

Guide ai corsi di laurea

Politecnico di Torino 1993/94



Ingegneria informatica  
Ingegneria delle telecomunicazioni

Le *Guide* sono predisposte sulla base dei testi forniti dai Consigli di corso di laurea.

*Corso di laurea*

Ingegneria civile  
Ingegneria edile  
Ingegneria aeronautica  
Ingegneria chimica  
Ingegneria dei materiali  
Ingegneria elettrica  
Ingegneria meccanica  
Ingegneria nucleare  
Ingegneria delle telecomunicazioni  
Ingegneria elettronica  
Ingegneria informatica  
Ingegneria gestionale  
Ingegneria per l'ambiente e il territorio

*Presidente – Coordinatore*

Prof. Cesare Castiglia  
Prof. Gian Paolo Scarzella  
Prof. Giuseppe Bussi  
Prof. Vito Specchia  
Prof. Aurelio Burdese  
Prof. Mario Lazzari  
Prof. Gustavo Belforte  
Prof. Evasio Lavagno  
Prof. Mario Pent  
Prof. Carlo Naldi  
Prof. Paolo Prinetto  
Prof. Sergio Rossetto  
Prof. Sebastiano Pelizza

Edito a cura del CIDEM  
Centro Interdipartimentale di  
Documentazione e Museo del  
Politecnico di Torino

Supplemento al n. 3, giugno 1993 di *Linee : bollettino di informazione e cultura del Politecnico di Torino / a cura del CIDEM.* Autorizzazione Tribunale di Torino n. 3570 del 29/10/85.

Corso Duca degli Abruzzi 24 – 10129 Torino  
Tel. 011.564'6601 – Fax 011.564'6609

Stampato nel mese di luglio 1993 dalla Tipolitografia AGAT  
Via San G.B. Cottolengo 19 – 10152 Torino

## Indice

- 5 Ingegneria informatica : presentazione
- 19 Ingegneria delle telecomunicazioni : presentazione
- 29 Programmi degli insegnamenti
- 101 Indice alfabetico degli insegnamenti
- 104 Indice alfabetico dei docenti

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

Nel 1993/94 sono attivati a Torino tredici *corsi di laurea*, in ingegneria

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

Per permettere l'approfondimento di competenze metodologiche e di tecniche progettuali realizzative e di gestione in particolari campi, i corsi di laurea possono essere articolati in indirizzi ed orientamenti. Dell'*indirizzo* eventualmente seguito viene fatta menzione nel certificato di laurea, mentre gli *orientamenti* corrispondono a differenziazioni culturali, di cui invece non si fa menzione nel certificato di laurea; gli orientamenti vengono definiti annualmente dai competenti *Consigli dei corsi di laurea*, e ne viene data informazione ufficiale mediante il *Manifesto degli studi*. Nelle pagine di queste *Guide*, di ciascun corso di laurea viene data una breve descrizione, e viene illustrato il programma di attuazione degli orientamenti previsti per ogni indirizzo.

**Gli insegnamenti.** Il nuovo ordinamento didattico<sup>1</sup> prevede diversi tipi di insegnamenti, distinti in monodisciplinari, monodisciplinari a durata ridotta (nel seguito indicati come corsi ridotti), e integrati. Un *insegnamento monodisciplinare* è costituito da 80-120 ore di attività didattiche (lezioni, esercitazioni, laboratori, seminari ecc.) e corrisponde ad una unità didattica o annualità. Un *corso ridotto* è costituito da 40-50 ore di attività didattiche e corrisponde a mezza annualità. Un corso integrato è costituito da 80-120 ore di attività didattiche e corrisponde ad una annualità; esso è svolto - in moduli coordinati di almeno 20 ore ciascuno - da due o, al massimo, tre professori che fanno tutti parte della commissione d'esame.

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

Ogni corso di laurea corrisponde a 29 annualità complessive, ripartite, in ognuno dei cinque anni di corso, su due *periodi didattici* (detti anche impropriamente semestri); ogni periodo didattico è di durata pari ad almeno 13 settimane effettive di attività. Un'altra novità introdotta dal DPR 20 maggio 1989<sup>2</sup> è costituita dal fatto che non sono prescritti specifici insegnamenti (almeno a livello nazionale) per il conseguimento della laurea in un determinato corso di laurea in Ingegneria, ma sono prescritti i numeri minimi di unità didattiche da scegliere in determinati raggruppamenti disciplinari consistenti in *gruppi*<sup>3</sup> di discipline affini. Lo stesso nuovo Statuto stabilisce l'articolazione dei vari corsi di laurea in termini di *gruppi* e di *unità didattiche*, cosicché ogni Consiglio di corso di laurea può più facilmente adeguare annualmente il piano degli studi alle nuove esigenze richieste dal rapido evolversi delle conoscenze e degli sviluppi tecnologici. Perciò ogni anno i vari Consigli dei corsi di laurea stabiliscono gli insegnamenti ufficiali, obbligatori e non obbligatori, che costituiscono le singole annualità, e le norme per l'inserimento degli insegnamenti non obbligatori, eventualmente organizzati in orientamenti.

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

**Finalità e organizzazione didattica dei vari corsi di laurea.** Le pagine di queste *Guide* illustrano per ognuno dei corsi di laurea attivati – ed eventualmente per ognuno dei rispettivi indirizzi attivati – le professionalità acquisibili dai laureati, nonché il concetto ispiratore dell'organizzazione didattica, fornendo tracce schematiche di articolazione delle discipline obbligatorie ed esemplificazioni relative ai corsi facoltativi, organicamente inquadrabili nei vari curricula accademici.

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

- alcuni corsi di laurea introducono già al terzo anno una scelta di corsi di indirizzo o di orientamento, che richiedono la formulazione di un'opzione fra le scelte segnalate: tali opzioni vanno esercitate all'atto dell'iscrizione;
- in relazione a talune difficoltà, che possono verificarsi all'atto dell'accorpamento di taluni CL per le discipline di carattere propedeutico (del primo e secondo anno), non è assicurata che la corrispondenza dei docenti indicati con gli effettivi titolari di dette discipline. In alcuni casi, non essendo noto al momento della stampa delle *Guide*, il nome del docente è stato lasciato indeterminato ("Docente da nominare").

<sup>2</sup> Pubblicato sulla *Gazzetta ufficiale* n. 186 del 1989-08-10.

<sup>3</sup> Questi *gruppi* coincidono con quelli dei raggruppamenti concorsuali per i professori universitari.

Corso di laurea in

# Ingegneria informatica

## 1 Profilo professionale

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

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

La base culturale della nuova laurea ha due fondamentali componenti, che corrispondono ai due indirizzi previsti dal Decreto sul Riordino degli studi di ingegneria: quelle che in campo internazionale vanno sotto il nome rispettivamente di *computer engineering* (corrispondente indirizzo: *Sistemi ed applicazioni informatici*) e di *system and control engineering* (corrispondente indirizzo: *Automatica e sistemi di automazione industriale*).

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

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

L'impostazione specifica del nuovo corso di laurea del Politecnico di Torino, pur nella piena coerenza con il disegno nazionale, riflette la realtà tecnologica ed industriale pie-

montese. Torino può forse essere considerata la capitale dell'informatica e dell'automatica europea, come tendono a dimostrare alcuni indicatori significativi della sua provincia, dal fatturato dei produttori di calcolatori, al numero di robot e di impianti di automazione installati.

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

Come conseguenza di questa specifica impostazione, la laurea fornisce specialisti non soltanto per le aziende produttrici o utenti di strutture informatiche e per l'automazione, quantitativamente e qualitativamente assai rilevanti nell'area piemontese, ma anche per numerosi ed importanti settori confinanti. Fra le aree di confine con l'informatica e l'automatica, ove potranno trovare impiego i nuovi ingegneri informatici, orientati verso l'uno o l'altro degli indirizzi previsti, le più importanti sono quelle delle telecomunicazioni, dell'elettronica circuitale, delle misure e del collaudo, degli impianti di produzione nelle industrie manifatturiere o energetiche appartenenti ai vari settori tecnologici, dall'elettronica alla meccanica, dei sistemi di trasporto e della gestione delle aziende private o degli enti pubblici.

## 2 Insegnamenti obbligatori

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

Per quanto riguarda la formazione matematica di base, oltre al *corpus* tradizionalmente impartito negli attuali insegnamenti del biennio, seppur parzialmente rivisti al fine di dedicare, ad esempio, maggior spazio alla matematica discreta, si pone l'accento su materie che si ritengono indispensabili per la formazione di un ingegnere informatico. In tale senso, anche al fine di soddisfare appieno le esigenze dei due indirizzi in cui è articolato il corso di laurea, la quarta annualità prevista dal Decreto sul Riordino per la preparazione di base di tipo matematico, è costituita da due insegnamenti di mezza annualità ciascuno:

*Calcolo delle Probabilità*

*Analisi Matematica 3.*

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

Occorre qui sottolineare come i cinque insegnamenti previsti per il primo anno siano comuni ai tre corsi di laurea del settore dell'informazione, vale a dire: *Elettronica*, *Informatica* e *delle Telecomunicazioni*. Questo faciliterà l'eventuale cambio di corso di

laurea a quegli studenti che, al termine del primo anno, si accorgessero di aver operato una scelta non conforme alle proprie aspettative.

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

- una unità didattica (o annualità) a carattere *meccanico*, composto da due insegnamenti ridotti:

*Meccanica applicata alle macchine*

e un corso ridotto a scelta tra

*Termodinamica applicata*

*Sistemi energetici*

- un corso di *Economia ed organizzazione aziendale*, nel quale i principi di economia e di gestione aziendale vengono integrati con concetti di macro- e micro-economia.
- un corso di *Comunicazioni elettriche*, destinato a fornire una preparazione di base nel settore delle telecomunicazioni.

La preparazione professionale nel campo elettronico circuitale è data dai due insegnamenti di *Elettronica applicata 1* ed *Elettronica applicata 2*, 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 1*: fornisce le nozioni di base relative all'architettura dei sistemi di elaborazione ed alla loro programmazione.
- *Fondamenti di informatica 2*: 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, dalle reti combinatorie a semplici sistemi a microprocessore.

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

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

- *Ricerca operativa* fornisce le basi algoritmico-metodologiche della ricerca operativa.
- *Teoria dei sistemi (discreti)* fornisce le basi per l'analisi dei sistemi ad eventi discreti.
- *Controlli automatici (generale)* fornisce le basi per l'analisi dei sistemi continui e per il progetto di sistemi di controllo.

