proprie relazioni relative alle esercitazioni pratiche proposte durante il corso.

Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenza, esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

III MODULO: SISTEMI OPERATIVI

Periodo: tutto il semestre

Impegno (ore totali) lezione: 20 esercitazione: 8 laboratorio: 8
laboratorio supplementare, non obbligatorio: 4

Crediti: 3

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il modulo ha lo scopo:

- di introdurre alla gestione da parte di più utenti delle risorse di un sistema di elaborazione;
- di presentare i principi di programmazione concorrente;
- di privilegiare l'utilizzo del sistema operativo Unix per la programmazione di applicazioni sequenziali e concorrenti in C e C++.

Il modulo prevede lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni di laboratorio.

REQUISITI

Fondamenti di Informatica I, Sistemi Informativi I, Analisi Matematica I.

PROGRAMMA

- Cenno sulla struttura interna del sistema operativo.
- Processi: processi sequenziali, concorrenti, primitive di sincronizzazione e di gestione dei processi . Modelli a memoria comune e a scambio di messaggi.
- Schedulazione dei processi.
- Esempi di programmazione concorrente con primitive semaforiche in pseudo C.
- Sistema UNIX:
  - comandi, strumenti per lo sviluppo del software.
  - chiamate di sistema.
  - creazione e terminazione dei processi.
  - comunicazione e sincronizzazione di processi: fork, wait, signal, pipe, alarm, sockets.
  - sistemi client-server come applicazione dei sockets.
  - cenni ai sistemi distribuiti in Internet.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Verranno proposte alcune esercitazioni pratiche allo scopo di esemplificare e esperimentare le tecniche apprese durante il corso. . Le esercitazioni saranno svolte utilizzando principalmente elaboratori della classe Personal Computer sotto il sistema operativo UNIX (LINUX).

unix1: editare compilare e linkare programma C, utilizzo dei comandi di UNIX
unix2: generare n processi con fork, sincronizzarli con signal; scambiare messaggi con pipe
unix3: risolvere un problema client-server con i sockets
unix4: risolvere un problema di applicazione distribuita in Internet multiclient e multiserver.

BIBLIOGRAFIA

Ancillotti P., Boari M., Ciampolini A., "Sistemi Operativi", Pitagora Editrice, 1994.
AAVV., "Guida alla programmazione concorrente in Unix", pubblicazione interna.
Lucidi del corso, esempi, esercitazioni sono disponibili all'URL www.polito.it/~ Ulisse/F5012
Testi ausiliari:
K. HAVILLAND, SALAMA: " UNIX System Programming" Addison Wesley, 1987.

ESAME

L'esame può essere superato nei modi seguenti.

- ESONERI in itinere (scritti): Votazione massima: 30 lode.
- PROVA SCRITTA IN AULA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- TESINA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- SOLO ORALE: qualora si abbia superato gli esoneri (scritti) oppure lo scritto oppure la tesina in almeno uno dei due rimanenti moduli del corso di Sistemi Informativi II: Votazione massima: 30.
- SOLO ORALE su un sottoinsieme del programma: qualora la condizione precedentemente indicata non sia soddsfatta: Votazione massima: 24.

Gli esoneri prevedono prove scritte di teoria e di programmazione concorrente in C sotto Unix. Al termine del primo emisemestre è previsto un esonero sulla parte di programma svolta fino a quel momento.
La prova scritta consiste nella programmazione in C, sotto Unix, di una applicazione concorrente.
Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.
Per poter accedere alla prova orale occorre sia avere realizzato il programma funzionante (su dischetto da 3" ❑ per verifica su PC) relativo al proprio elaborato, in C, sviluppato in occasione della prova scritta di programmazione, sia essere in possesso della raccolta delle proprie relazioni relative alle esercitazioni pratiche proposte durante il corso.
Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenza, esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

N5030 SISTEMI OPERATIVI

Anno: 4 Periodo: 1
Crediti: 12
Docente: **Pietro LAFACE** (Collab.: **Mario Baldi**)

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.

I MODULO: ARCHITETTURA DEI SISTEMI OPERATIVI
Crediti: 6

REQUISITI

Calcolatori elettronici, Fondamenti di Informatica, Fondamenti di Informatica II

PROGRAMMA

Sistema operativo come interfaccia utente, come gestore di risorse e come macchina gerarchica.
Definizione e struttura dei processi sequenziali e dei processi concorrenti.
Primitive di sincronizzazione e costrutti linguistici per la gestione della concorrenza.
Gestione dei processori e dei processi.
Gestione della memoria: segmentazione, paginazione e swapping.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

L'attività di laboratorio riguarderà:
1. Shell Unix
2. Amministrazione di sistema
3. Unix System Programming

BIBLIOGRAFIA

Silbershatz A., P. Galvin, "Operating System Concepts", Quinta Edizione, Addison Wesley Publishing Company, 1997
Cornes P., "The LINUX A-Z", Prentice Hall

ESAME

L'esame è scritto e verte sui contenuti svolti durante le lezioni e le esercitazioni riguardanti la programmazione concorrente.

II MODULO: PROGETTO DI SISTEMI OPERATIVI
Crediti: 6

REQUISITI

Architettura dei Sistemi Operativi II

PROGRAMMA

Schedulazione dei job.
Gestione delle unità periferiche: gestione terminali, gestione degli accessi a disco.
Gestione degli archivi.
Protezione delle risorse e delle informazioni.
Sistemi operativi distribuiti.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

L'attività di laboratorio riguarderà:

1. Advanced Unix System Programming
2. Tesine che permettano di approfondire la conoscenza dell'architettura Unix e Windows. Si utilizzerà Linux come esempio di sistema Unix in modo da permettere agli studenti di utilizzare il sistema su PC e di poterlo modificare.

BIBLIOGRAFIA

Silbershatz A., P. Galvin, "Operating System Concepts", Quinta Edizione, Addison Wesley Publishing Company, 1997
Cornes P., "The LINUX A-Z", Prentice Hall

ESAME

L'esame è scritto e verte sui contenuti svolti durante le lezioni e le esercitazioni e prevede lo sviluppo di un tema di programmazione concorrente in linguaggio C.

N5050 SISTEMI PER LA PROGETTAZIONE AUTOMATICA

Anno: 4 Periodo: 1
Crediti: 9
Docente: **Paolo PRINETTO**

I MODULO: COLLAUDO DI SISTEMI DIGITALI I
Periodo: primo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione/esercitazione: 6 lavoro individuale: 8
Crediti: 4

REQUISITI
Progetto di Sistemi Digitali II

PROGRAMMA
- Introduzione al collaudo dei sistemi digitali [4]
- Collaudo strutturale fault oriented [4]
- Tecniche di Design for Testability [4]
- Tecniche BIST e relativi esempi [8]
- Il collaudo delle memorie [4]
- Il collaudo dei processori [2]
- Il collaudo delle piastre ed il Boundary Scan (1149.1) [4]
- Il collaudo dei core e lo standard P1500 [2]
- Introduzione agli ATE [2]
- Esempi di collaudo [6].

BIBLIOGRAFIA
Copie dei lucidi utilizzati a lezione

ESAME
Esame Orale

II MODULO: COLLAUDO DI SISTEMI DIGITALI II
Periodo: secondo emisemestre
Impegno (ore) lezione: 6 laboratorio assistito: 1
lavoro individuale: 3 laboratorio non assistito: 5
Crediti: 5

REQUISITI
Collaudo di Sistemi Digitali I

PROGRAMMA
- Introduzione alla qualità [2]
- Collaudo on-line [4]
- Affidabilità [4]
- Codici [2]
- Architetture Fault Tolerant [4]
- Presentazione di esperienze industriali [12]
- Revisioni periodiche dello stato di avanzamento dei progetti [14].

BIBLIOGRAFIA

Copie dei lucidi utilizzati a lezione

ESAME

Svolgimento di un lavoro individuale

L5240 STRUMENTAZIONE BIOMEDICA

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore totali) lezione: 70 esercitazione: 10 laboratorio: 10
Crediti: 9
Docente: **Roberto MERLETTI**

REQUISITI

Corsi di base di fisica e matematica. Circuiti analogici e digitali. Fondamenti di teoria dei segnali.

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 5
Introduzione alle misure sui sistemi viventi e alla fisiologia umana. Cellule nervose e muscolari, sistema neuromuscolare, sistema cardiovascolare, sistema respiratorio e renale. Approccio ingegneristico alla fisiologia umana. Trasduttori ed elettrodi per applicazioni biomediche. Principi di funzionamento dei trasduttori di posizione, pressione, temperatura, flusso, utilizzati nella strumentazione biomedica

II MODULO
Crediti: 4
Strumentazione per diagnostica cardiaca e neuromuscolare, per protesi e ortesi. Strumentazione per clinica chimica ed ematologia. Immagini biomediche con Raggi X, ultrasuoni e risonanza magnetica. Ingegneria clinica, sicurezza eletrtrica, Produzione e manutenzione di strumentazione biomedica

BIBLIOGRAFIA

G. Avanzolini, Strumentazione Biomedica, Patron Editore, Bologna, 1998
C. Lamberti, W. Rainer, Le apparecchiature biomediche e la loro gestione, Patron Editore, Bologna, 1998
J. Webster, Medical Instrumentation, J. Wiley, 1995

L5260 STRUMENTAZIONE E MISURE ELETTRONICHE

Anno: 5
Crediti: 9
Periodo: 1
Docente: **Umberto PISANI** (Dipartiamento di Elettronica; Il docente è disponibile a ricevere studenti su appuntamento telefonico; comunque garantisce la sua presenza in ufficio in orari da definire e che saranno comunicati

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è composto da due moduli, il primo dei quali è rivolto agli allievi ingegneri che intendono acquisire conoscenze sui moderni Sistemi di Misura controllati da elaboratori elettronici che utilizzano strumentazione programmabile. Il secondo è invece dedicato alla moderna strumentazione elettronica, agli ambienti software di programmazione di schede di acquisizione integrate in un PC ed alle problematiche connesse all'acquisizione dati mediante sensori e trasduttori. Per gli allievi dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica ed Ingegneria Elettrica le conoscenze sui fondamenti della misurazione, sulla teoria degli errori, e sui metodi e strumenti di misura, sono fornite nei corsi precedenti di Misure Elettroniche e di Misure Elettriche. Gli allievi del corso di laurea in Ingegneria Informatica sono sicuramente in grado di seguire con profitto il Modulo 1.

I MODULO: STRUMENTAZIONE PROGRAMMABILE
Periodo: primo emisemestre
Impegno (ore totali) lezione: 20 esercitazione/laboratorio: 30
Crediti: 4

REQUISITI

Elettronica.

PROGRAMMA

BUS standard IEEE488
L'interfaccia standard per strumentazione IEEE-488: 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 .
Cenni alla strumentazione su scheda VME e strumentazione VXI.
Cenni ai sistemi automatici di collaudo (ATE)
Generalità sul collaudo "in circuit" di schede elettroniche: strategie di misura e collaudo, architettura dei sistemi.
Ambiente SW per la realizzazione di sistemi di test su schede PC compatibili
Gli ambienti di programmazione ad oggetti (LABVIEW e VEE)

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Realizzazione di un programma per la gestione di un sistema di misura basato su strumenti IEEE488

ESAME

Consistono in un colloquio orale con discussione sulla tesina elaborata in esercitazione.

II MODULO: SISTEMI PER L'ACQUISIZIONE DATI

Periodo: 2 emisemestre

Impegno (ore) lezione: 30 esercitazione/laboratorio: 30

Crediti: 5

REQUISITI

Strumenti e metodi per le misure elettroniche.

PROGRAMMA

Strumentazione moderna per sistemi di misura automatici:

oscilloscopi digitali,
analizzatori d'onda digitali.
analizzatori logici
analizzatori di reti.

La misura di grandezze fisiche mediante sensori e loro condizionamento

L'acquisizione di segnali analogici: generalita`, problematiche e architetture
Sensori e trasduttori: caratteristiche essenziali
Condizionamento e linearizzazione dei sensori
Esempio di linearizzazione di un termistore e progetto di un sistema per la misura di temperatura
Sorgenti di errore e loro valutazione

Acquisizione multicanale:

Aspetti progettuali, scanner, filtraggi, circuiti di campionamento e conversione A/D,
Sorgenti di incertezze, di disturbi e tecniche per la riduzione degli effetti
Problematiche di layout e disposizione delle masse.

Ambiente SW per la realizzazione di strumentazione virtuale su PC

Uso dei programmi LABVIEW e VEE per la realizzazione di strumenti virtuali

Esercitazioni in aula

Esercizi numerici di progetto di circuiti di condizionamento per vari tipi di sensori resistivi e induttivi, valutazioni degli errori di linearità ed incertezze.
Progetto di sistema di acquisizione di temperature con termistori, circuiti di linearizzazione, filtraggio, scanner e valutazione accuratezze.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Tesina sullo sviluppo di un progetto e realizzazione di uno strumento di misura virtuale basato su software LABVIEW e scheda di acquisizione PC compatibile (esempio: *tracciatore di caratteristiche di diodi e transistori*)

BIBLIOGRAFIA

J.W.Dally, W.F.Riley, K.G.McConnell: Instrumentation for Engineering Measurements, John Wiley & Sons, Inc.

George C. Barney: Intelligent Instrumentation, Prentice Hall Internationl Ed.

Larry D.Jones, A. Foster Chin: Electronic Instruments and Measurements, Prentice Hall Internationl Ed

M.G. Mylroi, G. Calvert: Measurement and Instrumentation for control, Peter Peregrinus Ltd. (IEE)
S.Pirani: Sistemi automatici di misura e acquisizione dati IEEE-488.1, Esculapio, Bologna 1990

ESAME

Consistono in una prova scritta ed una prova orale consistente in una discussione sulla tesina elaborata in esercitazione.

E5341 STRUTTURA DELLA MATERIA
(sperimentale)

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 3 esercitazione/laboratorio: 5
(ore totali) 42 70
Crediti: 9
Docenti: **E. MEZZETTI, R. GONNELLI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'obbiettivo del corso è quello di permettere agli studenti dell'ultimo anno di corso di laurea di seguire e partecipare ad esperimenti avanzati di fisica nel campo della struttura della materia e della fisica dello stato solido con particolare riguardo allo studio delle proprietà dei materiali metallici, semiconduttori e superconduttori. Ogni esperimento è introdotto da un esame teorico o da richiami agli aspetti fondamentali della struttura della materia che sono necessari per capire l'esperimento stesso.

PROGRAMMA

I MODULO: PROPRIETÀ STRUTTURALI, ELETTRONICHE E FONONICHE DEI MATERIALI
(Docente: R. GONNELLI)
Impegno (ore) lezione: 22 esercitazione/laboratorio: 34
Crediti: 4

A. Misure di topologia a risoluzione atomica delle superfici di materiali metallici e isolanti mediante microscopia a forze atomiche (AFM); microscopia e spettroscopia di materiali metallici mediante microscopio tunnel a scansione (STM) in aria e a temperatura ambiente.
B. Microscopia SEM e analisi chimica di superficie mediante microsonda EDS (in collaborazione con il Dipartimento di Scienza dei Materiali ed Ing. Chimica).
C. Spettroscopia Raman per la determinazione delle componenti ottiche dello spettro fononico.
D. Misure di calore specifico mediante calorimetria differenziale a scansione (DSC) per la determinazione del calore specifico fononico, della temperatura di Debye e della componente elettronica del calore specifico in materiali metallici (tra –100°C e 500°C).
E. Resistività di metalli, semiconduttori e superconduttori in funzione della temperatura tra 1.5K e 300K: studio della componente fononica della resistività.
F. Misure relative alla transizione superconduttiva: misure di transizione resistiva e diamagnetica in superconduttori ad alta e bassa Tc tra 1.5 e 300K.
G. Spettroscopia tunnel di quasiparticella e determinazione della densità degli stati elettronica in giunzioni planari, a punta di contatto, a rottura ed STM con elettrodi nello stato normale o in quello superconduttore (tra 1.5K e 300K).
H. Misure di effetto Josephson in giunzioni planari, a punta di contatto o a rottura in superconduttori a bassa ed alta Tc tra 1.5 e 300K.

II MODULO: CARATTERIZZAZIONE DI MATERIALI PER TECNOLOGIE AVANZATE
(docente: E. MEZZETTI; collab.: R. GERBALDO, G. GHIGO, L. GOZZELINO)
Impegno (ore) lezione: 20 esercitazione/laboratorio: 36
Crediti: 5

Il modulo comprende la descrizione degli strumenti e delle metodologie di caratterizzazione della "struttura della materia" in relazione all'impiego dei materiali in tecnologie avanzate. Particolare enfasi viene data alla caratterizzazione sperimentale di film semiconduttori e superconduttori.
Le metodologie prevedono una suddivisione in base alle temperature e ai campi magnetici di utilizzo, dalle temperature criogeniche alla temperatura ambiente e alle temperature di "annealing" in campi magnetici fino ad alcuni Tesla. Le caratterizzazioni riguardano: proprietà di trasporto, proprietà strutturali, correlazione tra le precedenti per materiali bulk e film. Verrà data una breve descrizione dei metodi di crescita epitassiale di film semiconduttori e superconduttori. Si descriveranno i difetti indotti da radiazione su semiconduttore e superconduttore in relazione alla soglia di danneggiamento in ambiente ostile. Tutte le metodologie analizzate in dettaglio hanno riscontro nella sperimentazione e in laboratorio. Quest'ultimo ha carattere prevalente nel contesto generale.

A. Caratterizzazione di materiali in intervalli diversi della scala internazionale, dalle temperature criogeniche alla temperatura ambiente. Metodi di "annealing". Caratterizzazione in intervalli diversi di campo magnetico (magneti permanenti e magneti superconduttori, cryogen free o in bagno criogenico) **1 credito: 0.6 lez. 0.5 lab.**
B. Caratterizzazione per proprietà di trasporto dalla temperatura dell'elio liquido alla temperatura ambiente, in campo magnetico dc e ac. **1 credito: 0.4 lez. 0.5 lab.**
C. Caratterizzazione per proprietà magnetiche dc e ac dalla temperatura dell'elio liquido alla temperatura ambiente. **1 credito: 0.2 lez. 0.7 lab.**
D. Caratterizzazione strutturale (microscopia ottica, magneto-ottica, SEM, X-ray diffractometry) **1 credito: 0.4 lez. 0.5 lab.**

Tecnologie correlate alla crescita epitassiale. Radiation hardness di materiali

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Più del 50% del corso è costituito da avanzati esperimenti di laboratorio. Alcuni di essi hanno carattere dimostrativo in quanto sono condotti dal docente in presenza degli studenti. I dati acquisiti nella misura vengono quindi forniti agli studenti per una eventuale elaborazione successiva. Altri esperimenti vengono invece concepiti e realizzati direttamente dagli studenti divisi in gruppi sotto la supervisione e la guida del docente. Gli studenti curano anche la elaborazione dei dati e la presentazione dei risultati in forma di brevi relazioni.

BIBLIOGRAFIA

- Ibach and H. Luth, *"Solid-State Physics"*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, *"Solid State Physics"*, Saunders College, Philadelphia, 1976.
- J.R. Waldram, *"Superconductivity of Metals and Cuprates"*, IOP Publishing Ltd, 1996.
- Dispense del docente.

ESAME

L'esame consiste nella discussione accurata delle relazioni scaturite dagli esperimenti, sia quelli di tipo dimostrativo che quelli direttamente realizzati dagli studenti. A richiesta dello studente una parte dell'esame può consistere in una discussione orale su argomenti teorici sviluppati a lezione o su un particolare approfondimento di qualche argomento inerente alle esperienze di laboratorio.

L5691 TECNOLOGIE E MATERIALI PER ELETTRONICA I

Anno: 5 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6
Crediti: 10
Docenti: **C. PAPUZZA** (Cselt, tel. 228.5477, e-mail claudio.papuzza@cselt.it)
F.TAIARIOL (Cselt, tel. 228.5510, e-mail fulvio.taiariol@cselt.it)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso di TECNOLOGIE E MATERIALI PER L'ELETTRONICA I è inserita nel corso di laurea in Ingegneria Elettronica, e nell'indirizzo Materiali per l'Elettronica nel corso di laurea in Ingegneria dei Materiali. è orientato essenzialmente allo studio della tecnologia realizzativa dei dispositivi a semiconduttore elettronici ed optoelettronici sottolineando il rapporto tra problemi tecnici realizzativi, funzionali e di guasto con i fenomeni fisico-chimici sottostanti.
Il corso è diviso in due moduli:
- Processi tecnologici; con 5 crediti
- Tecnologia dei dispositivi con 5 crediti

Il primo modulo denominato: "Processi tecnologici " sono analizzati i vari processi relizzativi di materiali e dispositivi. Crescita di monocristalli e di strati epitassiali, tecniche di deposizione (metalli e dielettrici), fotolitografia, ossidazione tecniche di drogaggio ed etching.
Nel secondo modulo denominato:" Tecnologia dei dispositivi" è analizzato in modo critico il flusso dei processi tecnologici applicati alle famiglie di dispositivi più significativi; circuiti integrati (bipolari e CMOS) e componenti optoelettronici (laser e rivelatori)
Lo scopo principale del corso completo è:

- fornire allo studente una visione sufficientemente ampia, approfondita ed aggiornata delle attuali tecnologie di realizzazione di dispositivi elettronici ed optoelettronici di maggiore impiego (in silicio e semiconduttori composti).
- far acquisire allo studente i principi fisici che sottendono la funzionalità di alcuni dispositivi elettronici ed optoelettronici e le loro prestazioni in termini dei rispettivi parametri elettrici ed elettro-ottici.
- presentare allo studente degli esempi pratici di scelta e di impiego dei dispositivi elettroni ed ottici in sistemi per telecomunicazioni .

REQUISITI

Per la comprensione e la capacità di gestire i concetti tecnologici è necessaria una buona padronanza delle nozioni di base di Fisica, Chimica, Dispositivi Elettronici e possibilmente di Stato Solido.

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 5

1) MATERIALI E TECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE (12 ore)
- Richiami di struttura a bande nei solidi e proprietà dei semiconduttori bulk e quantum well.
- Tecniche di caratterizzazioni microanalitiche dei materiali (microscopia elettronica e microanalisi).
- Caratterizzazioni strutturali tramite diffrazione X e caratterizzazioni elettriche ed ottiche.

2) PROCESSI TECNOLOGICI (24 ore)

- Tecnologia del vuoto e delle aree a contaminazione controllata.
- Tecnologia dei monocristalli, dei substrati e tecniche di crescita epitassiale.
- Deposizione di film sottili di strati metallici e dielettrici.
- Drogaggio per diffusione e per impiantazione ionica.
- Litografia ottica ed elettronica.
- Tecniche di incisione dei materiali per via umida e a secco.
- Processi per realizzazione di fibre ottiche.

II MODULO
Crediti: 5

3) DISPOSITIVI OTOELETTRONICI (16 ore)
- Tecnologia, principio di funzionamento e caratterizzazione dei fotoemettitori LED e LASER.
- Fotorivelatori PIN ed APD in Si e III V.
- Packaging dei dispositivi optoelettronici e integrazione ottica.
- Dispositivi in fibra ottica.

4) DISPOSITIVI ELETTRONICI (16 ore)
- Tecnologia di circuiti integrati CMOS e strumenti CAD di progettazione.
- Tecniche di interconnessioni e Multichip Modules.
- Esempi di dispositivi per sistemi di comunicazione.
- Dispositivi elettronici in GaAs.

5) AFFIDABILITÀ E FISICA DEI GUASTI (6 ore)
- Definizioni generali per la qualità e affidabilità e analisi dei tassi di guasto.
- Meccanismi fisici di degradazione nei dispositivi elettronici e in quelli opto-elettronici.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Non sono previste delle esercitazioni di calcolo ne di laboratorio. è prevista una visita ai laboratori tecnologici dello CSELT

BIBLIOGRAFIA

è disponibile materiale didattico che verrà distribuito durante il corso

Testi Ausiliari

S.M.Sze, Dispositivi a semiconduttore Biblioteca Scientifica HOEPLI, 1991

S. P. Murarka, M. C. Peckerar Electronic Materials: Science and Technology ACADEMIC PRESS, INC.

Gary E. McGuire Semiconductor Materials and Process Technology Handbook Noyes Publications

ESAME

L'esame consiste in una prova orale sugli argomenti sviluppati nel corso e tende ad accertare la capacità di gestire concetti multidisciplinari (fisica, chimica, elettronica, impiantistica...) per risolvere problematiche di realizzazione e funzionamento nel campo delle tecnologie dei semiconduttori e fibre ottiche.

Per sostenere gli esami occorre prenotarsi obbligatoriamente presso la segreteria del dipartimento di Elettronica.

E5692 TECNOLOGIE E MATERIALI PER L"ELETTRONICA II

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione:
Crediti: 9
Docenti: **F. TAIARIOL** (Cselt, tel. 228.5510, e-mail fulvio.taiariol@cselt.it)
C. PAPUZZA (Cselt, tel. 228.5477, e-mail claudio.papuzza@cselt.it)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso di TECNOLOGIA E MATERIALI PER ELETTRONICA II è inserito nell'orientamento "Materiali per elettronica ed optoelettronica" nel corso di laurea in Ingegneria dei Materiali e nel corso di laurea in "Ingegneria Elettronica".
è orientato essenzialmente allo studio delle proprietà, dei metodi di caratterizzazione più importanti, e delle problematiche d'uso dei materiali impiegati nell'industria elettronica e delle telecomunicazioni.
Il corso e` suddiviso in due moduli:
- Proprieta e problematiche d'uso dei materiali **(5 crediti)**;
- Fasi cristalline e caratterizzazioni dei materiali **(4 crediti)**

Il primo modulo denominato:"Proprietà e problematiche d'uso dei materiali",è orientato allo studio delle proprietà chimico fisiche e strutturali dei materiali ed alla presentazione dei problemi relativi a qualità,ambiente e sicurezza.
Nel secondo modulo denominato:"Fasi cristalline e caratterizzazioni dei materiali",oltre alla descrizione delle principali fasi ,monocristallina e policristallina, vengono prese in considerazione le strutture vetrose e le eterostrutture. Vengono inoltre presentate un gran numero di tecniche di caratterizzazione dei materiali e loro applicazioni.
Le finalità che il corso completo si propone sono:
- Far acquisire allo studente una sufficiente conoscenza degli aspetti chimico-fisici che guidano la scelta dei materiali usati nell'industria elettronica e nella realizzazione di dispositivi elettronici.
- Illustrare le principali problematiche d'uso da un punto di vista funzionale di sicurezza ed ambientale.
- Fornire una panoramica significativa sulle tecniche di caratterizzazione più importanti utilizzate nel settore.

REQUISITI

Per una buona comprensione degli argomenti svolti occorre aver frequentato il corso di Tecnologia e materiali per l'elettronica I, almeno il primo modulo, e avere una buona padronanza degli argomenti svolti nei corsi di Chimica, Fisica I e II e Dispositivi elettronici.

PROGRAMMA

I MODULO: PROPRIETÀ E PROBLEMATICHE D'USO DEI MATERIALI
Crediti: 5

LEGAME CHIMICO E STRUTTURA (14 ore)
Orbitali atomici, orbitali molecolare.
Teoria del legame chimico nei solidi cristallochimica
Teoria delle simmetrie, gruppi punto e spazio
Piani cristallini ,reticoli e strutture cristalline,

Reticolo reciproco.
Richiami del rapporto tra orbitali atomici e struttura a bande dei solidi cristallini
Classificazione per legame chimico, tipi di solidi.

PROPRIETà FISICHE DEI MATERIALI(12 ore)

Modulo elastico,durezza,rottura fragile,plasticità
Conduzione termica,coefficiente di dilatazione, temperature critiche.
Conduzione elettrica nei metalli, dielettrici,polimeri
Struttura a bande,natura e valore del gap
Indice di rifrazione,spettro di assorbimento,
Proprietà non linea
Materiali diamagnetici,paramagnetici,ferro o ferrimagnetici.Proprietà di superconduzione.

PROPRIETà DIFETTUALI (8 ore)

Classificazione e termodinamica dei difetti puntiformi
Difetti particolari, spettroscopia dei difetti punto.
Diffusione.
Richiami di teoria dell'elasticità, tipi di dislocazioni e proprietà , nascita e moto, reti di dislocazioni.
Dislocazioni di misfit, threading, stacking faults.

PROBLEMATICHE DELLA QUALITà/AMBIENTALI/SICUREZZA (6 ore)

Controllo qualità materiali e prodotti, riferimenti normativi nazionali ed internazionali, problemi di degradamento, riciclaggio e smaltimento
Regole di ecoprogettazione , analisi del ciclo di vita dei prodotti (LCA). Etichette ecologiche.
Tossicità, infiammabilità, schede di sicurezza.

II MODULO: FASI CRISTALLINE E CARATTERIZZAZIONI DEI MATERIALI

Crediti: 4

STATO CRISTALLINO (12 ore)

Richiami di termodinamica, diagrammi di fase:
nucleazione 3D, mono, policristalli
nucleazione 2D epitassia, crescita di strati ad alto strain, crescita su superfici ad alti indici.
bordi di grano, proprietà, impiego stato vetroso, proprietà ottiche e meccaniche dei vetri, vari tipi di vetri per fibre ottiche

ETEROSTRUTTURE (4 ore)

Struttura a bande in QW, densità degli stati in strutture a dimensionalità ridotta, funzioni d'onda localizzate.
Cenni di teoria dello strain, strutture epitassiali strained e relaxed, QW strained.

CARATTERIZZAZIONI COMPOSIZIONALI (6 ore)

Richiami di microscopia elettroni secondari (SEM), microanalisi X, Spettroscopia Auger (AES), spettroscopia di massa di ioni secondari (SIMS) FTIR, gas cromatografia
Spettrometria di massa , assorbimento atomico

CARATTERIZZAZIONI STRUTTURALI (4 ore)

Proprietà dei raggi X, teoria geometrica e dinamica della diffrazione (HRXRD), diffrattometria delle polveri, e ad alta risoluzione.
Topografia X , TAD, TEM, catodoluminescenza integrale (CL), Channelling.

CARATTERIZZAZIONI ELETTRICHE E OTTICHE (4 ore)

Effetto Hall, Hall in temperatura, Spreading Resistance, DLTS Fotoluminescenza, Assorbimento, Ellissometria.