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

- *Ricerca operativa* fornisce le basi algoritmico-metodologiche della ricerca operativa.
- *Teoria dei sistemi (continui)* fornisce le basi per l'analisi dei sistemi continui.
- *Controlli automatici (speciale)* fornisce le basi per il progetto di sistemi di controllo.

Il quadro didattico di insegnamenti obbligatori sopra delineato vincola rigidamente 20 annualità. Occorre comunque sottolineare come l'organizzazione del corso di laurea in indirizzi imponga, secondo il Decreto di Riordino, un ulteriore vincolo su almeno tre insegnamenti caratterizzanti per ciascun indirizzo. Si noti che gli insegnamenti del primo e del secondo anno sono comuni ai due indirizzi.

### 3 Indirizzo *Sistemi ed applicazioni informatici*

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

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

Lo schema generale degli insegnamenti è il seguente (le successive tavole relative agli *orientamenti* chiariranno il diverso valore da attribuire, caso per caso, alle posizioni indicate dalle  $Y_n$ ):

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

N0231 : Analisi matematica 1  
N0620 : Chimica

1:2 N2300 : Geometria

N1901 : Fisica 1  
N2171 : Fondamenti di informatica 1

2:1 N0232 : Analisi matematica 2

N1902 : Fisica 2  
N2172 : Fondamenti di informatica 2

2:2 N0494 : Calcolo delle probabilità (ridotto)

N0234 : Analisi matematica 3 (ridotto)  
N1790 : Elettrotecnica  
N3214 : Meccanica applicata alle macchine (ridotto)  
N5954 : Termodinamica applicata (ridotto) oppure  
N5004 : Sistemi energetici (ridotto)

3:1 N1711 : Elettronica applicata 1

N0460 : Calcolatori elettronici  
 $Y_1$

3:2  $Y_6$

N4540 : Reti logiche  
 $Y_7$

4:1 N1712 : Elettronica applicata 2

N5030 : Sistemi operativi  
 $Y_2$

4:2  $Y_8$

$Y_9$   
 $Y_{10}$   
 $Y_{11}$

- 
- 5:1 Y<sub>3</sub>  
 N4881 : Sistemi di elaborazione 1  
 Y<sub>4</sub>  
 Y<sub>5</sub>
- 
- 5:2 N1530 : Economia ed organizzazione aziendale  
 Y<sub>12</sub>  
 Y<sub>13</sub>
- 

### 3.1 Orientamenti

L'indirizzo *Sistemi ed applicazioni informatici* è articolato nei seguenti orientamenti:

- *Hardware progetto*
- *Hardware sistemi*
- *Reti di calcolatori*
- *Elaborazione non numerica*
- *Ingegneria del software*
- *Informatica industriale.*

Poiché si ritiene che tutti gli ingegneri informatici che seguono questo indirizzo, indipendentemente dalla specializzazione, debbano avere delle conoscenze di base comuni relative ai settori dell'ingegneria del *software*, delle reti di calcolatori e delle basi di dati, gli orientamenti proposti risultano caratterizzati da sette corsi, di cui:

- 3 comuni a tutti:  
*N0410 : Basi di dati*  
*N2941 : Ingegneria del software 1*  
*N4520 : Reti di calcolatori*
- 3 caratterizzanti l'orientamento
- 1 a scelta dello studente.

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

---

#### Orientamento *Hardware progetto*

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

#### *Insegnamenti caratterizzanti*

- N0410 : Basi di dati
- N2941 : Ingegneria del software 1
- N4520 : Reti di calcolatori
- N5050 : Sistemi per la progettazione automatica
- N3560 : Microelettronica
- N5260 : Strumentazione e misure elettroniche

*Insegnamento suggerito*

N2850 : Informatica grafica

- Y<sub>1</sub> N0841 : Controlli automatici (generale)
  - Y<sub>2</sub> N4550 : Ricerca operativa
  - Y<sub>3</sub> N5050 : Sistemi per la progettazione automatica
  - Y<sub>4</sub> N5260 : Strumentazione e misure elettroniche
  - Y<sub>6</sub> N0801 : Comunicazioni elettriche (generale)
  - Y<sub>7</sub> N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)
  - Y<sub>8</sub> N3560 : Microelettronica
  - Y<sub>9</sub> N4520 : Reti di calcolatori
  - Y<sub>10</sub> N2941 : Ingegneria del software 1
  - Y<sub>12</sub> Scelto nella tabella B2, rispettando le precedenze culturali
  - Y<sub>13</sub> N0410 : Basi di dati
- 

*Orientamento Hardware sistemi*

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

*Insegnamenti caratterizzanti*

- N0410 : Basi di dati
- N2941 : Ingegneria del software 1
- N4520 : Reti di calcolatori
- N4882 : Sistemi di elaborazione 2
- N2630 : Impianti di elaborazione
- N2860 : Informatica industriale

*Insegnamento suggerito*

N5260 : Strumentazione e misure elettroniche

- Y<sub>1</sub> N0841 : Controlli automatici (generale)
  - Y<sub>2</sub> N4550 : Ricerca operativa
  - Y<sub>3</sub> N2630 : Impianti di elaborazione
  - Y<sub>4</sub> Scelto nella tabella B1 rispettando le precedenze culturali
  - Y<sub>6</sub> N0801 : Comunicazioni elettriche (generale)
  - Y<sub>7</sub> N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)
  - Y<sub>8</sub> N0410 : Basi di dati
  - Y<sub>9</sub> N4520 : Reti di calcolatori
  - Y<sub>10</sub> N2941 : Ingegneria del software 1
  - Y<sub>12</sub> N4882 : Sistemi di elaborazione 2
  - Y<sub>13</sub> N2860 : Informatica industriale
-

### Orientamento *Reti di calcolatori*

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

#### *Insegnamenti caratterizzanti*

- N0410 : Basi di dati
- N2941 : Ingegneria del software 1
- N4520 : Reti di calcolatori
- N2630 : Impianti di elaborazione
- N5800 : Teoria dei segnali
- N4850 : Sistemi di commutazione
- N0802 : Comunicazioni elettriche (speciale) al posto di N0801 : Comunicazioni elettriche (generale)

#### *Insegnamento suggerito*

- N6040 : Trasmissione numerica oppure
- N1590 : Elaborazione numerica dei segnali

- Y<sub>1</sub> N5800 : Teoria dei segnali
- Y<sub>2</sub> N0841 : Controlli automatici (generale)
- Y<sub>3</sub> N4550 : Ricerca operativa
- Y<sub>4</sub> N2630 : Impianti di elaborazione
- Y<sub>5</sub> N4850 : Sistemi di commutazione
- Y<sub>6</sub> N0802 : Comunicazioni elettriche (speciale)
- Y<sub>7</sub> N0410 : Basi di dati
- Y<sub>8</sub> N4520 : Reti di calcolatori
- Y<sub>9</sub> N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)
- Y<sub>12</sub> N2941 : Ingegneria del software 1
- Y<sub>13</sub> Scelto nella tabella B2 rispettando le precedenze culturali.

### Orientamento *Elaborazione dell'informazione non numerica*

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

#### *Insegnamenti caratterizzanti*

- N0410 : Basi di dati
- N3070 : Linguaggi e traduttori
- N2941 : Ingegneria del software 1
- N3000 : Intelligenza artificiale
- N2850 : Informatica grafica
- N4520 : Reti di calcolatori

#### *Insegnamento suggerito*

- N2860 : Informatica industriale

- Y<sub>1</sub> N0841 : Controlli automatici (generale)
  - Y<sub>2</sub> N4550 : Ricerca operativa
  - Y<sub>3</sub> N2850 : Informatica grafica
  - Y<sub>4</sub> Scelto nella tabella B1 rispettando le precedenze culturali.
  - Y<sub>6</sub> N0801 : Comunicazioni elettriche (generale)
  - Y<sub>7</sub> N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)
  - Y<sub>8</sub> N0410 : Basi di dati
  - Y<sub>9</sub> N4520 : Reti di calcolatori
  - Y<sub>10</sub> N3070 : Linguaggi e traduttori
  - Y<sub>12</sub> N2941 : Ingegneria del software 1
  - Y<sub>13</sub> N3000 : Intelligenza artificiale
- 

### Orientamento *Ingegneria del software*

Mira ad approfondire le problematiche relative al progetto di sistemi *software* di notevoli dimensioni, con particolare riferimento all'ingegneria del *software*, allo sviluppo di compilatori e traduttori, all'interfaccia utente, alle architetture *client-server* e all'ambiente Windows.

#### *Insegnamenti caratterizzanti*

- N0410 : Basi di dati
- N2941 : Ingegneria del software 1
- N2942 : Ingegneria del software 2
- N3070 : Linguaggi e traduttori
- N2860 : Informatica industriale
- N4520 : Reti di calcolatori

#### *Insegnamento suggerito*

- N3000 : Intelligenza artificiale

- Y<sub>1</sub> N0841 : Controlli automatici (generale)
  - Y<sub>2</sub> N4550 : Ricerca operativa
  - Y<sub>3</sub> N2942 : Ingegneria del software 2
  - Y<sub>6</sub> N0801 : Comunicazioni elettriche (generale)
  - Y<sub>7</sub> N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)
  - Y<sub>8</sub> N0410 : Basi di dati
  - Y<sub>9</sub> N3070 : Linguaggi e traduttori
  - Y<sub>10</sub> N2941 : Ingegneria del software 1
  - Y<sub>11</sub> N4520 : Reti di calcolatori
  - Y<sub>12</sub> N2860 : Informatica industriale
  - Y<sub>13</sub> Scelto nella tabella B2 rispettando le precedenze culturali.
- 

### Orientamento *Informatica industriale*

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

*Insegnamenti caratterizzanti*

- N0410 : Basi di dati
- N2941 : Ingegneria del software 1
- N4520 : Reti di calcolatori
- N2630 : Impianti di elaborazione
- N2860 : Informatica industriale
- N4580 : Robotica industriale

*Insegnamento suggerito*

- N5260 : Strumentazione e misure elettroniche

- Y<sub>1</sub> N0841 : Controlli automatici (generale)
- Y<sub>2</sub> N4550 : Ricerca operativa
- Y<sub>3</sub> N4580 : Robotica industriale
- Y<sub>4</sub> N2630 : Impianti di elaborazione
- Y<sub>6</sub> N0801 : Comunicazioni elettriche (generale)
- Y<sub>7</sub> N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)
- Y<sub>8</sub> N4520 : Reti di calcolatori
- Y<sub>9</sub> N2941 : Ingegneria del software 1
- Y<sub>10</sub> N0410 : Basi di dati
- Y<sub>12</sub> N2860 : Informatica industriale
- Y<sub>13</sub> Scelto nella tabella B2 rispettando le precedenza culturali.

**Tabella B1** (corsi del primo periodo didattico)

- L0270 Antenne
- N0370 Automazione industriale
- L0770 Componenti e circuiti ottici
- N0850 Controllo dei processi
- B1250 Dinamica del volo
- G1360 Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
- M1380 Disegno assistito dal calcolatore
- M1490 Economia dell'impresa
- M1531 Economia e organizzazione aziendale 1
- N1590 Elaborazione numerica dei segnali
- L1760 Elettronica di potenza
- L2150 Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
- B2570 Impianti aeronautici
- H2702 Impianti elettrici 2
- N2850 Informatica grafica
- H3204 Meccanica analitica (ridotto)
- B3300 Meccanica del volo
- M3500 Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
- L3570 Microonde
- H3660 Misure elettriche
- N3800 Modellistica e identificazione
- E3880 Ottica
- D3910 Pianificazione dei trasporti

D4180	Progettazione dei sistemi di trasporto
F4530	Reti di telecomunicazioni
N4580	Robotica industriale
E4590	Scienza dei materiali
H4600	Scienza delle costruzioni
L4700	Sensori e trasduttori
G5200	Storia dell'architettura
G5210	Storia dell'architettura e dell'urbanistica
N5260	Strumentazione e misure elettroniche
L5404	Superconduttività (ridotto)
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economica dei trasporti
L5690	Tecnologie e materiali per l'elettronica
L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
N6040	Trasmissione numerica

**Tabella B2** (corsi del secondo periodo didattico)

D0190	Analisi dei sistemi
L0220	Analisi funzionale
H0380	Azionamenti elettrici
L0532	Campi elettromagnetici 2
L0760	Compatibilità elettromagnetica
N0870	Controllo digitale
B1260	Dinamica del volo spaziale
L1441	Dispositivi elettronici 1
L1442	Dispositivi elettronici 2
M1560	Economia politica
M1510	Economica e gestione dell'innovazione
D1870	Esercizio dei sistemi di trasporto
F1940	Fisica dei laser
L2000	Fisica dello stato solido
B2220	Gasdinamica
H2701	Impianti elettrici 1
M2720	Impianti industriali
N2860	Informatica industriale
N3000	Intelligenza artificiale
M3030	Istituzioni di diritto pubblico e privato
N3460	Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo
L3620	Misure a iperfrequenza
N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale
M3740	Modelli per il supporto alle decisioni
L3870	Optoelettronica
L4360	Propagazione
C4630	Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
E4680	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
N4850	Sistemi di commutazione
B5230	Strumentazione aeronautica
N5812	Teoria dei sistemi (discreti)
D5880	Teoria e tecnica della circolazione

#### 4 Indirizzo Automatica e sistemi di automazione industriale

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

Sono obbligatori per tale indirizzo gli ulteriori tre insegnamenti seguenti:

N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)

N3800 : Modellistica e identificazione

N3460 : Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

N0231 : Analisi matematica 1

N0620 : Chimica

1:2 N2300 : Geometria

N1901 : Fisica 1

N2171 : Fondamenti di informatica 1

2:1 N0232 : Analisi matematica 2

N1902 : Fisica 2

N2172 : Fondamenti di informatica 2

2:2 N0494 : Calcolo delle probabilità (ridotto)

N0234 : Analisi matematica 3 (ridotto)

N1790 : Elettrotecnica

N3214 : Meccanica applicata alle macchine (ridotto)

N5954 : Termodinamica applicata (ridotto) oppure

N5004 : Sistemi energetici (ridotto)

3:1 N1711 : Elettronica applicata 1

N5811 : Teoria dei sistemi (continui)

N0460 : Calcolatori elettronici

3:2 N0800 : Comunicazioni elettriche

N4540 : Reti logiche

N0842 : Controlli automatici (speciale)

4:1 N1712 : Elettronica applicata 2

Y<sub>1</sub>

N4550 : Ricerca operativa

4:2 Y<sub>5</sub>

N5812 : Teoria dei sistemi (discreti)

N3460 : Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo

5:1 Y<sub>2</sub>, Y<sub>3</sub>, Y<sub>4</sub>

5:2 N1530 : Economia ed organizzazione aziendale

Y<sub>6</sub>, Y<sub>7</sub>

L'indirizzo sarà articolato nei seguenti orientamenti:

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

Le successive tabelle C1 e C2 elencano i corsi disponibili rispettivamente nel primo e nel secondo periodo didattico. I corsi prescelti dovranno rispettare le regole di precedenza culturale.

---

#### Orientamento *Automazione della produzione*

##### *Insegnamenti vincolanti*

N0370 : Automazione industriale

N4580 : Robotica industriale

N3690 : Misure per l'automazione e la produzione industriale

Y<sub>1</sub> N3800 : Modellistica e identificazione

Y<sub>2</sub> N0370 : Automazione industriale

Y<sub>3</sub> N4580 : Robotica industriale

Y<sub>4</sub> Scelto nella tabella C1

Y<sub>5</sub> N3690 : Misure per l'automazione e la produzione industriale

Y<sub>6,7</sub> Scelti nella tabella C2

---

#### Orientamento *Controllo dei processi*

##### *Insegnamenti vincolanti*

N0870 : Controllo digitale

N0850 : Controllo dei processi

N3690 : Misure per l'automazione e la produzione industriale

Y<sub>1</sub> N3800 : Modellistica e identificazione

Y<sub>2</sub> N0850 : Controllo dei processi

Y<sub>3,4</sub> Scelti nella tabella C1

Y<sub>5</sub> N3690 : Misure per l'automazione e la produzione industriale

Y<sub>6</sub> N0870 : Controllo digitale

Y<sub>7</sub> Scelto nella tabella C2

---

#### Orientamento *Informatica per l'automazione*

##### *Insegnamenti vincolanti*

N0370 : Automazione industriale

N5030 : Sistemi operativi

Y<sub>1</sub> N5030 : Sistemi operativi

Y<sub>2</sub> N3800 : Modellistica e identificazione

Y<sub>3</sub> N0370 : Automazione industriale

Y<sub>4</sub> Scelto nella tabella C1

Y<sub>5-7</sub> Scelti nella tabella C2

**Tabella C1** (corsi del primo periodo didattico)

L0270	Antenne
C0694	Chimica organica (ridotto)
L0770	Componenti e circuiti ottici
B1250	Dinamica del volo
G1360	Disciplina giuridica delle attività tecnico-ingegneristiche
M1380	Disegno assistito dal calcolatore
M1531	Economia e organizzazione aziendale 1
N1590	Elaborazione numerica dei segnali
L1760	Elettronica di potenza
L2150	Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica
B2570	Impianti aeronautici
N2630	Impianti di elaborazione
H2702	Impianti elettrici 2
N2850	Informatica grafica
N2942	Ingegneria del software 2
H3204	Meccanica analitica (ridotto)
B3300	Meccanica del volo
M3500	Metodi probabilistici, statistici e processi stocastici
L3570	Microonde
H3660	Misure elettriche
E3880	Ottica
D3910	Pianificazione dei trasporti
D4180	Progettazione dei sistemi di trasporto
F4530	Reti di telecomunicazioni
E4590	Scienza dei materiali
H4600	Scienza delle costruzioni
L4700	Sensori e trasduttori
N4850	Sistemi di commutazione
N5050	Sistemi per la progettazione automatica
G5200	Storia dell'architettura
G5210	Storia dell'architettura e dell'urbanistica
N5260	Strumentazione e misure elettroniche
L5404	Superconduttività (ridotto)
H5450	Tecnica della sicurezza elettrica
D5490	Tecnica ed economia dei trasporti
L5690	Tecnologie e materiali per l'elettronica
L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
N5800	Teoria dei segnali
N6040	Trasmissione numerica

**Tabella C2** (corsi del secondo periodo didattico)

D0190	Analisi dei sistemi
L0220	Analisi funzionale
H0380	Azionamenti elettrici
N0410	Basi di dati
L0532	Campi elettromagnetici 2
L0760	Compatibilità elettromagnetica
N0802	Comunicazioni elettriche (speciale)
B1260	Dinamica del volo spaziale
L1441	Dispositivi elettronici 1
L1442	Dispositivi elettronici 2
M1510	Economia e gestione dell'innovazione
M1560	Economia politica
D1870	Esercizio dei sistemi di trasporto
F1940	Fisica dei laser
L2000	Fisica dello stato solido
B2220	Gasdinamica
H2701	Impianti elettrici 1
M2720	Impianti industriali
N2860	Informatica industriale
N2941	Ingegneria del software 1
N3000	Intelligenza artificiale
M3030	Istituzioni di diritto pubblico e privato
N3070	Linguaggi e traduttori
L3620	Misure a iperfrequenze
M3740	Modelli per il supporto alle decisioni
L3870	Optoelettronica
L4360	Propagazione
N4520	Reti di calcolatori
C4630	Scienza e tecnologia dei materiali ceramici
E4680	Scienza e tecnologia dei materiali polimerici
N4850	Sistemi di commutazione
N4882	Sistemi di elaborazione 2
B5230	Strumentazione aeronautica
D5880	Teoria e tecnica della circolazione

Corso di laurea in

# Ingegneria delle telecomunicazioni

## 1 Profilo professionale

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

- nella progettazione e realizzazione, nonché nell'esercizio di apparati e di sistemi per le telecomunicazioni, sia di tipo tradizionale sia di tipo telematico, volti cioè alla realizzazione di colloquio uomo-macchina o macchina-macchina;
- nella progettazione e realizzazione di apparati e sistemi per l'elaborazione numerica dei segnali (codifiche, filtri, compressioni, espansioni, oppure estrazione di 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, lo *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 specificamente tecnologici viene offerta agli studenti tramite l'ampia rosa di materie da inserire a completamento del *curriculum* degli studi.

## 2 Insegnamenti obbligatori

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

Per quanto riguarda la formazione matematica di base, oltre al *corpus* tradizionalmente impartito negli attuali insegnamenti del biennio (*Analisi matematica*, *Geometria*), si pone l'accento su materie che si ritengono indispensabili per la formazione di un ingegnere delle telecomunicazioni, in particolare *Calcolo numerico* e *Calcolo delle probabilità*.