CARATTERIZZAZIONI MORFOLOGICHE (4 ore)

Microscopio ottico metallografico, microscopio interferenziale, Nomarski, tecniche a stylus.
Microscopia ad effetto tunnell e forza atomica

CARATTERIZZAZIONE TERMOANALITICHE (4 ore)

Analisi calorimetrica differenziale a scansione DSC
Analisi termogravimetrica TGA e termomeccanica TMA
Utilizzo delle analisi termiche e spettroscopiche su materiali per elettronica.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Non sono previste esercitazioni di calcolo e di laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento

All'inizio di ciascun tema verranno consegnate agli studenti copie delle trasparenze presentate a lezione La bibliografia generale verrà fornita all'inizio del corso, e quella specializzata alla conclusione di ogni tema.

Testi ausiliari

Miller and Mullin Electronic materials – from silicon to organics - Plenum press 1991

ESAME

L'esame viene sostenuto in due parti: la prima in una breve prova orale sugli argomenti sviluppati nel corso volta ad accertare la capacità di gestire concetti multidisciplinari (fisica,chimica,elettronica, impiantistica) per orientare la scelta di materiali appropriati a svolgere determinate funzioni e per l'individuazione della tecnica analitica piu' idonea.
La seconda nella redazione scritta e presentazione orale con slides di una tesina su argomenti pertinenti al corso e concordati tra docente e studenti.

F5730 TELEMATICA

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 2 laboratorio: 2/4 (tesine)
Crediti: 9
Docente: **A. BIANCO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di approfondire alcuni aspetti relativi alla fornitura di servizi telematici mediante reti di telecomunicazioni ad elevate frequenze di cifra. Nel corso verranno considerate sia reti locali di calcolatori (Local Area Networks - LAN), sia reti per la copertura di aree geografiche di grande estensione (Wide Area Networks - WAN).
Particolare attenzione e` dedicata anche ai servizi multimediali, videoe voce.
Tra le possibili tecnologie utilizzabili in questi contesti, si concentrera`l'attenzione sui protocolli usati in ambiente Internet, sulla tecnica ATM, e sulla loro integrazione.

REQUISITI

I MODULO: Reti di Telecomunicazioni I (F4531) oppure Reti di Calcolatori I (N4521)
II MODULO: Reti di Telecomunicazioni I (F4531) oppure Reti di Calcolatori I (N4521)

PROGRAMMA

I MODULO: STRUMENTI PER L'OFFERTA DI SERVIZI TELEMATICI
Crediti: 5

WWW e Internet:
cenni ai meccanismi base di navigazione
linguaggio HTML
standard MIME
il linguaggio di programmazione Java
protocollo TCP ed algoritmi di controllo della congestione
Le tecnologie per la codifica dell'audio e del video
codifica audio e voce
MPEG-2, video ed audio
cenni ad MPEG-4
Servizi conversazionali su Internet (voce e video)

II MODULO: QUALITA` DI SERVIZIO IN RETI TELEMATICHE
Crediti: 4

Cenni ad architetture di commutatori ATM e router IP
QoS in Frame Relay
QoS in ATM
Classi di servizio ATM: CBR, DBR, ABR ed UBR
Tecniche di CAC
Tecniche di scheduling
QoS in Internet
Intserve e Diffserv

Instradamento e segnalazione in ATM
PNNI
IP su ATM
LAN emulation in ATM
IP classico
NHRP
MPOA, MPLS, IP switching
Cenni al multicast in ATM ed IP (UNI 4.0, DVMRP, Mbone)
Evoluzione verso le reti fotoniche

BIBLIOGRAFIA

D. Mc Dysan-D. Spohn, "ATM: Theory and Application", McGraw-Hill, 1994.
Francois Fluckiger, "Understanding Networked Multimedia", Prentice Hall 1995.
Comer D. "The Internet Book", Prentice Hall, 1994.
Partridge C. "Gigabit Networking", Addison & Wesley, 1994.

ESAME

La valutazione sarà basata su un colloquio orale.
Oltre agli esoneri, occorre inoltre svolgere una "tesina" di approfondimento che deve culminare con una presentazione, con cui si conclude l'esame.

L5750 TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA

Anno: 4 Periodo: 1
Crediti: 10
Docente: **Giovanni PERONA** (DIPARTIMENTO di Elettronica, tel. 564.4067, fax 564.4015; e-mail: perona@polito.it;)

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 a terra.
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)

I MODULO: TELERILEVAMENTO - FONDAMENTI TEORICI
(di carattere introduttivo-fenomenologico)
Impegno (ore totali) lezione: 16 esercitazione: 14 laboratorio: 20
Crediti: 5

PROGRAMMA

I - PROBLEMATICHE, METODOLOGIE E CARATTERISTICHE DEL TELERILEVAMENTO
Introduzione al telerilevamento.
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).
II - FONDAMENTI TEORICI
Lo spettro elettromagnetico.
Radiometria.
Introduzione ai sistemi ottici.
Struttura dell'atmosfera terrestre.
Introduzione allo 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; cenni allo scattering di Rayleigh e di Mie.
Introduzione alla Teoria del trasferimento radiativo in atmosfera e cenni sull'Equazione del Trasferimento Radiativo (RTE):
III - DIAGNOSTICA ELETTROMAGNETICA
(Proprietà degli oggetti e loro firme spettrali)
Firme spettrali dall'ultravioletto al vicino e medio infrarosso: acqua, suolo, vegetazione, neve e ghiaccio.
Superfici lambertiane e non.

IV - SISTEMI SATELLITARI, SENSORI E STRUMENTAZIONE
Orbite satellitari e principali sistemi satellitari
V - ELABORAZIONE, ANALISI ED INTERPRETAZIONE DEI DATI TELERILEVATI
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 della minima distanza dal valor medio, criterio di massima verosimiglianza, ...) e non assistita (cenni di cluster analysis).

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

ESERCITAZIONI (assistite) AL CALCOLATORE 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. Confronto tra diversi indici di vegetazione
6. 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)

BIBLIOGRAFIA

- A.P. Cracknell and L.W.B. Hayes, Introduction to remote sensing, Tayolor & Francis, 1991.
- Quaderni del corso di Telerilevamento e Diagnostica Elettromagnetica

ESAME

Scritto in laboratorio

II MODULO: TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA AMBIENTALE (approfondimenti)

Impegno (ore totali) lezione/esercitazione: 30 laboratorio: 20
Crediti: 5

REQUISITI

MODULO "Fondamenti teorici ed introduzione alle tecniche di telerilevamento"

PROGRAMMA

I - APPROFONDIMENTI TEORICI
Introduzione all'ottica di Fourier
Modelli di scattering atmosferico: approssimazione di Rayleigh e di Mie.
Polarizzazione e parametri di Stokes
Deduzione dell'equazione generale del trasferimento radiativo.
Equazione del Trasferimento Radiativo (RTE) in atmosfera a piani paralleli: soluzioni analitiche e modelli numerici.
Introduzione alla radiometria, allo scattering da particelle e da superfici ruvide a microonde.
II - SISTEMI DI TELERILEVAMENTO ATTIVI E PASSIVI
Spettrometri ad alta risoluzione.
Introduzione ai radiometri a microonde.

LIDAR e DOAS.
Introduzione ai radar meteorologici ed ai SAR.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

ESERCITAZIONI (assistite) AL CALCOLATORE IN LABORATORIO

Codici per il trasferimento radiativo.
Analisi di modelli numerici del terreno e loro uso nell'interpretazione quantitativa di dati telerilevati.
Elaborazione di echi radar meteorologici.
Elaborazione di echi di ground clutter.
Elaborazione di immagini SAR.

BIBLIOGRAFIA

- C. Elachi, Introduction to the physics and techniques of remote sensing
John Wiley & Sons, 1987.
- Quaderni del corso di Telerilevamento e Diagnostica Elettromagnetica

ESAME

Scritto in laboratorio

F5760 TEORIA DEI CIRCUITI

Anno: 2 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 4 laboratorio: 2 (ultime 4 settimane del II modulo)
Crediti: 11
Docente: **Mario BIEY** (Dipartimento di Elettronica, tel 564.4025, e-mail: biey@polito.it); orario di ricevimento secondo quanto esposto in bacheca)

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

I MODULO: TEORIA DEI CIRCUITI - FONDAMENTI
Crediti: 5

REQUISITI: Analisi matematica II e Fisica II (modulo di elettromagnetismo)

Generalità: (6 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.

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. Doppi bipoli resistivi: matrici delle impedenze a vuoto, delle ammettenze di corto circuito, ibride, di trasmissione.

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

Circuiti dinamici: (3 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.

Analisi di circuiti dinamici elementari: (4 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.

II MODULO: TEORIA DEI CIRCUITI - RETI DINAMICHE
Crediti: 6

REQUISITI:

Analisi matematica III (r)

Analisi di circuiti dinamici generali: (8 ore)

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.

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; conservazione della potenza complessa; condizioni di adattamento energetico. Rifasamento di un carico monofase.

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.

Filtri: (8 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.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

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:

I Modulo. 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.

II Modulo. 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. Doppi bipoli. Filtri: progetto di filtri LC usando un manuale. Filtri: progetto di un filtro RC elementare.

Laboratori

Nelle esercitazioni di laboratorio, svolte presso il LAIB, gli studenti impareranno ad usare un moderno programma di simulazione (PSpice), analizzando il funzionamento di alcuni elementari circuiti elettrici.

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento

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

L.O. Chua, C.A. Desoer, S. Kuh, *"Circuiti lineari e non lineari"*, Jackson, Milano, 1989.
M. Biey, *"Esercitazioni di elettrotecnica"*, CLUT, Torino, 1988.
M. Biey, *"Spice e PSpice: introduzione all'uso"*, CLUT, Torino, 1993.
Testi di consultazione
V. Daniele, A. Liberatore, R. Graglia, S. Manetti, *"Elettrotecnica"*, Monduzzi Editore, Bologna, 1997.
J.W. Nilsson, S.A. Riedel, *"Electric Circuits"*, Addison-Wesley, Reading, MA, 1996.
R.A. DeCarlo, Pen-Min Lin, *"Linear Circuit Analysis"*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1995.

ESAME

Per accedere all'esame occorre prenotarsi al terminale della segreteria studenti situato nell'atrio dei dipartimenti elettrici. Il candidato deve presentarsi con puntualità nell'aula indicata, munito di un documento di riconoscimento e dello statino valido per sostenere l'esame. Lo statino sarà ritirato all'inizio della prova;

L'esame consiste in una prova scritta, 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 (durante lezioni, esercitazioni e laboratori su PSpice) 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;

Sarà valutata anche la presentazione dei risultati e la leggibilità dell'elaborato;

Dopo aver assistito alla correzione del **primo** gruppo di esercizi, lo studente che lo desidera può ritirarsi dall'esame; in tal caso gli sarà restituito lo statino e potrà ripresentarsi in uno degli appelli successivi. Per chi continua, affrontando la seconda parte dello scritto, l'esito dell'esame sarà **comunque** registrato.

Il voto massimo conseguibile con la prova scritta è 30/30; chi con lo scritto raggiunge una votazione maggiore o uguale a 25/30 può chiedere di sostenere una ulteriore prova orale. Il voto finale terrà conto dei risultati dello scritto, della discussione dell'elaborato e dell'eventuale orale. Inoltre chi raggiunge una valutazione non di suo gradimento può chiedere di essere respinto, in modo da poter ripetere l'esame;

Durante lo svolgimento della prova scritta lo studente deve avere con sé solo l'occorrente per scrivere e per fare calcoli e disegni; sono esclusi i calcolatori programmabili anche di tipo notebook o laptop;

Durante la prova scritta sarà comunicato il giorno in cui saranno esposti i risultati della prova stessa e quello in cui saranno discussi gli elaborati, effettuate le eventuali prove orali e registrati gli esiti finali degli esami. A quei candidati che per qualunque motivo non si saranno presentati alla data stabilita, sarà comunque registrato l'esito della prova scritta.

L5770 TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore) lezione: 4 esercitazione: 4 laboratorio: 2
Crediti: 11
Docenti: **Claudio BECCARI, Pierluigi CIVERA, Danilo DEMARCHI, Marco KNAFLITZ** (Dipartimento di Elettronica; l'orario di ricevimento è affisso nella bacheca del corso e sono garantite almeno sei ore settiamanali)

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 e proseguono con tutti gli altri insegnamenti caratterizzanti e specialistici del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica.
L'obbiettivo 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.
Il corso è diviso in due moduli della durata di circa 7 settimane ciascuno; ogni modulo ha il suo accertamento, ma il modulo A è propedeutico al modulo B e l'accertamento del modulo B avviene solo dopo l'esito positivo dell' accertamento del modulo A.

REQUISITI

Dispositivi elettronici
*PROGRAMMA*Ciascuno dei 10 punti seguenti occupa pressappoco lo stesso tempo, orientativamente 4-5 ore di lezione e altrettanto tempo per le esercitazioni in aula.

I MODULO: TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI A

Crediti: 6

1. Dispositivi attivi: diodo, transistore a giunzione, transistore 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. Applicazioni elementari dell'amplificatore differenziale (ideale): sommatore, integratore, convertitori di impedenza (negativi e generalizzati), supercondensatore e superinduttore, giratore.
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.

II MODULO: TEORIA DEI CIRCUITO ELETTRONICI B

Crediti: 5

1. Modello di Giacoletto per il transistore in alta frequenza; risposta degli amplificatori nel dominio della frequenza con l'analisi dettagliata dell'effetto prodotto dalle varie capacità presenti nel circuito.
2. 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.
3. 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.

4. Filtri RC–attivi ottenuti mediante la simulazione dei filtri reattivi attraverso l'uso dei convertitori generalizzati di impedenza.
5. Sensibilità delle funzioni di rete; sensibilità alle variazioni dei parametri matematici, alle variazioni dei parametri elettrici; indici di sensibilità multiparametrica.
6. 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.

LABORATORI E/O 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 assimilato dalle lezioni.
Il programma delle esercitazioni rispecchia fedelmente quello delle lezioni.

Laboratorio

Con la collaborazione dei docenti di Misure elettroniche e dei tecnici del Ladispe, due ore ogni due settimane saranno dedicate a misure in laboratorio; dette misure si riferiscono a circuiti già predisposti e sono intese a familiarizzare gli studenti con gli strumenti di misura, con le prime elementari procedure di misura, e con le realtà fisiche connesse all'elettronica, agli amplificatori, ai filtri, ai segnali stessi.

BIBLIOGRAFIA

C. Beccari, Teoria dei circuiti elettronici, CLUT, Torino 1997

ESAME

L'accertamento di ciascun modulo avviene mediante una prova scritta alla fine delle 7 settimane (bimestre) di svolgimento del modulo. A seconda delle norme amministrative vigenti, l'esito della prova scritta viene acquisito singolarmente e per il valore di crediti corrispondenti a quelli del modulo, oppure ne viene fatta una media pesata sulla base dei crediti e viene acquisito il valore complessivo arrotondato all'intero più vicino.
Se l'accertamento del modulo A è negativo, è possibile sostenere l'intero esame nell'appello di recupero di ogni sessione mediante una prova scritta e una prova orale; si è ammessi all'orale se si consegue nella prova scritta una votazione di almeno 15/30 e se in ogni esercizio viene ottenuto almeno un terzo dei punti a disposizione. L'intero esame comprende entrambi i moduli A e B e consente di acquisire un voto complessivo del valore di 11 crediti, oppure due voti distinti ottenuti ripartendo il voto complessivo in proporzione ai crediti di ciascun modulo.
Se l'accertamento svolto alla fine del modulo B è negativo, l'accertamento può essere ripetuto nell'appello di recupero di ogni sessione, eccettuato quello che segue immediatamente il primo semestre. Si tenga presente che gli accertamenti o l'esame completo devono essere superati entro l'anno accademico al fine di poter prendere iscrizione al successivo corso di Elettronica.
Durante gli accertamenti di fine bimestre e durante le prove scritte degli esami completi 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. Per l'esame completo la prova scritta e la prova orale hanno lo stesso peso nella determinazione del voto finale.