Pertanto, il numero di unità didattiche dedicato alla preparazione di base di tipo matematico è portato a 5 (a fronte del minimo di 4 fissato dal Decreto di Riordino). La preparazione di base è completata da un corso di *Chimica*, secondo i requisiti richiesti dal Decreto di Riordino.

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

- tre corsi ridotti: *Meccanica applicata alle macchine*, *Sistemi energetici e Termodinamica applicata*, con lo scopo di fornire gli elementi necessari alla comprensione dei fenomeni fondamentali sia termodinamici sia meccanici e alla modellazione funzionale dei corrispondenti sistemi, nella loro essenzialità.
- È previsto l'obbligo dell'insegnamento di *Meccanica applicata alle macchine* e di uno fra i restanti due insegnamenti:
- *Controlli automatici*, destinato a fornire una preparazione prevalentemente a livello informativo nel settore dell'automazione e dei controlli;
- *Istituzioni di economia*, nel quale vengono presentati i principi di economia e di gestione aziendale, con una attenzione particolare alla specifica realtà dei servizi, particolarmente importante nell'ambito delle telecomunicazioni.

La preparazione professionale nel campo informatico è fornita da tre corsi, due dei quali sono a carattere formativo generale nel campo dell'informatica (*Fondamenti di informatica* e *Sistemi informativi 1*), mentre il terzo (*Sistemi informativi 2*) 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 1*, ed un secondo insegnamento (*Campi elettromagnetici 2*) dedicato principalmente ai problemi di antenne e propagazione, con cenni alle questioni concernenti il telerilevamento per via elettromagnetica e i componenti a microonde e optoelettronici.

Infine, per quanto riguarda gli aspetti più specificamente *hardware*, si prevede un corso di base di *Teoria dei circuiti*, seguito da *Elettronica applicata*, e quindi da *Microelettronica*, nel quale le possibilità offerte dalle moderne tecniche microelettroniche verranno presentate accanto alle limitazioni sistemiche e progettuali da esse imposte. Completa il quadro un corso di misure (*Misure sui sistemi di trasmissione e telemisure*) specificamente orientato agli apparati e ai sistemi di telecomunicazioni.

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

Il quadro complessivo degli insegnamenti obbligatori è sintetizzato nelle tabelle seguenti. La prima tabella rappresenta la distribuzione delle materie a regime, ed è valida per gli studenti che nel 1993/94 frequentano i primi tre anni. La seconda tabella riguarda la distribuzione delle materie che nel 1993/94 si iscrivono regolari al quarto anno (non essendo mai stati fuori corso negli anni precedenti). La terza tabella riguarda gli studenti che nel 1993/94 frequentano il quinto anno.

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

## Quadro didattico dei corsi obbligatori

Distribuzione delle materie a regime: per gli studenti che nel 1993/94 frequentano i primi tre anni.

---

1:1 (1. anno, 1. periodo didattico)

F0231 : Analisi matematica 1

F0620 : Chimica

---

1:2 F2300 : Geometria

F2170 : Fondamenti di informatica

F1901 : Fisica 1

---

2:1 F0232 : Analisi matematica 2

F1902 : Fisica 2

F5011 : Sistemi informativi 1

---

2:2 F0514 : Calcolo numerico (ridotto)

F0234 : Analisi matematica 3 (ridotto)

F0490 : Calcolo delle probabilità

F5760 : Teoria dei circuiti

---

3:1 F5800 : Teoria dei segnali

F0531 : Campi elettromagnetici 1

F1710 : Elettronica applicata

---

3:2 F0800 : Comunicazioni elettriche

F0532 : Campi elettromagnetici 2

F5012 : Sistemi informativi 2

---

4:1 Z<sub>1</sub>

Z<sub>2</sub>

F3560 : Microelettronica

---

4:2 F0840 : Controlli automatici

F3214 : Meccanica applicata alle macchine (ridotto)

F5954 : Termodinamica applicata (ridotto)

F5004 : Sistemi energetici (ridotto)

Y<sub>1</sub>

---

5:1 Y<sub>2</sub>

Y<sub>3</sub>

Y<sub>4</sub>

---

5:2 F3700 : Misure su sistemi di trasmissione e telemisure

F3040 : Istituzioni di economia

Y<sub>5</sub>

---

*Piano per gli studenti che si iscrivono regolari al quarto anno nell'anno accademico 1993/94 (non essendo mai stati fuori corso negli anni precedenti).*

Primo e secondo anno identici al quadro generale precedente.

---

3:1 F5800 : Teoria dei segnali  
F0531 : Campi elettromagnetici 1  
F1710 : Elettronica applicata

---

3:2 F0800 : Comunicazioni elettriche  
F0532 : Campi elettromagnetici 2  
F0840 : Controlli automatici

---

4:1 Z<sub>1</sub>  
Z<sub>2</sub>  
F3560 : Microelettronica

---

4:2 F5012 : Sistemi informativi 2  
F3214 : Meccanica applicata alle macchine (ridotto)  
F5954 : Termodinamica applicata (ridotto) oppure  
F5004 : Sistemi energetici (ridotto)  
Y<sub>1</sub>

---

5:1 Y<sub>2</sub>  
Y<sub>3</sub>  
Y<sub>4</sub>

---

5:2 F3700 : Misure su sistemi di trasmissione e telemisure  
F3040 : Istituzioni di economia  
Y<sub>5</sub>

---

Y<sub>1</sub>-Y<sub>5</sub> corsi di orientamento

*Piano per gli studenti che nel 1993/94 frequentano il quinto anno.*

Primo anno identico al quadro generale precedente.

---

2:1 F0232 : Analisi matematica 2  
F1902 : Fisica 2  
F5760 : Teoria dei circuiti

---

2:2 F0514 : Calcolo numerico (ridotto)  
F0234 : Analisi matematica 3 (ridotto)  
F0490 : Calcolo delle probabilità  
F3214 : Meccanica applicata alle macchine (ridotto)  
F5954 : Termodinamica applicata (ridotto)

---

3:1 F5800 : Teoria dei segnali  
F0531 : Campi elettromagnetici 1  
F1710 : Elettronica applicata

---

3:2 F0800 : Comunicazioni elettriche  
F0532 : Campi elettromagnetici 2  
F5011 : Sistemi informativi 1

---

4:1 Z<sub>1</sub>  
Z<sub>2</sub>  
F3560 : Microelettronica

---

4:2 F0840 : Controlli automatici  
Y<sub>1</sub>  
Y<sub>5</sub>

---

5:1 Y<sub>2</sub>  
Y<sub>3</sub>  
Y<sub>4</sub>

---

5:2 F3700 : Misure su sistemi di trasmissione e telemisure  
F3040 : Istituzioni di economia  
F5012 : Sistemi informativi 2

---

Y<sub>1</sub>–Y<sub>5</sub> corsi di orientamento

Per F5760 : *Teoria dei circuiti* è valida la frequenza acquisita a L1790 : *Elettrotecnica*.

## 4 Orientamenti

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

Gli orientamenti sono individuati da due gruppi di materie:

- Due annualità obbligatorie (indicate come  $Z_1$  e  $Z_2$ ) da scegliere tra le materie  
*F6040 : Trasmissione numerica*  
*F4530 : Reti di telecomunicazioni*  
*F1590 : Elaborazione numerica dei segnali*  
 Per ogni singolo orientamento è indicato come operare la scelta tra le due materie.
- Tre o quattro annualità aggiuntive, che, facendo riferimento allo schema di *curriculum* precedentemente illustrato, rappresentano scelte particolari delle annualità ivi indicate con  $Y_1$ - $Y_5$ .

Le ulteriori annualità richieste per il completamento delle 29 annualità necessarie per il conseguimento della laurea sono a scelta dello studente nell'ambito dei corsi degli altri orientamenti e dei corsi appartenenti alla tabella A.

### Orientamento *Trasmissione*

- $Z_1$  F6040 : Trasmissione numerica  
 $Z_2$  F4530 : Reti di telecomunicazioni oppure  
 F1590 : Elaborazione numerica dei segnali
- $Y_1$  F4920 : Sistemi di telecomunicazione  
 $Y_2$  F0770 : Componenti e circuiti ottici  
 $Y_{3,4}$  Due insegnamenti a scelta su tabella A  
 $Y_5$  F5870 : Teoria dell'informazione e codici

### Orientamento *Radiocomunicazioni*

- $Z_1$  F6040 : Trasmissione numerica  
 $Z_2$  F4530 : Reti di telecomunicazioni oppure  
 F1590 : Elaborazione numerica dei segnali
- $Y_1$  F4360 : Propagazione  
 $Y_2$  F0270 : Antenne  
 $Y_3$  F4900 : Sistemi di radiocomunicazione  
 $Y_4$  Insegnamento a scelta su tabella A  
 $Y_5$  F0760 : Compatibilità elettromagnetica

---

*Orientamento Comunicazioni via satellite e a microonde*

- Z<sub>1</sub> F6040 : Trasmissione numerica  
Z<sub>2</sub> F4530 : Reti di telecomunicazioni oppure  
F1590 : Elaborazione numerica dei segnali
- Y<sub>1</sub> F4920 : Sistemi di telecomunicazione  
Y<sub>2</sub> F0270 : Antenne  
Y<sub>3</sub> F3570 : Microonde  
Y<sub>4</sub> Insegnamento a scelta su tabella A  
Y<sub>5</sub> F4360 : Propagazione
- 

*Orientamento: Comunicazioni ottiche*

- Z<sub>1</sub> F6040 : Trasmissione numerica  
Z<sub>2</sub> F4530 : Reti di telecomunicazioni oppure  
F1590 : Elaborazione numerica dei segnali
- Y<sub>1</sub> F1940 : Fisica dei laser  
Y<sub>2</sub> F0770 : Componenti e circuiti ottici  
Y<sub>3</sub> F3050 : Istituzioni di meccanica quantistica  
Y<sub>4,5</sub> 1,2 Due insegnamenti a scelta su tabella A
- 

*Orientamento Telematica*

- Z<sub>1</sub> F6040 : Trasmissione numerica  
Z<sub>2</sub> F4530 : Reti di telecomunicazioni
- Y<sub>1</sub> F4520 : Reti di calcolatori  
Y<sub>2</sub> F4850 : Sistemi di commutazione  
Y<sub>3,4</sub> Due insegnamenti a scelta su tabella A  
Y<sub>5</sub> F5870 : Teoria dell'informazione e codici
- 

*Orientamento Apparati per telecomunicazioni*

- Z<sub>1</sub> F6040 : Trasmissione numerica  
Z<sub>2</sub> F1590 : Elaborazione numerica dei segnali
- Y<sub>1</sub> F1740 : Elettronica delle telecomunicazioni  
Y<sub>2</sub> F3570 : Microonde  
Y<sub>3,4</sub> Due insegnamenti a scelta su tabella A  
Y<sub>5</sub> F0030 : Acustica applicata oppure  
F2560 : Illuminotecnica

### Orientamento *Telerilevamento*

- Z<sub>1</sub> F1590 : Elaborazione numerica dei segnali  
 Z<sub>2</sub> F6040 : Trasmissione numerica oppure  
 F4530 : Reti di telecomunicazioni
- Y<sub>1</sub> F4920 : Sistemi di telecomunicazione  
 Y<sub>2</sub> F5750 : Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica  
 Y<sub>3</sub> F3570 : Microonde  
 Y<sub>4,5</sub> 1,2 Due insegnamenti a scelta su tabella A

### Orientamento *Software per telecomunicazioni*

- Z<sub>1</sub> F4530 : Reti di telecomunicazioni  
 Z<sub>2</sub> F1590 : Elaborazione numerica dei segnali  
 F6040 : Trasmissione numerica
- Y<sub>1</sub> F3070 : Linguaggi e traduttori  
 Y<sub>2</sub> F4850 : Sistemi di commutazione  
 Y<sub>3,4</sub> Due insegnamenti a scelta su tabella A  
 Y<sub>5</sub> F2940 : Ingegneria del software

### Orientamento *Gestionale*

- Z<sub>1</sub> F4530 : Reti di telecomunicazioni oppure  
 F6040 : Trasmissione numerica oppure  
 F1590 : Elaborazione numerica dei segnali
- Z<sub>2</sub> F4530 : Reti di telecomunicazioni oppure  
 F6040 : Trasmissione numerica oppure  
 F1590 : Elaborazione numerica dei segnali
- Y<sub>1</sub> F2860 : Informatica industriale  
 Y<sub>2</sub> F1530 : Economia ed organizzazione aziendale  
 Y<sub>3,4</sub> Due insegnamenti a scelta su tabella A  
 Y<sub>5</sub> F4840 : Sistemi di analisi finanziaria

## Tabella A

*Dopo il titolo del corso, tra parentesi quadre è indicato il periodo didattico.*

- B0050 Aerodinamica [1]  
 L0300 Architettura dei sistemi integrati [1]  
 L0350 Automazione a fluido [1]  
 N0270 Automazione industriale [1]

- H0380 Azionamenti elettrici [2]
- P0450 Biomeccanica [2]
- H0870 Controllo digitale [2]
- B1250 Dinamica del volo [1]
- B1260 Dinamica del volo spaziale [2]
- P1430 Disegno tecnico industriale [2]
- L1441 Dispositivi elettronici 1 [2]
- R1460 Economia applicata all'ingegneria [1]
- M1560 Economia politica [2]
- L1730 Elettronica dei sistemi digitali [2]
- L1760 Elettronica di potenza [1]
- H1770 Elettronica industriale di potenza [1]
- R2010 Fisica dell'atmosfera [2]
- L2000 Fisica dello stato solido [2]
- Q2030 Fisica matematica [1]
- R2090 Fluidodinamica ambientale [2]
- L2150 Fondamenti della misurazione e metrologia generale elettrica [1]
- R2190 Fotogrammetria [1]
- R2240 Geofisica applicata [2]
- R2245 Geofisica applicata + Rilevamento geologico del terreno (integrato) [2]
- B2570 Impianti aeronautici [1]
- N2630 Impianti di elaborazione [1]
- H2701 Impianti elettrici 1 [2]
- M2720 Impianti industriali [2]
- M3030 Istituzioni di diritto pubblico e privato [2]
- H3110 Macchine [2]
- H3204 Meccanica analitica (ridotto) [1]
- B3300 Meccanica del volo [1]
- Q3390 Meccanica statistica [1]
- L3620 Misure a iperfrequenze [2]
- H3660 Misure elettriche [2]
- H3640 Misure e collaudo di macchine e impianti elettrici [2]
- N3690 Misure per l'automazione e la produzione industriale [2]
- H3740 Modelli per il supporto alle decisioni [2]
- H3770 Modelli per l'organizzazione e la gestione dei sistemi [1]
- R3790 Modellistica e controllo dei sistemi ambientali [1]
- L3800 Modellistica e identificazione [1]
- L3870 Optoelettronica [2]
- M4090 Produzione assistita dal calcolatore [1]
- M4350 Programmazione e controllo della produzione meccanica [2]
- L4540 Reti logiche [1]
- L4550 Ricerca operativa [1]
- N4580 Robotica industriale [1]
- H4600 Scienza delle costruzioni [1]
- N5030 Sistemi operativi [1]
- N5050 Sistemi per la progettazione automatica [1]
- B5230 Strumentazione aeronautica [2]
- L5260 Strumentazione e misure elettroniche [2]
- Q5404 Superconduttività (ridotto) [1]
- H5500 Tecnica ed economia dell'energia elettrica [2]
- H5440 Tecnica della sicurezza elettrica [1]
- L5690 Tecnologie e materiali per l'elettronica [1]

# Programmi degli insegnamenti

*I programmi sono riportati in ordine di anno e periodo didattico (a parità, in ordine alfabetico); le lettere iniziali delle sigle chiariscono se si tratti di corsi di Ingegneria informatica (N), delle telecomunicazioni (F), o per ambedue. A questa sezione seguono gli indici alfabetici generali, per titoli degli insegnamenti e per nomi dei docenti. Nell'intestazione ai singoli corsi, dove i titolari del corso siano più d'uno e afferenti ad uno stesso dipartimento, il nome del dipartimento non viene ripetuto.*

*La presente Guida è andata in stampa il 1993-07-28, e quanto riportato è da ritenersi aggiornato a quella data. La ristrettezza dei tempi di edizione non ha permesso di sottoporre all'attenzione dei singoli docenti i testi che seguono per una finale revisione: il CIDEM si scusa con docenti e studenti per eventuali sviste ed errori residui, assumendosene la responsabilità, e ringrazia anticipatamente coloro che vorranno segnalarli.*

## N/F 0231 Analisi matematica 1

Anno:periodo 1:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Anita Tabacco, Prof. Fulvio Ricci, Prof. Renato Ascoli (Matematica)

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

**REQUISITI.** Sono le nozioni fondamentali di algebra, geometria, trigonometria e di calcolo dei logaritmi della scuola media superiore.

### PROGRAMMA.

Teoria degli insiemi.

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

Elementi di geometria analitica piana.

Limiti di funzioni di variabile reale.

Successioni.

Continuità e derivabilità.

Proprietà delle funzioni continue e delle funzioni derivabili in un intervallo.

Funzioni elementari.

Sviluppi di Taylor.

Integrali definiti.

Integrazione definita.

Integrali impropri.

Equazioni differenziali del primo ordine (risoluzione di equazioni a variabili separabili.

## N/F 0620 Chimica

Anno: periodo 1:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 3

Prof. Alessandro Delmastro, Prof. Daniele Mazza, Prof. Emma Angelini  
(Scienza dei materiali e ing. chimica)

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

### PROGRAMMA

#### *Chimica generale.*

Systemi omogenei ed eterogenei. Concetto di fase, di composto, di elemento. Teoria atomico-molecolare. Legge di Avogadro. Determinazione dei pesi atomici e molecolari. Concetto di mole. Calcoli stechiometrici.

Il sistema periodico degli elementi. L'atomo secondo i modelli classici e quantomeccanici. Interpretazione elettronica del sistema periodico. Fenomeni legati all'emissione delle radiazioni luminose e dei raggi X.

Legame ionico, covalente, metallico. Energia reticolare, energia di legame. Grado di ossidazione.

Isotopia. Energia di legame dei nucleoni. Radioattività. Fenomeni di fissione e di fusione nucleare.

Leggi dei gas. Dissociazione termica. Teoria cinetica dei gas. Calore specifico dei gas.

Stato solido. Reticolo cristallino e cella elementare. Difetti reticolari. Soluzioni solide.

Stato vetroso. Composti non stechiometrici.

Stato liquido. Equazione di Clausius-Clapeyron. Tensione di vapore delle soluzioni.

Fenomeni crioscopici ed ebullioscopici. Pressione osmotica.

Energia interna ed entalpia. Effetto termico delle reazioni. Entropia ed energia libera di reazione. Velocità di reazione. Catalisi. Legge dell'azione di massa. Principio dell'equilibrio mobile.

Regola delle fasi. Diagrammi di stato a uno e due componenti. Applicazione della legge delle fasi agli equilibri chimici eterogenei.

Soluzioni di elettroliti. Elettrolisi. Costante di ionizzazione. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. *pH*. Idrolisi. Prodotto di solubilità. Soluzioni tampone.

Potenziale d'elettrodo. Serie elettrochimica. Tensioni di decomposizione. Potenziali di ossido-riduzione.

#### *Chimica inorganica.*

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

#### *Chimica organica.*

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

### BIBLIOGRAFIA

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

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

C. Brisi, *Esercitazioni di chimica*, Levrotto & Bella, Torino.

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

L. Rosemberg, *Teoria e applicazioni di chimica generale*, (Collana Schaum), ETAS

# N/F 1901 Fisica 1

Anno: periodo 1:2 Impegno (ore): lezioni 75 esercitazioni 25 laboratori turni, 1/8 di corso

Prof. Ottavia Filisetti Borello, Prof. Giovanni Barbero, Prof. Alfredo Strigazzi (Fisica)

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

## PROGRAMMA

*Metrologia.* Misurazione e incertezza. Sistemi di unità di misura. Analisi dimensionale. Metodo dei minimi quadrati.

*Cinematica del punto.*

Moto rettilineo e curvilineo. Moto relativo (classico e relativistico) e covarianza delle leggi fisiche. Riferimenti inerziali e non inerziali.

*Dinamica del punto.*

Tre principi di Newton. Forze d'inerzia (pseudo-forze). Interazioni: gravitazionale, elettrostatica, elastica. Vincoli e attrito radente (statico e dinamico). Attrito del mezzo (viscoso e idraulico). Lavoro, potenza. Teorema lavoro - energia cinetica.