F5801 TEORIA DEI SEGNALI I

Anno: 3 Periodo: 1
Crediti: 12
Docente: **Marina MONDIN**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali a tempo continuo sia di tipo determinato sia di tipo aleatorio. Vengono inoltre illustrate le tecniche di caratterizzazione dei sistemi e di elaborazione dei segnali, con particolare attenzione alle applicazioni di telecomunicazioni.
Le tecniche descritte vengono applicate nelle esercitazioni di laboratorio.

REQUISITI

Analisi Matematica III (L0234), Calcolo delle probabilità (F0490)

PROGRAMMA

I MODULO: TEORIA DEI SEGNALI A TEMPO CONTINUO
Periodo: primo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione: 5 esercitazione: 3
Crediti: 6

Teoria dei segnali determinati [4 ore]
Definizione del segnale e sua rappresentazione nello spazio dei segnali.
Analisi in frequenza [4 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.
Sistemi lineari a tempo continuo [4 ore]
Definizione di un sistema LTI e sua caratterizzazione nel dominio del tempo e della frequenza.
Analisi armonica [4 ore]
Introduzione del concetto di spettro di energia e spettro di potenza. Definizione della funzione di autocorrelazione..
Introduzione ai processi casuali [6 ore]
Caratterizzazione statistica dei processi casuali (densità di probabilità, medie di insieme, autocorrelazione).
Trasformazione di processi casuali [4 ore]
Caratterizzazione statistica dei processi integrati, derivati, filtrati e modulati.
Stazionarietà, ergodicità e caratteristiche spettrali [7 ore]
Definizione di stazionarietà e ciclostazionarietà. Caratterizzazione dei processi nel dominio della frequenza.
Esempi applicativi [2 ore]

II MODULO: TEORIA DEI SEGNALI NUMERICI
Periodo: secondo emisemestre
Impegno (ore sett.) lezione: 5 esercitazione: 3 laboratorio: 8 (totali)
Crediti: 6

Il troncamento dei segnali nel tempo e l'uso delle finestre [2 ore]

Il fenomeno di Gibbs [2 ore]

Il teorema del campionamento [4 ore]

Tecniche numeriche di analisi spettrale [8 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.

Tecniche numeriche di analisi spettrale di processi [6 ore]

Teoria dei segnali a tempo discreto [7 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).

Sistemi a tempo discreto [6 ore]

Definizione dei sistemi a tempo discreto e loro caratterizzazione mediante risposta all'impulso, funzione di trasferimento e risposta in frequenza.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

MODULO I: Le esercitazioni verteranno sul programma svolto a lezione.

MODULO II: Le esercitazioni verteranno sul programma svolto a lezione.

Laboratorio

Analisi in frequenza con tecniche numeriche (DFT, FFT)

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento

L. Lo Presti, F. Neri, "L'Analisi dei Segnali", CLUT, 1992

L. Lo Presti, F. Neri, "Introduzione ai Processi Casuali", CLUT, 1994

Testi ausiliari (per approfondimenti)

A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", Mc Graw Hill, 1984.

W. Gardner,"Introduction to Random Processes with Applications to Signals and Systems", Mc. Graw Hill, 1990.

ESAME

L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte:

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 modulo.

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

L'esame tradizionale può essere sostenuto in un qualunque appello, tranne quello immediatamente successivo alla fine del modulo.

Esame con esonero

Consiste nel superamento della prova di esonero sostenuta immediatamente dopo la fine del modulo. Il voto proposto corrisponde al voto dell'esonero, e non è richiesta la prova orale.

Tipologia delle prove:

Le prove scritte, sia d'esame che di esonero, possono essere di tre tipi:

- 12-15 brevi esercizi a risposte multiple
- 3 esercizi tradizionali
- una combinazione di esercizi a risposte multiple ed 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 libri di testo citati in bibliografia

L5801 TEORIA DEI SEGNALI I

Anno: 3 Periodo: 1
Crediti: 12
Docente: **Letizia LO PRESTI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali a tempo continuo sia di tipo determinato sia di tipo aleatorio. Vengono inoltre illustrate le tecniche di caratterizzazione dei sistemi e di elaborazione dei segnali, con particolare attenzione alle applicazioni di telecomunicazioni.

I MODULO: TEORIA DEI SEGNALI A TEMPO CONTINUO
Periodo: prima metà
Impegno (ore sett.) lezione: 5 esercitazione: 3
Crediti: 6

REQUISITI

Analisi Matematica III (L0234), Calcolo delle probabilità (F0490)

PROGRAMMA

Teoria dei segnali determinati [4 ore]
definizione del segnale e sua rappresentazione nello spazio dei segnali.

Analisi in frequenza [4 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.

Sistemi lineari a tempo continuo [4 ore]
definizione di un sistema LTI e sua caratterizzazione nel dominio del tempo e della frequenza.

Analisi armonica [4 ore]
introduzione del concetto di spettro di energia e spettro di potenza. Definizione della funzione di autocorrelazione..

Introduzione ai processi casuali [6 ore]
caratterizzazione statistica dei processi casuali (densità di probabilità, medie di insieme, autocorrelazione).

Trasformazione di processi casuali [4 ore]
caratterizzazione statistica dei processi integrati, derivati, filtrati e modulati.

Stazionarietà, ergodicità e caratteristiche spettrali [7 ore]
definizione di stazionarietà e ciclostazionarietà. Caratterizzazione dei processi nel dominio della frequenza.

Esempi applicativi [2 ore]

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verteranno sul programma svolto a lezione.

II MODULO: TEORIA DEI SEGNALI NUMERICI
Periodo: secondo metà
Impegno (ore sett.) lezione: 5 esercitazione: 3 laboratorio: 8 (totali)
Crediti: 6

REQUISITI

I Modulo

PROGRAMMA

Il troncamento dei segnali nel tempo e l'uso delle finestre [2 ore]

Il fenomeno di Gibbs [2 ore]

Il teorema del campionamento [4 ore]

Tecniche numeriche di analisi spettrale [8 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.

Tecniche numeriche di analisi spettrale di processi [6 ore]

Teoria dei segnali a tempo discreto [7 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).

Sistemi a tempo discreto [6 ore]

definizione dei sistemi a tempo discreto e loro caratterizzazione mediante risposta all'impulso, funzione di trasferimento e risposta in frequenza.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni verteranno sul programma svolto a lezione.

LABORATORIO

Analisi in frequenza con tecniche numeriche (DFT, FFT)

BIBLIOGRAFIA

Testi di riferimento

L. Lo Presti, F. Neri, "L'Analisi dei Segnali", CLUT, 1992

L. Lo Presti, F. Neri, "Introduzione ai Processi Casuali", CLUT, 1994

Testi ausiliari (per approfondimenti)

A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", Mc Graw Hill, 1984.

W. Gardner,"Introduction to Random Processes with Applications to Signals and Systems", Mc. Graw Hill, 1990.

ESAME

L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte:

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 modulo.

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

L'esame tradizionale può essere sostenuto in un qualunque appello, tranne quello immediatamente successivo alla fine del modulo.

Esame con esonero:

Consiste nel superamento della prova di esonero sostenuta immediatamente dopo la fine del modulo. Il voto proposto corrisponde al voto dell'esonero, e non è richiesta la prova orale.

Tipologia delle prove:

Le prove scritte, sia d'esame che di esonero, possono essere di tre tipi:

- 12-15 brevi esercizi a risposte multiple
- 3 esercizi tradizionali
- una combinazione di esercizi a risposte multiple ed 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 libri di testo citati in bibliografia

F5802 TEORIA DEI SEGNALI II

Anno: 4 Periodo: 2
Crediti: 9
Docente: **Letizia LO PRESTI, Gabriella OLMO**

I MODULO: ANALISI STATISTICA DEI SEGNALI

(Letizia LO PRESTI)

Periodo: primo emisemestre
Impegno (ore sett.): lezione / esercitazione: 8
Crediti: 5

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Lo scopo dell'insegnamento 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.
Vengono introdotti i concetti base della teoria della stima. Tali concetti vengono applicati alla stima spettrale classica e parametrica, ai metodi di predizione lineare (con cenni alle applicazioni per segnale vocale), e agli algoritmi di analisi modale.
Poiché i segnali del mondo fisico sono spesso di tipo non stazionario, una parte del corso è dedicata all'analisi dei processi non stazionari. Dopo avere introdotto il concetto di piano tempo-frequenza vengono descritti i metodi per eseguire l'analisi dei segnali in tale piano.

REQUISITI

Teoria dei segnali a tempo continuo
Teoria dei segnali a tempo discreto

PROGRAMMA

Processi casuali a tempo discreto *[6 ore]*
Stima spettrale classica e parametrica *[10 ore]*
Stimatori lineari *[10]*
Analisi modale *[4]*
Trasformate sul piano tempo-frequenza per la localizzazione temporale delle caratteristiche in frequenza dei segnali: *[20 ore]*

- trasformata di Fourier a breve termine
- distribuzioni della classe di Cohen

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.

BIBLIOGRAFIA

Dispense a cura dei docenti e fotocopie dei lucidi.
Testi ausiliari
S. Kay, "Modern Spectral Estimation", Prentice-Hall 1988
B. Porat, "Digital Processing of Random Signals", Prentice-Hall, 1994

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta e nella preparazione di una tesina:

Tipologia delle prove:
Le prove scritte, possono essere di due tipi:
- scrittura di un programma MATLAB (Esame al LAIB)
- 3/4 esercizi tradizionali

La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è di tre ore.

II MODULO: **ANALISI NEL PIANO TEMPO-SCALA**
(Gabriella OLMO)

Periodo: secondo emisemestre
Impegno (ore sett.): lezione / esercitazione: 8
Crediti: 4

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Lo scopo dell'insegnamento è quello di descrivere le trasformazioni *wavelet* (o tempo-scala), sottolineandone le applicazioni sia nel settore dell'analisi dei segnali non stazionari sia in quello della compressione dati. A questo scopo saranno enfatizzati gli aspetti pratici con numerose esercitazioni di laboratorio.
Verrà trattata innanzitutto la teoria della trasformata *wavelet* continua (CWT) e ne verranno esaminate le proprietà di analisi multirisoluzione e di *denoising* dei dati. Successivamente si affronterà la teoria della trasformata *wavelet* discreta (DWT), e se ne dimostrerà la sostanziale equivalenza con tecniche note di elaborazione dei segnali, quali la codifica a sottobande e la scomposizione. Si affronterà il progetto di basi *wavelet* ortonormali, e si discuteranno le potenzialità della DWT nel settore della compressione dati. Infine, si daranno cenni su tecniche più avanzate quali la trasformata *wavelet* a interi (IWT), i *wavelet packets* e le basi trigonometriche locali; si discuteranno le applicazioni specifiche di ogni tecnica nel settore della compressione dati con e senza perdite.

REQUISITI

Teoria dei segnali a tempo continuo
Teoria dei segnali a tempo discreto
Analisi statistica dei segnali

PROGRAMMA

Dalle rappresentazioni tempo-frequenza alle rappresentazioni tempo-scala: la CWT [8 ore]
Discretizzazione della CWT: cenni di teoria delle trame, basi ortonormali e biortogonali [6 ore]
La DWT di segnali a tempo discreto; equivalenza con la codifica a sottobande; progetto di basi *wavelet* ortonormali e biortogonali [10 ore]
Sviluppi in serie *wavelet* di segnali a tempo continuo; codifica multirisoluzione; teorema di Mallat [8 ore]
Estensione della DWT al caso bidimensionale [2 ore]
Schema generale di un sistema di compressione dati con e senza perdite [6 ore]
Compressione di immagini: tecniche standard e tecniche basate sulla DWT [6 ore]
Wavelet packets e Integer Wavelet transform [4 ore]

LABORATORIO

Le esercitazioni si svolgono presso il LAIB utilizzando la libreria di 'Signal Processing' e il toolbox *WaveLab* di MATLAB e riguardano applicazioni delle tecniche tempo scala per analisi e compressione di segnali e di immagini

BIBLIOGRAFIA

Dispense a cura dei docenti

Testi ausiliari

S. Mallat, "A Wavelet Tour of Signal Processing", Academic Press, 1998

M. Vetterli, J. Kovacevic, "Wavelets and Subband Coding", Prentice Hall, 1995

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta e nella preparazione di una tesina:

Tipologia delle prove:

Le prove scritte, possono essere di due tipi:

- scrittura di un programma MATLAB (Esame al LAIB)
- 3/4 esercizi tradizionali

La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è di tre ore.

L5811 TEORIA DEI SISTEMI (CONTINUI)

Anno: 3 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 12
Docente: **Mario MILANESE** (Dipartimento di Automatica e Informatica)

I MODULO: DESCRIZIONE DEI SISTEMI

Crediti: 4

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Lo scopo del corso è di fornire agli studenti la capacità di:
- Costruire modelli di semplici sistemi fisici (meccanici, elettrici, termici, pneumatici, idraulici).
- Simulare su calcolatore sistemi anche complessi.
- Analizzare le proprietà di comportamento dinamico, la stabilità sia locale che in grande, la risposta a regime periodico

REQUISITI

- Analisi Matematica III
- Fisica
- Elettrotecnica

Per una proficua frequenza, gli studenti, oltre alle precedenze sopra indicate, dovranno avere una buona conoscenza di calcolo differenziale e integrale, di algebra lineare e di fisica.

PROGRAMMA

I sistemi dinamici:
Definizione. Concetto di stato. Classificazione dei sistemi dinamici. Sistemi di equazioni differenziali e alle differenze lineari e loro soluzioni.

Sistemi lineari invarianti:
Trasformate di Laplace e Z. Equivalenza di sistemi dinamici. Forme canoniche.

Movimenti, equilibri e stabilità:
Movimenti e stati di equilibrio. Linearizzazione nell'intorno di un movimento. Stabilitá alla Lyapunov semplice e asintotica. Criteri di stabilitá per sistemi lineari varianti e invarianti nel tempo.

Criteri di stabilità per sistemi nonlineari:
Criteri di stabilitá di Lyapunov e di Krasowski. Criterio di instabilitá di Lyapunov. Teorema di Lyapunov per la stabilitá asintotica di sistemi lineari invarianti. Criteri di stabilitá e instabilitá per linearizzazione. Regione di asintotica stabilitá. Criterio di La Salle.

Risposte a regime:
Risposta a regime di ingressi periodici. Diagrammi di Bode.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula sono volte a:
1. Addestrare gli studenti ad applicare le metodologie e gli algoritmi presentati a lezione.
2. Costruzione di modelli di sistemi dinamici di varia natura (meccanici, elettrici, termici, pneumatici, idraulici, economici, biologici,...) a cui applicare le metodologie sviluppate nel corso.

BIBLIOGRAFIA

S. Rinaldi, "Teoria dei Sistemi", Clup, Milano 1993
Milanese, "Sinossi di Teoria dei Sistemi", Celid, Torino 1995.

II MODULO: PROPRIETÀ STRUTTURALI
Crediti: 4

REQUISITI

I Modulo

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Lo scopo del corso è di fornire agli studenti la capacità di:
- Studiare le pricipali proprietà di un sistema dinamico quali controllabilità, osservazione dello stato, stabilizzabilità a partire da misure degli stati o delle uscite.
- Identificare la funzione di trasferimento di un sistema dinamico a partire da misure ingresso-uscita corrotte da rumore, valutando gli intevalli di incertezza dei parametri identificati.