*Statica del punto.*

*Campi conservativi.*

Gradiente. Potenziale. Energia potenziale. Conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Stokes. Teorema e legge di Gauss. Campo gravitazionale e coulombiano. Equazione di Poisson.

*Oscillazioni:* armonica semplice, smorzata, forzata.

Risonanza. Oscillatore anarmonico. Oscillatori accoppiati.

*Dinamica dei sistemi.*

Centro di massa. Prima equazione cardinale. Conservazione della quantità di moto. Seconda equazione cardinale. Conservazione del momento angolare. Corpo rigido. Assi principali d'inerzia. Giroscopio.

*Statica dei sistemi.*

*Meccanica dei fluidi.*

Legge di Stevino. Legge di Archimede. Equazione di continuità. Teorema di Bernoulli. Tensione superficiale.

*Onde elastiche.*

*Ottica geometrica.*

*Elettrostatica nel vuoto.*

Potenziale di una carica e di un dipolo. Conduttori in equilibrio. Cariche in moto in un campo elettrostatico.

## ESERCITAZIONI E LABORATORI

In aula: esercizi applicativi sul programma del corso.

In laboratorio (*computer on line*): misurazione di spostamenti e velocità in caduta libera, e dell'accelerazione di gravità; misurazione del periodo del pendolo semplice in funzione della lunghezza e dell'elongazione.

## BIBLIOGRAFIA

C. Mencuccini, V. Silvestrini, *Fisica : meccanica, termodinamica*, Liguori, Napoli, 1987.

R. Resnick, D. Halliday, *Fisica. Parte I*, Ambrosiana, Milano, 1982.

R.P. Feynmann, R.B. Leighton, M. Sands, *La fisica di Feynmann*, Addison Wesley, London, 1969.

**F 2170 Fondamenti di informatica****N 2171 Fondamenti di informatica 1**

Anno:periodo 1:2 Impegno (ore): lezioni 84 esercitazioni 28 laboratori 56 (settimanali 6/2/4)

Prof. Giorgio Bruno, Prof. Elio Piccolo, Prof. Angelo Raffaele Meo  
(Automatica e informatica)

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

**PROGRAMMA**

La prima parte del corso è rivolta ad illustrare la rappresentazione, all'interno degli elaboratori, dell'informazione numerica (numeri in virgola fissa e mobile) e non numerica (codici), le operazioni algebriche fondamentali in binario, i principi dell'algebra di Boole e l'applicazione dei teoremi alla minimizzazione delle espressioni logiche.

Successivamente si passa a descrivere la struttura del calcolatore (unità centrale, memoria centrale e memorie di massa) e le tecniche di interconnessione con i dispositivi periferici. Si affronta poi, anche se in modo non approfondito, il funzionamento del calcolatore, il linguaggio macchina, l'*assembler* e i principali componenti *software*: il sistema operativo (in generale, e l'IMS-DOS in particolare), i compilatori, i programmi di servizio e i programmi applicativi.

Si forniscono infine i principi della programmazione strutturata utilizzando il linguaggio Pascal e, nella parte conclusiva del corso, si illustrano alcuni algoritmi di uso comune, quali quelli di *sort* e *merge* dei dati, quelli ricorsivi, quelli per la visita di alberi binari, ecc.

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

**BIBLIOGRAFIA**

P. Demichelis, E. Piccolo, *Informatica di base, Fortran 77 e Pascal*, Levrotto & Bella, Torino, 1987.

• E. Piccolo, E. Macii, *Fondamenti di informatica : testi d'esame ed esercizi svolti*, 2. ed., Levrotto & Bella, Torino, 1992.

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

P. Prinetto, *Fondamenti di informatica : lucidi*, Levrotto & Bella, Torino, 1991.

P. Demichelis, E. Piccolo, *Pascal : trasparenze*, CLUT, Torino, 1992.

K. Jensen, N. Wirth, *Pascal user manual and report : ISO Pascal standard*, 3rd ed., Springer, New York, 1985.

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

## N/F 2300 Geometria

Anno:periodo 1:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Nadia Chiarli, Prof. Silvio Greco, *altro Docente da nominare* (Matematica)

Il corso si propone di fornire alcuni strumenti algebrici e geometrici di base, in stretto collegamento con le loro applicazioni alla fisica e all'ingegneria.

### PROGRAMMA

Calcolo vettoriale.

Numeri complessi (inclusi fattorizzazione di polinomi ed esponenziale complesso).

Geometria analitica del piano. Coniche.

Geometria analitica dello spazio. Quadriche, coni, cilindri e superfici di rotazione.

Geometria differenziale delle curve.

Spazi vettoriali.

Calcolo matriciale.

Sistemi lineari. Applicazioni lineari.

Autovalori e autovettori. Forma canonica di Jordan.

Sistemi di equazioni differenziali lineari del primo ordine a coefficienti costanti.

Equazioni differenziali lineari di ordine  $n$  a coefficienti costanti.

Spazi reali con prodotto scalare e forme quadratiche.

### BIBLIOGRAFIA

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

S. Greco, P. Valabrega, *Esercizi risolti*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

Cervelli, Di Lello, *Geometria : esercizi svolti*, CLUT (in corso di stampa).

## N/F 0232 Analisi matematica 2

Anno:periodo 2:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Andrea Bacciotti, Prof. Paolo Boieri, *altro Docente da nominare* (Matematica)

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

### REQUISITI.

Si richiede allo studente il possesso dei metodi di calcolo e delle considerazioni di carattere teorico forniti dai corsi di *Analisi matematica* e di *Geometria*.

### PROGRAMMA

Funzioni continue di più variabili.

Calcolo differenziale in più variabili.

Calcolo differenziale su curve e superfici.

Integrali multipli.

Integrali su curve e superfici.

Spazi vettoriali normati e successioni di funzioni.

Serie numeriche e serie di funzioni.

Serie di potenze.

Serie di Fourier.

Equazioni e sistemi differenziali.

BIBLIOGRAFIA. A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di analisi matematica II*, Levrotto &

## N/F 1902 Fisica 2

Anno: periodo 2:1 Impegno (ore): lezioni 75 esercitazioni 25

Prof. Bruno Minetti, Prof. Marco Omini (Fisica)

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

REQUISITI. *Fisica I.*

### PROGRAMMA

*Polarizzazione elettrica.*

*Dielettrici*

*Classificazione dei conduttori elettrici.*

Proprietà di trasporto nei conduttori. Legge di Ohm. Effetti termoelettrici. Leggi di Kirchhoff e cenni ai circuiti RC.

*Magnetismo.*

Principio di Ampère. Circuitazione del campo magnetico. Formule di Laplace.

*Interazione magnetica.*

Forze tra correnti. Moto di particelle in campo magnetico. Forza di Lorentz e moto ciclotronico.

*Descrizione empirica del magnetismo.*

Isteresi magnetica. Elettromagneti. Circuiti magnetici.

*Campi elettrici e magnetici dipendenti dal tempo.*

Legge dell'induzione elettromagnetica. Induttanze e cenni ai circuiti RLC. Equazioni di Maxwell.

*Onde elettromagnetiche nel vuoto e nella materia.*

Riflessione e rifrazione. Concetto di fotone.

*Ottica ondulatoria.*

Interferenza. Diffrazione. Potere risolutore di uno strumento ottico. Polarizzazione della luce nei cristalli. Prisma di Nicol e lamina a quarto d'onda.

*Termodinamica.*

Termodinamica classica. Temperatura e calore. Primo principio, secondo principio e entropia. Elementi di statistica. Distribuzioni di Boltzmann, Maxwell, Bose-Einstein. Corpo nero, Legge di Stefan-Boltzmann.

Discussione microscopica di dia-, para-, ferro-, antiferro- e ferri-magnetismo.

### ESERCITAZIONI

In aula: esercizi applicativi sul programma in corso.

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

### BIBLIOGRAFIA

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

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

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

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

**N 2172      Fondamenti di informatica 2****F 5011      Sistemi informativi 1**

Anno:periodo 2:1    Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 24 laboratori 24 (settimanali 6/2/2)

Prof. Paolo Camurati (Automatica e informatica)

Il corso si prefigge di illustrare le metodologie avanzate di programmazione, con particolare riferimento alle strutture dati, agli algoritmi ed ai linguaggi.

REQUISITI. *Fondamenti di informatica 1* o *Fondamenti di informatica*.

**PROGRAMMA**

Il linguaggio C.

Liste, pile, code.

Analisi delle complessità degli algoritmi.

Il concetto di ADT.

Alberi.

Code prioritarie.

Algoritmi di ordinamento.

Dizionari.

Algoritmi di ricerca.

Tecniche di *hashing*.

Grafi.

Tecniche di *pattern matching*.

Metodologie di progetto di algoritmi.

**ESERCITAZIONI**

Realizzazione degli algoritmi esaminati in linguaggio C, su elaboratori del tipo *personal computer* o minielaboratori della serie VAX.

**BIBLIOGRAFIA**

B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, *The C programming language*, 2nd ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1988.

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *Algoritmi e strutture dati*, Levrotto & Bella, Torino, 1992.

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

## N/F 0234 Analisi matematica 3

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno:periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 20+20 esercitazioni 10

Prof. Giancarlo Teppati (Matematica)

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

REQUISITI. *Analisi matematica 2.*

### PROGRAMMA

#### *Funzioni analitiche:*

- Derivabilità, condizioni di Cauchy-Riemann, integrabilità.
- Teorema di Cauchy, teorema dei residui, calcolo del residuo in singolarità polari, calcolo di integrali con il metodo dei residui, lemma del grande cerchio e di Jordan.
- Formule integrali di Cauchy.
- Sviluppabilità in serie di Taylor.
- Principi di identità.
- Comportamento locale: sviluppi di Laurent, classificazione delle singolarità isolate.
- Punto all'infinito e piano di Gauss.
- Alcuni tipi di comportamento globale: funzioni intere, teorema di Liouville; funzioni meromorfe.
- Calcolo dei coefficienti nella decomposizione in fratti semplici.
- Estensione analitica e polidromia:  $\sqrt{z}$  e  $\ln z$ .
- Funzioni analitiche e funzioni armoniche. Teorema della media di Gauss.
- Trasformazioni analitiche di regioni piane.