PROGRAMMA

Controllabilità e posizionamento dei poli:
Sottospazi di raggiungibilitá e controllabilitá per sistemi lineari invarianti. Forma canonica di controllabilitá. Forma canonica di Kalman. Posizionamento dei poli mediante controreazione degli stati, per sistemi controllabili e non controllabili.

Osservazione dello stato e regolatore:
Sottospazio di osservabilitá. Forma canonica di osservabilitá. Forma canonica di Kalman. Stima asintotica dello stato per sistemi osservabili e non osservabili. Posizionamento dei poli mediante osservatore. Irriducibilitá dei sistemi controllabili e osservabili.

Stabilità esterna:
Stabilitá esterna e relazione con la stabilitá asintotica. Risposta a regime di ingressi periodici.

Identificabilità e proprietà strutturali:
Identificabilitá globale, locale e strutturale. Criterio di identificabilitá strutturale. Controllabilitá e osservabilitá strutturali.

Identificazione con errori limitati:
Stima dei minimi quadrati. Errori di stima in presenza di errori non noti ma limitati. Insieme delle stime ammissibili. Stimatori ottimi (a minimi intervalli di incertezza).

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni sono volte a:
1. Addestrare gli studenti ad applicare le metodologie e gli algoritmi presentati a lezione.
2. Utilizzo di strumenti software specifici (Matlab) per la simulazione e l'analisi di sistemi dinamici.

III MODULO: LABORATORIO DI TEORIA DEI SISTEMI
Impegno (ore) laboratorio: 2 per 14 settimane
Crediti: 4

PRESENTAZIONE

Lo scopo del corso è di fornire agli studenti la capacità di simulare e analizzare sistemi dinamici e di progettare, utilizzando i tools disponibili su ambienti sw specializzati, un sistema di con-

trollo in grado di soddisfare alcune specifiche fondamentali (stabilità, velocità di risposta, saturazioni)

REQUISITI

è necessario seguire i moduli I e II.

PROGRAMMA

Il laboratorio verte sulla realizzazione di un sistema di controllo per la levitazione magnetica. Il sistema é intrinsecamente instabile e l'obiettivo é la realizzazione di stabilizzazione mediante controreazione con osservatore. L'esercitazione prevede lo svolgimento di tutte le principali fasi necessarie per l'identificazione e il controllo di un sistema fisico:

1. Costruzione di un modello a partire dai principi fisici.
2. Identificazione dei parametri incogniti del modello, usando misure ingresso-uscita sul sistema reale.
3. Valutazione delle incertezze dei parametri stimati.
4. Simulazione del modello complessivo nonlineare e confronto con il sistema reale.
5. Progettazione di un regolatore (posizionamento dei poli con osservatore dinamico) utilizzando il sistema linearizzato nell'intorno della posizione di levitazione desiderata.
6. Verifica delle prestazioni del regolatore sul modello nonlineare simulato.
7. Verifica delle prestazioni del regolatore sul sistema reale.

Lo studente dovrá documentare tutte queste fasi mediante una relazione scritta.

N5812 TEORIA DEI SISTEMI (DISCRETI)

Anno: 3 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 9
Docente: **Donato CARLUCCI** (Dipartimento di Automatica e Informatica, tel. 564.7028; orario di ricevimento: lun 16.30-18.30)

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, reti di calcolatori, sistemi di code (traffico di automobili su una rete viaria o di robot trasportatori in una fabbrica automatica), guasti casuali di elementi e pianificazione di ridondanze e di scorte, allocazione di risorse.
Seguendo il corso, l'allievo viene preparato alla impostazione matematica di questi problemi ed alla ricerca delle soluzioni, aiutato dalla conoscenza delle soluzioni dei problemi classici.
1° Modulo: le lezioni sono dedicate all'esposizione di principi e metodi mentre le esercitazioni sono dedicate all'approfondimento, attraverso lo svolgimento di esempi, dei singoli argomenti
2° Modulo: le lezioni sono dedicate alla definizione, sulla base di casi di studio quali ad esempio sistemi di produzione, dell'analisi e del progetto di impianti complessi tenendo conto di differenti obiettivi: efficienza, flessibilità, affidabilità.

REQUISITI

Teoria della probabilità. Trasformate di Fourier e di Laplace. Trasformata Zeta. Richiami su questi sono forniti dal docente in forma scritta per entrambe le parti teorica e applicativa.

PROGRAMMA

I MODULO
Crediti: 4

Il programma comprende i seguenti punti principali:
1. aspetti di base della teoria dei sistemi lineari;
2. teoria degli automi deterministici e stocastici;
3. catene di Markov a tempo continuo ed a tempo discreto;
4. teoria delle code [18 ore].

II MODULO
Crediti: 5

Questa parte del corso è dedicato alla trattazione degli argomenti seguenti:
1. reti di code;
2. affidabilità dei componenti;
3. affidabilità dei sistemi;
4. problemi di schedulazione.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

I MODULO:

Per ciascuno dei punti del programma verranno svolte esercitazioni in aula e verranno proposti esempi per ulteriore approfondimento degli argomenti presentati.

II MODULO:

Per ciascuno dei punti del programma verranno svolte esercitazioni in aula e verranno proposti esempi per ulteriore approfondimento degli argomenti presentati. In particolare vengono approfonditi i seguenti aspetti

1. analisi della rete di code di un sistema di produzione;
2. metodi di valutazione sperimentale dell'affidabilità di una famiglia di componenti;
3. dimensionamento delle scorte di un magazzino;
4. applicazione del metodo Monte Carlo per il calcolo dell'affidabilità di un sistema complesso;
5. schedulazione dei lavori in un sistema di produzione.

BIBLIOGRAFIA

Donato Carlucci e Giuseppe Menga *"Teoria dei Sistemi ad eventi Discreti"*, UTET, Torino, 1998

Testi ausiliari

M. Tibaldi: Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox, Progetto Leonardo, Bologna.

C. G. Cassandras: Discrete Event Systems: Modeling and Performance Analysis, Irwin and Aksen Associates, 1993.

ESAME

1° Modulo: prova scritta.

2° Modulo: prova scritta ed orale

F5870 TEORIA DELL'INFORMAZIONE E CODICI

Anno: 5 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 6 esercitazione: 2
Crediti: 9
Docente: **Michele ELIA** (Dipartimento di Elettronica)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso espone la teoria dei codici correttori d'errore ed i fondamenti della crittografla nel contesto della teoria dell'informazione di Shannon. Gli argomenti sono sviluppati secondo un approccio deduttivo che contemporaneamente motiva le basi assiomatiche ed introduce i metodi algebrici indispensabili per una comprensione dei principi e delle tecniche che consentano una padronanza anche operativa delle nozioni teoriche. Lo svolgimento degli argomenti è prettamente teorico e ha carattere spiccatamente matematico, tuttavia le applicazioni di tali concetti astratti sono di immediato interesse pratico.

REQUISITI

I MODULO: Comunicazioni Elettriche (F0800 o L0802-N0802 o L0801-N0800)
II MODULO: I modulo

PROGRAMMA

I MODULO: FONDAMENTI DI TEORIA DELL'INFORMAZIONE E TEORIA DEI CODICI

Crediti: 4

Modello di Shannon dei sistemi di comunicazione numerici.
Teoria dell'informazione. Entropia e mutua informazione. Entropia differenziale. Natura discreta dell'informazione. Teorema del data processing. Canale discreto privo di memoria e sua capacità. Primo e secondo teorema di Shannon.
Teoria dei codici a blocco. Scenario applicativo.
Codici lineari. Condizioni di esistenza: bound di Shannon, bound di Singleton, bound di Plotkin e bound di Gilbert-Varshamov.
Codici ciclici.

II MODULO: CODICI A BLOCCO E CRITTOGRAFIA

Crediti: 5

Codici BCH. Codici di Hamming e codici di Golay.
Codici di Reed-Solomon.
Codici di Goppa.
Codici di Reed-Muller.
Valutazione delle prestazioni sul canale BSC. Probabilità di errore.
Decodifica algebrica dei codici ciclici.
Algoritmi di decodifica. Complessità di codificatori e decodificatori.
Principi di crittografia. Scenario applicativo.
Crittografia in chiave privata e generatori di verme.
Crittografia in chiave pubblica.
Firma elettronica. Autenticazione e controllo degli accessi.
Protocolli per la protezione dell'informazione nelle trasmissioni su reti pubbliche e private. Il problema della distribuzione delle chiavi.

BIBLIOGRAFIA

R.J. McEliece, "The Theory of Information and Coding," Addison-Wesley, 1977.
J.H. vanLint, "Introduction to Coding Theory," Springer-Verlag, 1982.
F.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane, "The Theory of Error-Correcting Codes," North-Holland, 1977.
T. M. Cover, J. A. Thomas, "Elements of Information Theory," Wiley, 1991.
N. Koblitz, "A Course in Number Theory and Cryptography," Springer-Verlag, 1987.
H. vanTilborg, "An Introduction to Cryptology," Kluwer, 1988.

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta sugli argomenti base del programma.

F5955 TERMODINAMICA APPLICATA / ACUSTICA APPLICATA E ILLUMINOTECNICA

(corso integrato)

Anno: 3 Periodo: 2
Impegno (ore sett.) lezione: 4 esercitazione: 4
Crediti: 9
Docente: **Marco MASOERO** (collab.: **Chiara SILVI**)

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è costituito dall'unione dei seguenti corsi ridotti (moduli):

Il primo modulo di Termodinamica applicata riprende la teoria classica della termodinamica ed i concetti fondamentali della trasmissione del calore e della meccanica dei fluidi per sviluppare quindi una serie di argomenti ingegneristici, con particolare riferimento ad applicazioni nel settore dell'informazione (controllo termico in elettronica, fenomeni termoelettrici, termometria), alla conversione dell'energia e al controllo ambientale.

Il secondo modulo di Acustica applicata e Illuminotecnica si propone di fornire innanzitutto le nozioni teoriche fondamentali dell'acustica applicata e dell'illuminotecnica, sviluppando quindi una serie di applicazioni di interesse per il settore dell'informazione. Pur nella loro individualità , tali discipline vengono affrontate con un taglio metodologico comune: si parte da un richiamo sulla fisica del fenomeno acustico e luminoso, per passare poi alla percezione soggettiva del fenomeno da parte dell'uomo e alle applicazioni pratiche.

PROGRAMMA

- Definizioni e concetti fondamentali della termodinamica: sistema termodinamico e sue proprietà, equilibrio, trasformazioni. Equazioni costitutive *(2 h).*
- L'energia ed il primo principio della termodinamica; bilanci energetici di sistemi aperti e chiusi; L'entropia ed il secondo principio della termodinamica; applicazioni a casi pratici *(4 h).*
- Processi di conversione dell'energia *(2 h).*
- Proprietà termodinamiche dell'aria umida e principi di climatizzazione ambientale *(2 h).*
- Fenomeni di trasporto; trasmissione del calore per conduzione, convezione e irraggiamento; descrizione fenomenologica ed equazioni fondamentali; elementi di meccanica dei fluidi *(14 h).*
- Controllo termico dei dispositivi elettronici *(4 h).*
- Acustica fisica: grandezze acustiche e campi sonori; suoni puri e complessi; spettri sonori; sorgenti sonore; analogia elettroacustica *(5 h).*
- Elementi di acustica psico-fisiologica; valutazione dell'intensità soggettiva di suoni puri e complessi; mascheramento e comprensione del parlato *(3 h).*
- Propagazione sonora in campo libero e riverberato; proprietà acustiche dei materiali; acustica degli ambienti chiusi *(3 h).*
- Problemi di rumore ambientale: effetti del rumore, normativa e tecniche di mitigazione *(3 h)*
- Metododologie di analisi sperimentale e teorico-numerica in campo acustico ed applicazioni a problemi di interesse nel settore dell'informazione *(2 h).*
- Fotometria; definizione delle grandezze fotometriche; correlazione tra energia e flusso luminoso *(3 h).*
- Colorimetria; criteri di definizione di un sistema colorimetrico; sistema CIE *(3 h).*
- Sorgenti di luce artificiale ed apparecchi di illuminazione; problemi progettuali in campo illuminotecnico *(4 h).*
- Metododologie di analisi sperimentale e teorico-numerica in campo illuminotecnico ed applicazioni a problemi di interesse nel settore dell'informazione *(2 h).*

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Nelle esercitazioni in aula vengono proposti esercizi numerici ed approfondimenti relativi agli argomenti trattati nel corso. Le esercitazioni di laboratorio riguardano prevalentemente la termometria, la climatizzazione ambientale, le caratteristiche e l'uso della strumentazione per rilievi fonometrici ed illuminotecnici.

BIBLIOGRAFIA

Per il modulo Termodinamica applicata

Sono disponibili appunti del corso, sia sotto forma di file WORD in rete - sito ULISSE, sia in forma cartacea presso la Segreteria Didattica Interdipartimentale Area Sud.

Testi per l'approfondimento della teoria e per gli esercizi:

Y. Cengel "Termodinamica e trasmissione del calore", ed. McGraw-Hill

C. Boffa, P. Gregorio "Elementi di Fisica Tecnica - Volume II", ed. Levrotto & Bella

A. Cavallini, L. Mattarolo "Termodinamica Applicata", Ed. CLEUP

C. Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo "Trasmissione del calore", Ed. CLEUP

P. Gregorio "Esercizi di Fisica Tecnica", ed. Levrotto & Bella

Per il modulo Acustica applicata e Illuminotecnica

G. Moncada Lo Giudice, S. Santoboni "Acustica", Ed. Masson

G. Moncada Lo Giudice, A. De Liero Vollaro "Illuminotecnica", Ed. Masson

ESAME

Prova scritta riguardante la risoluzione di esercizi numerici relativi agli argomenti trattati nel corso.

F6040 TRASMISSIONE NUMERICA

Anno: 4 Periodo: 1
Impegno (ore sett.) lezione / esercitazione: 8
Crediti: 11
Docente: **Sergio BENEDETTO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

L'insegnamento è dedicato allo studio della codificazione di canale per la protezione dell'informazione , e dei ricevitori per trasmissione numerica in presenza di disturbi quali l'interferenza intersimbolica e il rumore additivo.

REQUISITI

Comunicazioni Elettriche Specialistico

PROGRAMMA

I MODULO: CODICI DI CANALE
Crediti: 6

Introduzione al corso
I codici a blocco lineari
I codici a blocco ciclici
I codici convoluzionali
L'algoritmo di Viterbi
I codici concatenati
La modulazione codificata a traliccio

II MODULO: TRASMISSIONE NUMERICA SU CANALI "REALI"
Crediti: 5

L'interferenza intersimbolica nei sistemi coerenti
Il calcolo delle prestazioni di sistemi in presenza di interferenza intersimbolica
L'equalizzazione adattativa di canale
Il ricevitore a massima verosimiglianza

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono in esercizi sugli argomenti presentati durante le lezioni, e nella correzione dei compiti a casa.

BIBLIOGRAFIA

S. Benedetto e E. Biglieri: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications, Casa Editrice: Plenum, 1999

ESAME

L'esame può essere sostenuto secondo due modalità distinte: esame tradizionale ed esame con esoneri.
Il primo consiste in una prova scritta che verte sull'intera materia del corso, seguita da un orale.
Il secondo consiste nel superamento di una prova di esonero svolta durante il corso, seguita da un orale..
Alla valutazione finale concorre anche il voto ottenuto sulla base dei compiti a casa assegnati durante il corso.