#### *Funzioni trascendenti non elementari.*

#### *Concetti introduttivi sulle trasformate integrali:*

- Introduzione alla trasformazione e antitrasformazione di Fourier; proprietà di simmetria.
- Proprietà delle trasformate di Fourier e di Laplace; linearità, coniugazione complessa, cambio di scala, traslazione temporale, traslazione frequenziale, derivata temporale, convoluzione frequenziale.
- Trasformate di Fourier di funzioni reali, immaginarie, pari e dispari, trasformate di Fourier di funzioni periodiche.
- Distribuzioni a crescita lenta e trasformate di Fourier.
- Trasformate e antitrasformate fondamentali di Laplace di funzioni e di distribuzioni.

### BIBLIOGRAFIA

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

## N 0494      **Calcolo delle probabilità**

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno:periodo 2:2    Impegno (ore): lezioni 30 esercitazioni 15

Prof. Franco Piazzese, *altro Docente da nominare* (Matematica)

REQUISITI. *Analisi matematica 1 e 2.*

### PROGRAMMA

Teoria delle probabilità: eventi numerabili; spazio campione; gli assiomi della probabilità; criteri di assegnazione delle probabilità. Probabilità congiunte e condizionate; indipendenza statistica.

Teoria della probabilità: continuo di eventi; variabili casuali, densità di probabilità; momenti; densità di probabilità congiunte; correlazione e indipendenza statistica.

Distribuzioni e loro proprietà generali; distribuzioni notevoli.

Trasformazioni di variabili casuali.

Serie formali e funzione caratteristica.

La disuguaglianza di Chebysceff; il teorema del limite centrale. Convergenza in misura di probabilità.

Introduzione ai processi stocastici: modelli di processi stocastici.

Introduzione ai problemi di statistica e applicazioni: metodi Monte Carlo.

### BIBLIOGRAFIA

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

## F 0490      **Calcolo delle probabilità**

Anno:periodo 2:2    Impegno (ore settimanali): lezioni 4 esercitazioni 2

*Docente da nominare* (Matematica)

Il corso intende formare agli allievi i fondamenti della teoria delle probabilità e della statistica, indispensabili per una moderna impostazione delle tematiche relative alle discipline di telecomunicazioni.

### PROGRAMMA

Teoria delle probabilità: eventi; spazio campione; assiomi della probabilità. Probabilità congiunta e condizionata.

Misura di probabilità e funzioni di distribuzione.

Esperimenti combinati; esperimento di Bernoulli. Teoremi asintotici (De Moivre - Laplace, Poisson, legge dei grandi numeri, ecc.).

Canali binari (probabilità di errore controllo, di parità, canali con ritrasmissione).

Variabili aleatorie: proprietà generali; esempi ed applicazioni.

Trasformazioni di variabili aleatorie. Serie formali e funzioni caratteristiche.

Identificazione di variabili aleatorie.

Disuguaglianze notevoli e teorema del limite centrale. Convergenze in misura di probabilità.

Introduzione ai metodi della statistica.

Metodi di Bayes.

Test statistici, Intervalli di confidenza. Introduzione ai problemi di ottimizzazione statistica.

Metodi Montecarlo.

## BIBLIOGRAFIA

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

## F 0514      **Calcolo numerico**

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 38 esercitazioni 12 (settimanali 3/1)

Prof. Annamaria Orsi Palamara (Matematica)

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

REQUISITI. *Analisi I, Geometria, Fondamenti di informatica.*

### PROGRAMMA

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

### BIBLIOGRAFIA

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

## N 1790 Elettrotecnica

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 50 (settimanali 6/4)

Prof. Flavio Canavero (Elettronica)

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

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

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

**REQUISITI.** Il corso presuppone le conoscenze di matematica impartite al primo anno. I concetti che si sviluppano nel corso sono essenziali per la comprensione delle applicazioni elettroniche che lo studente incontrerà in molti corsi successivi.

### PROGRAMMA

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

Modelli di bipoli ideali: generatori indipendenti e pilotati, resistori, operazionale, diodo. Metodi elementari di analisi di reti resistive: partitori, sovrapposizione effetti, teoremi di Millmann, Thévenin, Norton.

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

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

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

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

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

Doppi bipoli: caratterizzazione matriciale, connessioni, reciprocità.

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

Linee di trasmissione: caratterizzazione e studio della propagazione di segnali.

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

### BIBLIOGRAFIA

C.A. Desoer, E.S. Kuh, *Basic circuit theory*, McGraw-Hill, 1969, oppure l'edizione italiana:

*Fondamenti di teoria dei circuiti*, Angeli, Milano, 1981.

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

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

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

## F 3040 Istituzioni di economia

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Mercedes Bresso (Idraulica, trasporti e infrastr. civili)

Il corso si propone di fornire allo studente le nozioni fondamentali per capire il funzionamento dell'economia, sia a livello macroeconomico, cioè del sistema economico complessivo, sia a livello microeconomico, cioè del comportamento degli operatori.

### PROGRAMMA

Il corso inizia con una breve rassegna dell'evoluzione dell'analisi economica. Si divide successivamente in due parti.

Nella prima parte si sviluppano le nozioni fondamentali della microeconomia: analisi della domanda e dell'offerta, equilibrio dei mercati, formazione dei prezzi, comportamento del consumatore e delle imprese, analisi dei costi, mercati dei fattori produttivi e dei prodotti, analisi delle forme di mercato (concorrenza perfetta, monopolio, oligopolio, concorrenza monopolistica), i fallimenti del mercato (costi esterni sociali ed ambientali).

Nella seconda parte si sviluppano invece le nozioni relative al funzionamento del sistema macroeconomico: contabilità nazionale e suoi limiti, analisi dei grandi aggregati macroeconomici (reddito, risparmio, consumi, investimenti) e delle loro interazioni, bilancio dello stato, tassazione e spesa pubblica, funzionamento del sistema monetario, scambi con l'estero, politica dei tassi di cambio, politiche economiche e fiscali.

### BIBLIOGRAFIA

Fischer, Dornbush, *Economia*, Hoepli, Milano.

Per la storia dell'analisi economica:

R. Gill, *Il pensiero economico moderno*, Il Mulino, Bologna.

Verranno inoltre utilizzati i principali documenti di politica economica.

# N/F 3214 Meccanica applicata alle macchine

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 30 esercitazioni 20

Prof. Terenziano Raparelli, Prof. Carlo Ferraresi (Meccanica)

Scopo del corso è fornire gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei componenti e dei sistemi meccanici, nonché la relativa terminologia. Le considerazioni teoriche di base della meccanica trovano un riscontro applicativo su sistemi reali largamente impiegati.

## PROGRAMMA

*Richiami di cinematica piana:* cinematica del punto; cinematica del corpo rigido; cinematica dei moti relativi.

*Accoppiamenti tra corpi rigidi:* coppie cinematiche; accoppiamenti di forza.

*Dinamica:* forze e momenti; equazioni cardinali della dinamica; lavoro ed energia; impulso, quantità di moto e momento della quantità di moto.

*Attrito:* attrito secco; attrito volvente.

*Componenti meccanici ad attrito:* contatti estesi, ipotesi dell'usura; freni; frizioni.

*Sistemi di trasformazione e trasmissione del moto:* meccanismi; ruote di frizione; ruote dentate; rotismi; flessibili; vite-madrevite.

*Transitori nei sistemi meccanici:* accoppiamento motore-carico diretto, con riduttore di velocità e con innesto a frizione; sistemi a regime periodico.

*Vibrazioni lineari a un grado di libertà:* vibrazioni libere; vibrazioni forzate.

## BIBLIOGRAFIA

C. Ferraresi, T. Raparelli, *Appunti di meccanica applicata*, CLUT, Torino, 1992.

J.L. Meriam, L.G. Kraige, *Engineering mechanics. Vol. 1-2, SI version*, Wiley, New York, 1987.

G. Jacazio, B. Piombo, *Esercizi di meccanica applicata*, Levrotto & Bella, Torino, 1983.

## N/F 5004 Sistemi energetici

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 32 esercitazioni 14 laboratori 2 (settimanali 4/2)

Prof. Antonio Mittica (Energetica)

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

### PROGRAMMA

*Generalità e classificazione dei sistemi energetici.*

*Fondamenti di termodinamica-energetica applicata.*

Proprietà termodinamiche di un sistema. Diagrammi di stato e trasformazioni di un sistema a fluido. Principio di conservazione ed evoluzione dell'energia. Analisi di processi in sistemi aperti e chiusi. Cicli termodinamici. Metodologie di valutazione dell'efficacia di sistemi motori, operatori e misti.

*Fondamenti di termofluidodinamica.*

Moto dei fluidi: equazioni di continuità, quantità di moto e loro applicazione alle macchine a fluido. Fenomeni termici: equazioni dello scambio termico e loro applicazione ai sistemi a fluido.

*Componenti di sistemi e relativi modelli.*

Caratteristiche strutturali e funzionali di componenti statici: generatori di vapore, combustori, condensatori, scambiatori di calore. Costituzione, caratteristiche di funzionamento e modelli di componenti dinamici: macchine volumetriche e turbomacchine, motrici e operatrici.

*Analisi dei sistemi energetici.*

Accoppiamento di componenti statici e dinamici. Schemi funzionali di sistemi. Cicli a gas e a vapore. Parametri che caratterizzano le prestazioni di sistemi a combustione e sistemi oleoidraulici di potenza. Modelli numerici elementari di sistemi energetici per l'analisi delle loro prestazioni tramite elaboratore elettronico.

*Controllo dei sistemi energetici.*

Elementi di statica della regolazione dei sistemi energetici. Grandezze controllate e parametri disponibili per il controllo dei processi.

### ESERCITAZIONI

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

LABORATORI. Esperienze dirette di simulazione su elaboratore elettronico, nonché visita ai laboratori del Dipartimento di Energetica.

### BIBLIOGRAFIA

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

V. Marchis, M. Masoero, *Modelli di sistemi termodinamici*, Levrotto & Bella, Torino, 1984.

## F 5760 Teoria dei circuiti

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 52 (settimanali 4/4)

Prof. Mario Biey (Elettronica)

Il corso si propone di fornire le basi concettuali per la comprensione del comportamento dei circuiti elettrici a parametri concentrati, nonché metodi sistematici per la loro analisi, con cenni alle tecniche usate nell'analisi automatica di circuiti.

Il corso è organizzato in lezioni ed esercitazioni che completano, da un punto di vista applicativo, gli argomenti teorici trattati.

**REQUISITI.** La conoscenza dei contenuti dei corsi di analisi matematica e fisica.

### *Generalità.*

Circuiti a parametri concentrati.