SEDE DECENTRATA DI MONDOVÌ

L1790 ELETTROTECNICA (*)

Anno: 2
Crediti: 11
Periodo: 1

Docente: **Marco GILLI**, Dipartimento di Elettronica (tel. 564.4096, http://pcelt.polito.it/elettrotecnica, e-mail gilli@polito.it; orario di ricevimento lun 12.30-14.30 e in orari diversi previo contatto con il docente

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso riguarda le conoscenze di base necessarie per lo studio sia dei singoli dispositivi elettromagnetici sia dei sistemi elettromagnetici costituiti da piu' dispositivi interagenti. In particolare nel caso di grandezze elettromagnetiche lentamente variabili, viene introdotto un modello matematico molto semplice (modello circuitale) che semplifica notevolmente tale studio e fornisce la cosidetta mentalità circuitale indispensabile per tutti gli studenti di Ingegneria. La teoria dei circuiti si formalizza con elementi (multipoli) i cui parametri dipendono dalle caratteristiche dei dispositivi che essi modellano. Il corso presenta sia i metodi sistematici per lo studio delle connessioni dei multipoli (Teoria delle Reti elettriche), sia le tecniche che consentono di determinare i parametri che definiscono i multipoli. Tali tecniche sono basate su indispensabili conoscenze elettromagnetiche che vengono sviluppate nel corso.

I MODULO
Crediti: 6

COMPONENTI IDEALI DELLE RETI ELETTRICHE

Grandezze elettriche su un multipolo e Leggi di Kirchhoff. Bipoli elettrici. Potenza entrante e passività. Relazioni costitutive. Resistore ideale. Generatori ideali di tensione. Generatori ideali di corrente. Induttore ideale. Condensatore ideale. Multipoli e Multiporta. Trasformatore ideale. Passività. Reciprocità. Principio di sostituzione. Generatori pilotati.

CALCOLO DI RETI SENZA MEMORIA

Circuiti elementari. Resistore costituito da una rete di resistori. Trasformazione stella-triangolo e triangolo-stella. Metodi particolari per il calcolo di una rete con un solo generatore. Metodi di calcolo di reti con piu' di un generatore. Teorema di Thevenin. Teorema di Norton. Elementi di teoria dei grafi. Matrice di incidenza. Teorema di Tellegen. Teoria elementare del metodo dei nodi.

RETI IN REGIME SINUSOIDALE

I fasori e loro utilizzazione nella rappresentazione di grandezze sinusoidali isofrequenziali. Proprietà dei fasori. Reti fasoriali. Leggi di Kirchoff e relazioni costitutive. Bipoli inerti e loro Impedenza: Ammettenza, Resistenza, Reattanza, Conduttanza e Suscettanza di un bipolo d'impedenza. Connessioni di impedenze. Estensione dei metodi elementari e generali al calcolo di reti fasoriali. Diagrammi fasoriali. Potenze in regime sinusoidale: Potenza attiva, reattiva, complessa ed apparente. Teorema di Boucherot. Sistemi Trifase. Rifasamento.

RETI NEL DOMINIO DELLA FREQUENZA

Calcolo di reti in presenza di generatori sinusoidali non isofrequenziali. Cenni sull'integrale di Fourier e seriedi Fourier. Funzione di trasferimento. Poli delle reti. Proprietà filtranti delle reti. Filtri e risuonatori. Trasformatori. Trasformatori perfetti. Circuiti equivalenti. Rappresentazione dei doppi bipoli. Parametri Z, Parametri Y, Parametri H, Parametri G. Parametri di trasmissione. Parametri di trasmissione inversa. Relazioni tra i parametri di un doppio bipolo. Interconnessioni di doppi bipoli.

RETI NEL DOMINIO DEL TEMPO

Reti degeneri e non degeneri. Variabili di stato. Equazioni di stato nelle reti non degeneri.

Presenza di interruttori. Discontinuità dello stato nelle reti degeneri. Ordine di complessità di una rete. Numero di autovalori nulli della matrice A.. Relazione tra i poli della rete e gli autovalori della matrice A.

II MODULO
Crediti: 5

TRANSITORI
Carica e scarica di un induttore. Carica e scarica di un condensatore. Circuiti ad una costante di tempo con interruttori. Circuiti ad una costante di tempo con ingressi costanti a tratti

TRASFORMATE DI LAPLACE
Metodo della trasformata di Laplace. Leggi di Kirchhoff nel dominio delle Trasformate di Laplace. Relazioni costitutive nel dominio delle Trasformate di Laplace. Impedenza ed ammettenza diun bipolo. Calcolo simbolico con le trasformate di Laplace. Calcolo di Trasformate. Calcolo di Antitrasformate. Teorema del valore iniziale e finale. Applicazioni. Transitori in circuiti a due costanti di tempo.

FONDAMENTI DI ELETTROMAGNETISMO
Campi elettromagnetici. Equazioni di Maxwell. Equazioni complementari e condizioni al contorno. Energia, Potenza. Teorema di Poynting. Deduzione della teoria dei circuiti dall'equazioni di Maxwell.

CONSIDERAZIONI ELETTROMAGNETICHE SUI COMPONENTI
Caratterizzazione elettromagnetica dei multipoli e delle reti elettriche. Realizzazione di resistori, induttori e condensatori. Realizzazione dei multiporta induttivi. Equazioni degli avvolgimenti. Circuiti magnetici. Calcolo di una rete magnetica. Applicazioni dei circuiti magnetici.

LINEE DI TRASMISSIONE
Tipologie. Linee a due conduttori e linee multiconduttori. Equazioni dei telegrafisti. Potenze trasportate.

BIBLIOGRAFIA

V.Daniele-A.Liberatore-R.Graglia-S.Manetti: Elettrotecnica. Monduzzi Editore, Bologna, 1997, II edizione, 1997
V.Daniele-M.Gilli, Reti nel dominio della frequenza, CLUT,Torino 1997
P.P. Civalleri, Elettrotecnica Levrotto & Bella Editore, 1998.
Testi ausiliari per le esercitazioni
C.Paul: Analysis of Linear Circuits, McGraw-Hill
A.Laurentini, A. Meo, R.Pomè: Esercizi di Elettrotecnica, Levrotto & Bella, Torino

ESAME

L'esame è composto dalle seguenti parti:

1. Una **prima prova scritta**, che consiste nello svolgimento di alcuni semplici esercizi e di un esercizio complesso sulla parte riguardante il primo modulo. Viene valutata con un punteggio da 1 a 15. Per essere ammessi alla prosecuzione dell'esame è necessario ottenere almeno 9 punti su 15 in questa prova. Tale prova può essere sostenuta immediatamente dopo il termine del primo modulo.
2. Una **seconda prova scritta**, che consiste nello svolgimento di alcuni semplici esercizi e di un esercizio complesso sulla parte riguardante il secondo modulo. Viene valutata con un punteggio da 1 a 15. Tale prova può essere sostenuta immediatamente dopo il termine del secondo modulo. Se il punteggio della seconda prova è superiore a 9, l'esame si intende superato con una valutazione ottenuta sommando i punteggi delle due prove.

Durante le prove scritte non si possono consultare appunti o testi a stampa; non si possono usare calcolatrici programmabili.

Se la valutazione complessiva è superiore a 26 è possibile sostenere **una prova orale,** il cui esito non è necessariamente additivo.

Nelle sessioni ordinarie le due prove scritte e la prova orale si svolgono normalmente nello stesso giorno. La prova orale si svolge dopo la correzione delle prove scritte. Al termine delle due prove scritte viene presentata la correzione: in quel momento gli studenti che lo ritengono opportuno possono ritirarsi dall'esame, senza che questo comporti la registrazione di un voto negativo. Dopo la correzione delle prove scritte il ritiro dall'esame comporta la registrazione di un voto negativo.

F1901 FISICA GENERALE I

Anno: 1 Periodo: 2
Crediti: 9
Docente: **Michelangelo AGNELLO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è suddiviso in due moduli. Vengono trattati i concetti basilari per la comprensione e la risoluzione di semplici problemi di Fisica classica (meccanica dei corpi puntiformi, dei sistemi, dei corpi rigidi e termodinamica) con particolare riferimento a quelli che si possono più comunemente presentare nelle applicazioni di tipo ingegneristico. Lo studente sarà guidato alla comprensione dei concetti fondamentali in modo da essere poi in grado di utilizzarli con sicurezza in qualsiasi applicazione questi si presentino. La materia del corso di Fisica generale I richiede una attenzione continua allo studente che non deve distrarsi, dagli argomenti presentati, per difficoltà a comprendere e gestire la matematica di cui si fa largo uso. Per questo la padronanza dei mezzi matematici è molto importante. Nel primo modulo si comincia a studiare il moto del corpo più semplice (il corpo puntiforme), senza preoccuparsi delle cause che lo producono, acquisendo le nozioni che saranno poi utilizzate successivamente. Nella dinamica, in cui verrà posta molta attenzione ai tre principi fondamentali, al teorema dell'energia cinetica e alla conservazione dell'energia, lo studio del moto passerà ai sistemi a multicorpi e di conseguenza al corpo rigido che costituiscono la naturale prosecuzione del corpo puntiforme. Nella dinamica si studiano le cause (forze) e il moto da queste prodotto.
Il secondo modulo comprende la termodinamica in cui si comincia lo studio della termologia chiarendo il concetto di temperatura e della pressione nei gas. Molta attenzione è posta al primo e secondo principio. Saranno poi studiati i cicli termodinamici tra i quali il ciclo di Carnot.

REQUISITI

è indispensabile conoscere bene la matematica sviluppata nel corso di *Analisi* 1

I MODULO
Crediti: 5

Cinematica del corpo puntiforme
Sistemi di riferimento. Equazioni parametriche della traiettoria. Ascissa curvilinea. Velocità ed Accelerazione. Esempi di Moti. Moto curvilineo, componenti intrinseche di velocità ed accelerazione. Velocità angolare. Moti centrali, formula di Binet. Moti relativi. Composizione di moti armonici sullo stesso asse e su assi ortogonali, con medesima e diversa pulsazione.

Le forze
Definizione e significato. Composizione delle forze. Definizione del momento polare ed assiale di una forza. Composizione dei momenti. Composizione di forze concorrenti e non concorrenti. Coppie. Centro delle forze parallele. Centro di gravità. Centro di massa. Calcolo del baricentro di un semidisco. Alcuni tipi di forze, forza elastica, forza di attrito statico e dinamico, forza d'attrito viscoso, tensione delle funi.

Statica
Equilibrio dei corpi puntiformi. Condizioni di equilibrio per corpi non puntiformi. Reazioni vincolari, vincolo liscio. Equilibrio stabile, instabile ed indifferente. Applicazione per un corpo disposto su un piano inclinato.

Dinamica del punto materiale
Primo e secondo principio della dinamica. Massa inerziale. Quantità di moto. Terzo principio

della dinamica. Dinamica dei processi oscillatori. Componenti tangenziale e normale della forza nel moto curvo. Momento della quantità di moto. Teorema del momento della quantità di moto. Forze centrali. Forze fittizie. Lavoro di una forza. Esempi. Potenza media ed istantanea. Energia cinetica e teorema dell'energia cinetica. Energia potenziale. Forze conservative. Energia potenziale per le forze peso ed elastiche. Conservazione dell'energia meccanica. Conservazione dell'energia per moti oscillatori liberi. Energia meccanica e forze non conservative.

Meccanica dei sistemi di punti materiali.

Quantità di moto totale. Velocità ed accelerazione del centro di massa. Quantità di moto del centro di massa. Prima equazione cardinale della meccanica dei sistemi. Massa ridotta. Momento della quantità di moto totale. Momento della quantità di moto per corpi puntiformi ruotanti attorno ad un asse. Momento d'inerzia. Seconda equazione cardinale della meccanica dei sistemi. Lavoro ed energia cinetica. Teorema di Konig. Conservazione dell'energia. Forze interne conservative. Energia propria del sistema. Forze esterne conservative. Sistema isolato.

Urto.

Concetto di urto. Urto a distanza. Teorema dell'energia cinetica applicato all'urto. Sistema isolato, piccolo intervallo di tempo della durata dell'urto. Urto perfettamente elastico ed anelastico. Urto frontale perfettamente elastico. Urto con parete. Pendolo balistico

II MODULO

Crediti: 4

Dinamica del corpo rigido

Corpo rigido. Moto rototraslatorio. Equazioni cardinali della dinamica del corpo rigido. Corpo girevole attorno ad un asse. Momento d'inerzia assiale e polare. Teorema di Huygens-Steiner. Esempi di calcolo del momento d'inerzia assiale. Energia cinetica di rotazione. Energia cinetica totale. Pendolo composto.

Introduzione ai campi

Definizione del campo vettoriale. Linee di flusso e tubo di flusso. Flusso del vettore del campo. Teorema di Gauss o della divergenza. Campi solenoidali e conseguenze. Integrale di linea e circuitazione. Campi conservativi. Potenziale. Superfici equipotenziali. Teorema di Stokes.

Gravitazione

Teoria delle epicicloidi di Tolomeo e Copernicana. Leggi di Keplero. Legge di Newton della gravitazione. Legge della gravitazione universale. Bilancia di Cavendish. Massa inerziale e gravitazionale. Accelerazione di gravità. Introduzione al campo gravitazionale. Potenziale del campo gravitazionale.

Meccanica dei fluidi

Liquidi perfetti. Punto di vista Lagrangiano ed Euleriano.

Statica dei fluidi.

Definizione di pressione in un fluido. Indipendenza dalla direzione della pressione in un punto del fluido. Legge di Pascal-Stevino. Legge di Stevino per i fluidi pesanti. Principio di Archimede.

Dinamica dei fluidi.

Portata areica e massica. Legge di conservazione della massa in forma integrale e differenziale. Applicazioni della legge di Stevino, legge dei vasi comunicanti, misura della pressione di un gas. Equazione di Bernoulli. Tubo di Venturi e di Pitot. Teorema di Torricelli.

Cenni alle deformazioni elastiche nei solidi

Criteri generali. Definizione di tensione normale e tangenziale. Sollecitazioni interne. Allungamento. Legge di Hooke. Deformazione elastica di scorrimento, modulo di elasticità tangenziale G. Deformazione di trazione, modulo di elasticità normale E. Numero di Poisson n. Deformazione di torsione. Modulo di torsione G'. Deformazione di compressione uniforme, modulo di compressione volumica. Scorrimento nei liquidi.

Termodinamica
Legge di stato dei gas perfetti e dei gas reali (Van Der Waals). Cambiamento di stato. Quantità di calore e significato della caloria. Capacità termica, calore specifico e calori latenti. Propagazione del calore. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Lavoro nelle trasformazioni termodinamiche. Calore nelle trasformazioni termodinamiche. Principio di equivalenza. Primo principio della termodinamica. Trasformazioni adiabatiche, isoterme, isobare, isocore. Secondo principio della termodinamica. Termostato ideale. Motore termico e suo rendimento. Teorema di Carnot e ciclo di Carnot. Rendimento del motore termico di Carnot. Efficienza di una macchina frigorifera. Teorema di Clausius. Entropia.

LABORATORI E/O ESERCITAZIONI

Le esercitazioni in aula, hanno lo scopo di rendere più familiari allo studente i concetti appresi durante le lezioni. Gli esercizi svolti seguono di pari passo lo svolgimento delle lezioni, e gli argomenti trattati sono quelli fondamentali delle lezioni.

LABORATORI
Misurazione di spostamenti, velocità e accelerazione di gravità di un corpo in caduta libera. Misurazione del periodo di oscillazione di un pendolo semplice in funzione della lunghezza del filo e dell'ampiezza di oscillazione.

BIBLIOGRAFIA

Testo di riferimento
G. Lovera, B. Minetti, A. Pasquarelli "Appunti di FISICA I", Levrotto e Bella, Torino 1982.
Testi di eventuale consultazione
Mazzoldi, M. Nigro, C. Voci "Fisica Vol.1 (Meccanica - Termodinamica)", EdiSES, II edizione, Napoli 1998.
C. Mencuccini, V. Silvestrini - Fisica I , Liquori Editore
D. Roller, R. Blum - Fisica I, Zanichelli
R. Resnick, D. Halliday, K. S. Krane "Fisica I", CEA, Milano 1993
Testi di esercizi
M. Agnello, Temi di esame ed esercizi risolti, Società editrice Esculapio.
S. Focardi, Problemi di Fisica Generale, Casa Editrice Ambrosiana

ESAME

L'esame consiste in una prova scritta e una prova orale che comincerà lo stesso giorno o il giorno successivo. Sono ammessi alla prova orale coloro che hanno conseguito un punteggio di almeno 15/30 alla prova scritta. Coloro che hanno ottenuto un punteggio inferiore non sono esclusi dall'orale, ma è ovvio che il loro voto finale sarà fortemente penalizzato dalla prova scritta. Questi, se la prima domanda dovesse essere insoddisfacente, saranno invitati a non proseguire l'esame e potranno presentarsi all'appello successivo. Se l'esame, per scelta dello studente, proseguirà allora il voto, qualsiasi esso sia, verrà registrato.

L1901 FISICA GENERALE I

VEDI F1901 FISICA GENERALE I

N1901 FISICA GENERALE I

VEDI F1901 FISICA GENERALE I

PROGRAMMI DELLE DISCIPLINE DELLE SCIENZE UMANISTICHE

UM016 APPLICAZIONI FISICHE DELLA TEORIA DEI GRUPPI (IL CONCETTO DI SIMMETRIA DALL'ANTICHITÀ AD OGGI) (R)

Periodo : 2
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Tullio REGGE**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è incentrato sul concetto di simmetria. L'idea non è assolutamente quella di fare un corso monografico e astratto basato su formule, ma piuttosto quello di seguire le orme di Hermann Weyl, un grande matematico che ha scritto un testo classico sull'argomento di carattere interdisciplinare e che investe anche l'analisi di opere d'arte e di architettura. Sono estremamente numerose le strutture che hanno simmetrie nascoste, usualmente non riconosciute come tali, che durante lo svolgimento del corso saranno poste in luce.

PROGRAMMA

Cenni storici partendo dal Timeo attraverso Galois e l'inizio della teoria dei gruppi.
Concetto di gruppo.
Simmetrie discrete e simmetrie continue.
Ruolo delle simmetrie nella Fisica sia classica sia quantistica.
Cristalli.
Simmetrie nella relatività ristretta.
Simmetria nelle particelle elementari. Materia e antimateria.
Valore estetico della simmetria.
Simmetria in biologia.

ESERCITAZIONI

Le esercitazioni prevedono l'approfondimento di temi specifici proposti dal docente e applicazioni sul riconoscimento di simmetrie nascoste.

BIBLIOGRAFIA

D. Hilbert e Vossen-Cohen, *Geometria e intuizione*, Bollati Boringhieri.
H. Weyl, *Simmetria*, Bollati Boringhieri

ESAME

La valutazione finale sarà basata sulle esercitazioni svolte e su una prova pratica scritta.

UM017 ESTETICA (R)

Periodo: 2
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Roberto SALIZZONI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone di illustrare le principali posizioni espresse nel corso del Novecento dalla filosofia e dalle scienze umane sui temi dell'arte e della bellezza. Estetica filosofica, antropologia, sociologia e psicologia, in un rapporto di dialogo e di reciproco scambio, elaborano teorie ed analisi dei fatti artistici e dei fenomeni della bellezza. E' possibile percorrere, seguendo i fili tematici dell'estetica, le aree più interessanti del discorso filosofico ed umanistico del nostro secolo. Il corso propone alcuni di questi percorsi, mirando a chiarire le diverse prospettive metodologiche, a mettere a punto un lessico filosofico essenziale, a introdurre gli autori più significativi.

PROGRAMMA

Arte, linguaggio e comunicazione (L'ecologia della mente secondo Bateson; i diversi modi di concepire l'inconscio da Freud alla "prammatica della comunicazione"; stile, grazia e bellezza come condizioni della comunicazione).
Arte, tecnica, natura (Il rapporto tra arte, mito e scienza secondo C. Lévi-Strauss; l'arte come risposta possibile allo sviluppo della tecnica secondo W. Benjamin; tecnica e natura in M. Heidegger).
Creazione e ricezione dell'opera (R. Jauss e il piacere estetico; il problema dell'autore secondo l'ermeneutica).
Razionale e irrazionale nell'avanguardia (T. Adorno sull'arte moderna asservita; le interpretazioni della pittura astratta come storia esemplare).
Paesaggio e collezione (Ambiente naturale e artificiale: un confronto tra ermeneutica e antropologia. J. Clifford, S. Stewart, H.G. Gadamer).

BIBLIOGRAFIA

W. Tatarkiewicz, *Storia di sei Idee*, Palermo, Aesthetica
c. W. Benjamin, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Torino, Einaudi.
C. Lévi-Strauss, *Il pensiero selvaggio*, Milano, il Saggiatore
G. Bateson, *Verso un'ecologia della mente*, Milano, Adelphi
H.R. Jauss, *Apologia dell'esperienza estetica*, Torino, Einaudi
AA. VV., *The spiritual in Art: Abstract Painting 1890-1985*, New York, Abbeville
S. Stewart, *On Longing*, Londra, Duke Univ. Press
J. Clifford, *I frutti puri impazziscono*, Torino, Bollati
T. W. Adorno, *Teoria estetica*, Torino, Einaudi
M. Heidegger, *Saggi e discorsi*, Milano, Mursia
Durante il corso saranno introdotte e commentate parti determinate delle opere indicate.

ESAME

Sono previste prove scritte di verifica durante il corso e come prova finale.

UM018 FILOSOFIA DELLA SCIENZA (MENTE, CERVELLO E COMPUTER) (R)

Periodo: 2
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Alberto VOLTOLINI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si incentrerà su alcuni dei principali temi di filosofia della mente che sono all'ordine del giorno del dibattito contemporaneo: la natura degli stati mentali, il rapporto mente - corpo (cervello) e il problema della loro interazione, la questione dei contenuti mentali e quella dell'intenzionalità, cioè del fatto che gli stati mentali vertano su cose ed eventi del mondo. Attraverso l'analisi di questi temi, si cercherà di illustrare le due fondamentali opzioni filosofiche che si fronteggiano a proposito della mente: la concezione riduzionista, per cui tutto ciò che è mentale rientra nell'ordine naturale del mondo e può dunque in linea di principio essere studiato dalle scienze naturali, e quella anti-riduzionista, per cui la mente ha certe proprietà speciali, per cui non può essere completamente compresa dalla scienza. All'interno di questo quadro, una specifica attenzione verrà dedicata ad un problema che il vertiginoso sviluppo delle scienze cognitive da un lato e dell'intelligenza artificiale dall'altro rende sempre più attuale, ossia se il paragone tra la mente e il computer fornisca la chiave per comprendere che cos'è davvero la mente o sia soltanto uno strumento utile per capire il suo funzionamento.

PROGRAMMA

Il dualismo cartesiano: mente e corpo come sostanze separate.
Il rifiuto della mente: il programma comportamentista. Limiti del programma.
Il materialismo radicale e quello moderato: varie teorie dell'identità tra stati mentali e stati cerebrali.
Il programma funzionalista e l'idea di 'realizzabilità multipla' di uno stato mentale.
Il funzionalismo computazionale: la mente come un computer. Macchine di Turing, test di Turing; le obiezioni (l'argomento di Searle della 'stanza cinese').
Il rapporto mente-corpo: sono gli stati mentali causalmente efficaci?
Il problema del contenuto mentale. L'importanza del contenuto per l'individuazione di uno stato mentale; irriducibilità o meno della proprietà di avere un contenuto per uno stato mentale (questione della 'naturalizzazione dell'intenzionalità').

BIBLIOGRAFIA

Testo base:
Di Francesco, M., *Introduzione alla filosofia della mente*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1996.
Testi di consultazione:
M. Salucci, *Mente/Corpo*, La Nuova Italia, Firenze 1997.
R. Lanfredini, *Intenzionalità*, La Nuova Italia, Firenze 1998.

ESAME

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta su un tema trattato nel corso.

UM019 METODOLOGIA DELLE SCIENZE NATURALI A (IL METODO SCIENTIFICO) (R)

Periodo : 1
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Gabriele LOLLI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Un'introduzione ai temi attuali trattati dalla filosofia della scienza dopo la reazione al neopositivismo - scienza normale, rivoluzioni, progresso, incommensurabilità, costruzione sociale dei concetti, relativismo, post-modernismo - con letture commentate da Hanson, Wittgenstein, Kuhn, Feyerabend, Bloor, Latour.

PROGRAMMA

1° L'eredità del neopositivismo - Hanson e i "fatti carichi di teoria" - Kuhn, scienza normale e rivoluzioni - Feyerabend, contro il metodo - Bloor e la sociologia della scienza - La discussione attuale tra realisti e relativisti.

BIBLIOGRAFIA

R. N. Giere, *Understanding Scientific Reasoning*, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1985.
G. Lolli, *Beffe, scienziati e stregoni*, Il Mulino, Bologna, 1998.
E. Nagel, *La struttura della scienza*, Feltrinelli, Milano, 1985.
oltre a letture di testi originali.

ESAME

L'esame richiederà la presentazione di una relazione scritta su un tema o autore trattati nel corso.

UM020 METODOLOGIA DELLE SCIENZE NATURALI B (IL METODO SCIENTIFICO) (R)

Periodo didattico: 1
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Gabriele LOLLI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Si discuteranno i concetti fondamentali del metodo scientifico. Attraverso alcune parole-chiave - come "osservazione", "esperimento", "prova", "causa" - mettendone in evidenza le diverse accezioni nei diversi periodi storici e nelle diverse aree di ricerca scientifica. Ad esempio per "esperimento" si potrà discutere il passaggio dalla osservazione naturale nella scienza antica, alla ideazione di situazioni artificiali nella scienza sperimentale del Seicento, alle imprese tecnologiche della big-science odierna.

REQUISITI

Modulo Metodologia delle Scienze Naturali (A).

PROGRAMMA

Ragionamento scientifico - Struttura logica delle teorie - Osservazioni, ipotesi, teorie, modelli, fatti, dati, cause, esperimenti, esperimenti mentali.

BIBLIOGRAFIA

R. N. Giere, *Understanding Scientific Reasoning*, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1985.
G. Lolli, *Beffe, scienziati e stregoni*, Il Mulino, Bologna, 1998.
E. Nagel, *La struttura della scienza*, Feltrinelli, Milano, 1985.
oltre a letture di testi originali.

ESAME

L'esame richiederà la presentazione di una relazione scritta su un tema o autore trattati nel corso.

UM021 PROPEDEUTICA FILOSOFICA (INTRODUZIONE AL PENSIERO CONTEMPORANEO) (R)

Periodo: 1
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Diego MARCONI**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso si propone d'illustrare, ad un livello elementare, concetti, metodi, ed esempi della ricerca filosofica attuale, in vari campi (metafisica, filosofia del linguaggio, filosofia della mente, filosofia morale). Sarà sottolineata la struttura argomentativa del discorso filosofico, cioè si cercherà di mettere in evidenza in che modo e con quali argomenti sono sostenute le diverse tesi filosofiche di volta in volta esaminate.

PROGRAMMA

Filosofia (che cos'è e perché occuparsene).
L'esistenza di Dio (argomenti per l'esistenza di Dio; Dio e il male).
Giusto e sbagliato in senso morale (ci sono argomenti per l'altruismo? I principi e i valori morali sono universali?).
Libero arbitrio e determinismo.
Morte (c'è vita dopo la morte? La morte è buona, cattiva o indifferente? La morte degli altri e la propria morte).
Conoscenza (abbiamo vera conoscenza del mondo esterno, o hanno ragione gli scettici?).
Scienza (che cos'è il metodo scientifico? che cosa distingue la scienza dalla pseudoscienza?).
Arte (che cos'è? che differenza c'è tra un'opera d'arte e un oggetto non artistico?).

BIBLIOGRAFIA

N.Warburton, *Il primo libro di filosofia*, Einaudi, Torino 1999.
T. Nagel, *Una brevissima introduzione alla filosofia*, Il Saggiatore, Milano 1989.

ESAME

L'esame prevederà la presentazione di una relazione scritta su un testo filosofico concordato col docente, e un compito scritto finale.

UM022 SOCIOLOGIA DEL LAVORO (R)

Periodo: 1
Impegno: 30 ore di lezione (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Alberto BALDISSERA**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Scopo del corso è esaminare modi e forme di utilizzazione economica e sociale delle innovazioni tecnologiche. Particolare attenzione verrà dedicata all'analisi delle relazioni esistenti tra innovazioni tecnologiche ed organizzative nelle imprese economiche e in alcuni sistemi tecnologici complessi.
L'idea di fondo è che la diffusione delle innovazioni tecnologiche richiede adattamenti e innovazioni radicali nelle strutture organizzative delle imprese economiche, oltre a notevoli investimenti in istruzione e formazione professionale. A loro volta, le innovazioni organizzative, dal mutamento dei sistemi manageriali di controllo e dell'organizzazione del lavoro sino alle modifiche delle interfacce uomo-macchina, adattano le tecnologie alle esigenze produttive e del lavoro umano e contribuiscono a modificarle in misura rilevante.

PROGRAMMA

Alcuni temi e problemi fondamentali della sociologia dell'azione sociale e della metodologia della ricerca sociologica.
Le relazioni tra processi di globalizzazione, innovazioni tecnologiche e occupazione, nei paesi europei e negli USA. Particolare attenzione verrà dedicata all'analisi delle politiche (riguardanti l'istruzione e la formazione professionale, il marcato del lavoro, le politiche pubbliche di welfare, l'innovazione di prodotti e di processi) messe in atto in questi paesi al fine di stimolare lo sviluppo economico e l'occupazione.
Le innovazioni organizzative (come il re-engineering o i programmi di total quality management) che accompagnano, stimolano e modificano l'introduzione delle tecnologie dell'informazione nelle organizzazioni industriali e dei servizi.
Le patologie dei sistemi tecnologici complessi, illustrate negli ultimi decenni da una serie di incidenti maggiori, da Seveso a Three Mile Island, Chernobil, Bophal, etc. Verranno in particolare definiti i concetti di interfaccia e di interazione uomo-macchina, di logica della progettazione e logica di utilizzazione dei sistemi tecnologici complessi, di organizzazione affidabile ed esaminate alcune teorie organizzative degli incidenti tecnologici.

BIBLIOGRAFIA

A. Baldissera, *La tecnologia difficile*, Tirrena Stampatori, Torino, 1992.
A. M. Chiesi, *Lavori e professioni*, Roma, NIS, 1997.
D. S. Landes., *Prometeo liberato. Trasformazioni tecnologiche e sviluppo industriale nell'Europa occidentale dal 1750 ai giorni nostri*, Torino, Einaudi, 1978.

ESAME

L'esame prevederà, a fianco della prova orale, la presentazione di una relazione scritta. Gli studenti saranno invitati a scrivere e presentare studi riguardanti uno o più incidenti tecnologici maggiori. In questo caso è indispensabile una buona conoscenza della lingua inglese.

UM023 SOCIOLOGIA DELLE COMUNICAZIONI DI MASSA A (R)

Periodo : 1
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Chiara OTTAVIANO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso mira a fornire strumenti di conoscenza utili per orientarsi all'interno della società contemporanea, oggi in profonda trasformazione anche rispetto alle innovazioni in corso nei modi e sistemi di comunicazioni. Non si tratta però solo di capire cosa ha implicato in tempi recenti la cosiddetta rivoluzione digitale, ma di comprendere come, sin dalle sue origini, i modi di produzione delle società industriali siano stati profondamente condizionati dai modi di comunicazione e trasmissione delle informazioni. Il corso avrà pertanto carattere interdisciplinare con punti di vista sociologici, economici, storici, culturali. Un'attenzione particolare sarà dedicata alle professioni e alle istituzioni coinvolte, nell'industria e nel mercato, ma anche al ruolo degli utenti finali, i consumatori, che possono o meno adottare le opportunità tecnologiche offerte. L'analisi di alcuni casi relativi all'introduzione di ormai "vecchi" mezzi di comunicazione sarà di ausilio per un approccio critico alla lettura di alcune ipotesi, oggi diffuse, intorno agli effetti e alle conseguenze delle cosiddette nuove tecnologie della comunicazione.
La stessa definizione di comunicazione di massa, coniata negli anni trenta, appare oggi non del tutto adeguata, giacché non comprende le innovazioni, tecniche e sociali, introdotte dalla telematica e dai mezzi che consentono interattività (in particolare Internet).

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni, con specifica attività di ricerca degli studenti, volte ad una riflessione originale e documentata su Internet.

PROGRAMMA

La cosiddetta "società dell'informazione": definizioni e quadro teorico.
Le tesi di J. Beniger sulla "rivoluzione del controllo", in riferimento all'origine della società dell'informazione.
Cenni sulla storia e l'evoluzione dei mezzi e dei modi di comunicazione.
Il tema della negoziazione sociale a proposito dell'introduzione di vecchie e nuove tecnologie della comunicazione: analisi di casi

BIBLIOGRAFIA

C.Ottaviano, *Mezzi per comunicare. Storia, società e affari dal telegrafo al modem*, Torino, Paravia, 1997.
J. Meyrowitz, *Oltre il senso del luogo. L'impatto dei media elettronici nel comportamento sociale*, Bologna, Baskerville 1993.
Nel corso delle lezioni saranno forniti materiali in fotocopia e indicazioni di estratti da altri volumi la cui conoscenza è essenziale per la preparazione all'esame (ca. 250pp), nonché un elenco dei saggi entro il quale il candidato sceglierà un secondo volume da presentare all'esame.

ESAME

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale.

UM024 SOCIOLOGIA DELLE COMUNICAZIONI DI MASSA B (R)

Periodo : 1
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Chiara OTTAVIANO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso è da intendersi come un approfondimento del modulo I.
Al centro dell'attenzione saranno i mezzi di comunicazione di massa, e in particolare la radio, il cinema e la televisione, "agenti di socializzazione" fra i più significativi nella società contemporanea.
L'attenzione sarà rivolta alla tradizione degli studi sociologici sul tema, ma anche agli aspetti relativi al carattere industriale e agli apparti del broadcasting, alle professioni coinvolte, agli aspetti legislativi.
Specifiche esercitazioni saranno dedicate all'analisi del linguaggio audiovisivo con esempi tratti da fonti d'archivio come i cinegiornali, e da fonti coeve, come i telegiornali.

REQUISITI

Aver superato l'esame del Modulo di Sociologia delle comunicazioni di massa A.

ESERCITAZIONI

Sono previste esercitazioni, con specifica attività di ricerca degli studenti, volte ad una riflessione originale e documentata su Internet.

PROGRAMMA

La comunicazione di massa: definizioni e quadro teorico.
Cinema e televisione: la riflessione del pensiero sociologico, tesi a confronto.
Il cinema e la televisione: industria, apparati e legislazione nel caso italiano.
Il linguaggio audiovisivo: esercizi con il televisore.

BIBLIOGRAFIA

C.Ottaviano, *Mezzi per comunicare. Storia, società e affari dal telegrafo al modem*, Torino, Paravia, 1997.
J. Meyrowitz, *Oltre il senso del luogo. L'impatto dei media elettronici nel comportamento sociale*, Bologna, Baskerville 1993.
Nel corso delle lezioni saranno forniti materiali in fotocopia e indicazioni di estratti da altri volumi la cui conoscenza è essenziale per la preparazione all'esame (ca. 250pp), nonché un elenco dei saggi entro il quale il candidato sceglierà un secondo volume da presentare all'esame.

ESAME

L'esame prevede una prova scritta e una prova orale.

UM025 STORIA CONTEMPORANEA (R)

Periodo: 2
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Gian Carlo JOCTEAU**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso intende fornire agli studenti alcune categorie interpretative generali ed elementi di inquadramento cronologico intorno alle principali trasformazioni economiche, sociali e politiche avvenute dalla seconda metà del Settecento ai giorni nostri.

PROGRAMMA

La storia contemporanea e le sue periodizzazioni.
Lo sviluppo economico moderno.
Il progresso tecnico.
La rivoluzione industriale inglese e le vie di trasmissione dell'industrializzazione.
Le vie nazionali all'industrializzazione.
La crisi delle società di *ancien régime.*
L'andamento demografico.
Classi, ceti e gruppi sociali.
Lo stato moderno.
Gli stati liberali.
Democrazia, socialismo e totalitarismo.
Gli equilibri geopolitici ed i loro mutamenti.

BIBLIOGRAFIA

P. Macry, *La società contemporanea. Un'introduzione storica*, Il Mulino, Bologna, 1995.
S. Pollard, *La conquista pacifica. L'industrializzazione in Europa dal 1760 al 1970*, Il Mulino, Bologna, 1989.

ESAME

La valutazione finale si baserà su una relazione scritta e su una prova orale.

UM026 STORIA DELLA FILOSOFIA CONTEMPORANEA (R)

Periodo: 2
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Gianni VATTIMO**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Breve storia della filosofia novecentesca centrato sul tema del rapporto tra "humanities" e mondo tecnico-scientifico: il filo conduttore è dunque ciò che la filosofia novecentesca (e non solo la filosofia in senso stretto: anche autori e testi di campi affini, come: letteratura, sociologia, tecnologia...) ha pensato circa la configurazione principalmente tecno-scientifica del mondo contemporaneo: posizioni polemiche, spesso, ma anche teorie che guardano alla scienza sperimentale come modello di conoscere "vero", e alla tecnologia come a luogo di sperimentazione per una nuova forma di umanità. Il corso non privilegia (anche se non ignora) le riflessioni filosofiche sulla scienza, non è cioè un corso di epistemologia; e anzi ritiene indispensabile allargare la prospettiva sulla storia delle idee nel senso più generale della parola.

PROGRAMMA

I contenuti dei due corsi, strettamente integrati tra loro, prevedono lo sviluppo della storia dei principali movimenti filosofici del Novecento centrata sul rapporto esistenza-tecnica. In particolare si approfondiranno i seguenti temi:
Lo spirito dell'avanguardia: E. Bloch e l'espressionismo
Tempo vissuto e libertà in Bergson
Esistenzialismo e autenticità
La scuola del sospetto: Nietzsche, Freud, Marx
La scienza come modello: Wittgenstein, Popper
La scuola di Francoforte e la critica della razionalizzazione
Nichilismo: Sartre, Heidegger, Pareyson
Dalla linguistica all'antropologia e dall'antropologia alla linguistica: Lévi Strauss, Bateson, la scuola di Palo Alto e la pragmatica della comunicazione.
Postmoderno e narratività: Lyotard e P. Ricoeur
Le grandi svolte dell'etica
Il dialogo, la virtù, la comunità
Filosofia della religione, il problema del sacro

BIBLIOGRAFIA

G. Vattimo, *Tecnica ed esistenza*, Paravia, Torino, 1998.
AA. VV., *Dizionario di filosofia e scienze umane*, Garzanti.
Durante il corso sarà fornito dal docente ulteriore materiale didattico.

ESAME

L'esame prevederà a fianco della prova orale anche la presentazione di una relazione scritta.

UM027 STORIA DELLA TECNICA A (MACCHINE E SISTEMI INDUSTRIALI) (R)

Periodo: 1
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti:5
Docente: **Vittorio MARCHIS**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso vuole fornire agli studenti la capacità di inquadrare gli oggetti e i sistemi tecnici nella loro prospettiva storica. A tal fine il corso prende l'avvio da alcune fondamentali premesse sul concetto di storia, sul ruolo e sulle finalità della ricerca storica, e specificamente sul significato della storia della tecnologia. In parallelo vengono presi in esame i momenti salienti della storia dell'economia e del pensiero scientifico. Nella seconda parte del corso sono analizzati, con particolare attenzione al XX secolo, i sistemi tecnici più significativi, e i loro contesti sociali ed economici.

PROGRAMMA

La storia come scienza. Le scritture come fondamento della storia: il documento. La ricerca storica. I temi e le idee della storia. Cronologia e storia. La storia e "le storie".
La "scienza nuova" e il passaggio "dal mondo del pressappoco all'universo della precisione" (A.Koyré). La nascita della metallurgia nel '500; la "meccanica" da Guidobaldo del Monte a Galilei a Newton; la nascita delle Accademie e delle istituzioni scientifiche. Il macchinismo e il mito del progresso. Il Settecento e la coscienza della tecnologia. L'Illuminismo e le Enciclopedie.
La Rivoluzione industriale. L'industria dei metalli e gli arsenali. Il vapore. L'istruzione tecnica. L'Ottocento e il trionfo delle macchine.
La grande industria: Il macchinismo e la diffusione del sistema di fabbrica: Inghilterra, Francia, Germania, Italia. La nascita dell'elettricità. I sistemi tecnici: il telegrafo; le ferrovie; l'industria chimica. I politecnici e le scuole di ingegneria. La diffusione del sapere tecnico: le Esposizioni industriali; i brevetti. L'ottimismo "fin-de-siècle". Le crisi e le speranze del XX secolo. Le costruzioni in ferro e in cemento armato.
Gli scenari del XX secolo: La nascita dell'aeronautica. Il sistema industriale e il modello tayloristico. I grandi sistemi tecnici: elettricità, telecomunicazioni, trasporti. I limiti dello sviluppo. Le rivoluzioni informatiche. La Big Science e i Large Systems.

ESERCITAZIONE

Durante il corso, gli studenti affronteranno la lettura critica di almeno un saggio significativo scelto da un elenco di titoli proposti dal docente. Su tale lettura e sui suoi approfondimenti verterà la relazione scritta che dovrà essere preparata per la valutazione finale.

BIBLIOGRAFIA

G. Anders, *L'uomo è antiquato. La terza rivoluzione industriale*, (Bollati Boringhieri), Torino 1992.
J. R. Beniger, *Le origini della società dell'informazione. La rivoluzione del controllo*, (Utet Libreria), Torino 1995.
A.D. Chandler jr., *Dimensione e diversificazione. Le dinamiche del capitalismo industriale*, (Il Mulino), Bologna 1994.
D. Harvey, *La crisi della modernità*, (Il Saggiatore), Milano 1993.
V. Marchis, *Storia delle macchine*, (Ed. Laterza), Roma-Bari 1994.
V. Marchis (a cura di), *Storia delle scienze vol.V (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico)*, (Einaudi), Torino 1995.

M. McLuhan, *Gli strumenti del comunicare*, (Il Saggiatore), Milano 1997.
M. Nacci, *La crisi del progresso. Saggio di storia delle idee 1895-1935*, (Guerini e Associati), Milano 1994.
D. Noble, *La questione tecnologica*, (Bollati Boringhieri), Torino 1993.
N. Rosenberg, *Dentro la scatola nera*, (Il Mulino), Bologna 1991.

ESAME

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.

UM028 STORIA DELLA TECNICA B (SOCIETA' ED ECONOMIA) (R)

Periodo: 1
Impegno (ore) lezione: 30 (6 ore settimanali)
Crediti: 5
Docente: **Vittorio MARCHIS**

PRESENTAZIONE DEL CORSO

Il corso vuole fornire agli studenti la capacità di inquadrare gli oggetti e i sistemi tecnici nella loro prospettiva storica. A tal fine il corso prende l'avvio da alcune fondamentali premesse sul concetto di storia, sul ruolo e sulle finalità della ricerca storica, e specificamente sul significato della storia della tecnologia. In parallelo vengono presi in esame i momenti salienti della storia dell'economia e del pensiero scientifico. Nella seconda parte del corso sono analizzati, con particolare attenzione al XX secolo, i sistemi tecnici più significativi, e i loro contesti sociali ed economici.

REQUISITI

Modulo di Storia della Tecnica (A)

PROGRAMMA

La storia della tecnica. Una storia di contesti socioeconomici. La rivoluzione agricola e la rivoluzione industriale.
La storia della scienza e la storia del pensiero scientifico. I grandi temi del pensiero scientifico moderno in relazione alla società industriale. Il ruolo della macchina.
La storia dell'economia e del pensiero economico. I contesti economici nella società industriale. Le interpretazioni dei fenomeni economici. (A.Smith, D.Ricardo, K.Marx, J.Schumpeter, J.M.Keynes, G.Friedman, N.Rosenberg).
La macchina tra utopie e realtà. Le utopie tecnologiche, l'idea di progresso e lo sviluppo della società industriale.

ESERCITAZIONE

Durante il corso, gli studenti affronteranno la lettura critica di almeno un saggio significativo scelto da un elenco di titoli proposti dal docente. Su tale lettura e sui suoi approfondimenti verterà la relazione scritta che dovrà essere preparata per la valutazione finale.

BIBLIOGRAFIA

G. Anders, *L'uomo è antiquato. La terza rivoluzione industriale*, (Bollati Boringhieri), Torino 1992.
J. R. Beniger, *Le origini della società dell'informazione. La rivoluzione del controllo*, (Utet Libreria), Torino 1995.
A.D. Chandler jr., *Dimensione e diversificazione. Le dinamiche del capitalismo industriale*, (Il Mulino), Bologna 1994.
D. Harvey, *La crisi della modernità*, (Il Saggiatore), Milano 1993.
V. Marchis, *Storia delle macchine*, (Ed. Laterza), Roma-Bari 1994.
V. Marchis (a cura di), *Storia delle scienze vol.V (Conoscenze scientifiche e trasferimento tecnologico)*, (Einaudi), Torino 1995.
M. McLuhan, *Gli strumenti del comunicare*, (Il Saggiatore), Milano 1997.
M. Nacci, *La crisi del progresso. Saggio di storia delle idee 1895-1935*, (Guerini e Associati), Milano 1994.

D. Noble, *La questione tecnologica*, (Bollati Boringhieri), Torino 1993.
N. Rosenberg, *Dentro la scatola nera*, (Il Mulino), Bologna 1991.

ESAME

Per sostenere l'esame è richiesta la presentazione di una relazione scritta sull'approfondimento scelto in accordo con il docente. Detta relazione sarà discussa in sede di accertamento nell'esame orale finale.