Leggi di Kirchhoff.

Grafi, anelli e insiemi di taglio, albero e coalbero, grafi planari maglie. Teorema di Tellegen.

### *Circuiti resistivi.*

Elementi ad una o più porte: resistori; diodi ideali, a giunzione, zener, generatori indipendenti e dipendenti, trasformatore ideale, giratore, amplificatore operazionale ideale. Metodi generali di analisi e teoremi fondamentali.

### *Circuiti dinamici.*

Elementi ad una o più porte: condensatori, induttori accoppiati.

Risposta con stato zero, con ingresso zero e risposta completa; risposta transitoria e risposta forzata.

Circuiti del primo ordine e circuiti dinamici generali: metodi di analisi.

Metodo simbolico generalizzato. Funzioni di rete.

Zeri e poli. Condizioni di stabilità.

Equazioni di stato.

Proprietà fondamentali dei circuiti dinamici.

### *Regime sinusoidale.*

Formulazione delle equazioni circuitali.

Diagrammi polari e vettoriali.

Diagramma di Bode. Normalizzazione.

Potenza attiva, reattiva, apparente e complessa; condizioni di adattamento energetico.

Sistemi trifasi.

### *Doppi bipoli.*

Caratterizzazione dei doppi bipoli.

Doppi bipoli simmetrici, bilanciati e sbilanciati, unilaterali.

Connessioni di doppi bipoli.

Funzionamento del doppio bipolo sotto carico. Reciprocità.

### *Filtri.*

Filtro ideale passa basso.

Approssimazione alla Butterworth; progetto di filtri LC mediante manuali; realizzazione con celle RC-attive connesse in cascata.

Trasformazioni di frequenza.

### **BIBLIOGRAFIA**

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

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

## N/F 5954 Termodinamica applicata

(Corso ridotto, 1/2 annualità)

Anno: periodo 2:2 Impegno (ore): lezioni 25 esercitazioni 25 (settimanali 4/4)

Prof. Carla Lombardi,

*Docente da nominare* (Energetica)

Durante il corso viene ripresa la teoria della termodinamica classica sviluppata in *Fisica 2* per vederne l'applicazione allo studio ed all'ottimizzazione delle conversioni di energia. Vengono inoltre riesaminati i fenomeni di trasporto del calore allo scopo di fornire gli strumenti idonei per affrontare problemi di scambio termico. Particolare riferimento viene fatto a problemi connessi con lo smaltimento del calore da componenti elettronici.

REQUISITI. *Fisica 2*

### PROGRAMMA

Fenomeni di trasporto: leggi della conduzione, della convezione e della radiazione termica.

Problemi di conduzione stazionaria: soluzioni analitiche, modelli analogici, modelli numerici.

Problemi di conduzione non stazionaria: alcune soluzioni analitiche.

Cenni di moto dei fluidi reali.

Scambio termico per convezione naturale o forzata: valutazione del coefficiente di scambio.

Proprietà radiative delle superfici. Scambio termico tra corpi neri e grigi: fattori di forma, reti resistive equivalenti.

Esempi applicativi: corpi con generazione interna di calore, superfici alettate.

Richiami di termodinamica classica: grandezze termodinamiche, stati di equilibrio, trasformazioni, primo e secondo principio.

Generalizzazione del primo principio.

Analisi termodinamica dei processi: lavoro utile ideale e reale, lavoro perduto. Exergia e rendimento exergetico.

Conversione diretta dell'energia: fenomeni termoelettrici, celle a combustibile, dispositivi termoionici. Generatori e refrigeratori termoelettrici.

### ESERCITAZIONI

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

### BIBLIOGRAFIA

C. Boffa, P. Gregorio, *Elementi di fisica tecnica. Vol. 2*, Levrotto & Bella, Torino, 1976.

A. Cavallini, L. Mattarolo, *Termodinamica applicata*, CLEUP, Padova, 1988.

P. Gregorio, *Esercizi di fisica tecnica*, Levrotto & Bella, Torino, 1990.

## N 0460 Calcolatori elettronici

Anno:periodo 3:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Silvano Gai (Automatica e informatica)

Scopo del corso è di fornire informazioni approfondite sulla struttura dei sistemi di elaborazione, tramite analisi comparate delle architetture principali (Intel, Motorola, Digital, MIPS, ecc.). In particolare, viene analizzata l'organizzazione interna ed i principi di funzionamento delle CPU, della memoria centrale e delle strutture di interconnessione e di ingresso/uscita.

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

### PROGRAMMA

#### *CPU.*

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

#### *Memoria centrale.*

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

#### *Strutture di interconnessione.*

*Bus* sincroni ed asincroni. Varie gerarchie organizzative.

#### *Dispositivi periferici.*

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

#### *La programmazione in linguaggio macchina.*

Organizzazione degli assembler, linguaggio Assembler Intel 80x86. Linguaggio Assembler Digital VAX.

### ESERCITAZIONI

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

### BIBLIOGRAFIA

L.J. Scanlon, *IBM PC and XT assembly language : a guide for programmers, enhanced and enlarged*, Brady, 1985.

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

A.S. Tannenbaum, *Structured computer organization*, 3rd ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1990.

## F 0531 Campi elettromagnetici 1

Anno: periodo 3:1 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 laboratori 4 (settimanali 6/4)

Prof. Rodolfo Zich (Elettronica)

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

### PROGRAMMA

#### *Generalità.*

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

#### *Circuiti a parametri distribuiti.*

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

#### *Analisi di linee nel dominio del tempo.*

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

#### *Linee multifilari.*

Equazioni delle linee multifilari e loro soluzioni in termini modali. Risposta nel dominio del tempo e analisi di fenomeni di interferenza e di distorsione di segnali.

#### *Guide d'onda.*

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

#### *Esempi di guide d'onda per microonde.*

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

#### *Guide dielettriche.*

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

#### *Risonatori elettromagnetici.*

### BIBLIOGRAFIA

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

P. Savi, G. Vecchi, *Campi elettromagnetici: temi d'esame svolti*, CLUT.

P. Savi, R. Zich, *Appunti del corso*.

## N 0841 Controlli automatici (generale)

Anno-periodo 3,4:1 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 40 (settimanali 6/4)

Prof. Giovanni Fiorio (Automatica e informatica)

L'insegnamento riguarda sia l'analisi dei sistemi fisici, con lo scopo di determinarne le leggi di funzionamento in regime transitorio, sia le proprietà dei sistemi dotati di controllo, sia il progetto degli organi di controllo per sistemi dinamici.

**REQUISITI.** Le nozioni propedeutiche richieste sono quelle di elettrotecnica e di matematica, soprattutto riguardanti l'uso delle trasformate di Laplace.

### PROGRAMMA

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

### BIBLIOGRAFIA

Le lezioni e le esercitazioni sono svolte seguendo rispettivamente i testi:

G. Fiorio, *Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi*, CLUT, Torino.

G. Fiori, S. Malan, *Esercitazioni di controlli automatici*, CLUT, Torino.

Altri testi consigliati sono:

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

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

D'Azzo, Houpis, *Linear control systems analysis and design*, McGraw-Hill.

## F 1710 Elettronica applicata

Anno: periodo 3:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Domenico Biey (Elettronica)

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

### PROGRAMMA

#### *Introduzione.*

Definizione di segnale logico e discreto. Panoramica sui circuiti analogici più diffusi. Panoramica sui circuiti digitali. Problematiche di progetto. Considerazioni termiche.

#### *Segnali e circuiti logici.*

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

#### *Memorie.*

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

#### *Amplificatori.*

Generalità sugli amplificatori. Amplificatori operazionali.

#### *Alimentatori stabilizzati.*

Regolatori lineari dissipativi. Regolatori a commutazione.

### ESERCITAZIONI

Componenti passivi. Componenti attivi e modelli. Il simulatore elettrico PSPICE. Esempi di architetture di semplici sistemi digitali. Metodologie di progetto. Esempi di applicazioni di logiche programmabili. Strumenti CAD per il progetto avanzato di circuiti integrati.

### BIBLIOGRAFIA

D. Schilling, C. Belove, *Electronic circuits*, 3rd ed., McGraw-Hill, 1989.

# N 1711 Elettronica applicata 1

Anno:periodo 3:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Marco Giordana (Elettronica)

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

## PROGRAMMA

### *Introduzione.*

Definizione di segnale logico e discreto. Panoramica sui circuiti analogici più diffusi. Panoramica sui circuiti digitali. Problematiche di progetto. Considerazioni termiche.

### *Segnali e circuiti logici.*

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

### *Memorie.*

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

### *Amplificatori.*

Generalità sugli amplificatori. Amplificatori operazionali.

### *Alimentatori stabilizzati.*

Regolatori lineari dissipativi. Regolatori a commutazione.

## ESERCITAZIONI

Componenti passivi. Componenti attivi e modelli. Il simulatore elettrico PSPICE. Esempi di architetture di semplici sistemi digitali. Metodologie di progetto. Esempi di applicazioni di logiche programmabili. Strumenti CAD per il progetto avanzato di circuiti integrati.

## BIBLIOGRAFIA

D. Schilling, C. Belove, *Electronic circuits*, 3rd ed., McGraw-Hill, 1989.

## N/F 5800 Teoria dei segnali

Anno: periodo 3:1 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 30 laboratori 12 (settimanali 6/2/2)

Prof. Letizia Lo Presti (Elettronica)

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

### PROGRAMMA

Teoria dei segnali determinati a tempo continuo: la rappresentazione geometrica dei segnali.

Analisi tempo-frequenza: *a)* segnali ad energia finita (spettro di ampiezza e di energia e funzione di autocorrelazione); *b)* segnali periodici (spettro a righe); *c)* segnali a potenza media finita (spettro di potenza e funzione di autocorrelazione).

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

Modulazione e demodulazione di ampiezza, come proprietà della trasformata di Fourier.

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

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

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

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

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

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

Processi stazionari e ciclostazionari e stazionizzazione dei processi ciclostazionari.

Processi gaussiani. Introduzione ai processi di Markov.

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

Teoria dell'ergodicità.

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

### BIBLIOGRAFIA

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

L. Lo Presti, F. Neri, *Introduzione ai processi cauali*, CLUT, 1992.

W.A. Gardner, *Introduction to random processes*, McGraw-Hill, 1990.

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

## N 5811 Teoria dei sistemi (continui)

Anno: periodo 3,4:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2 laboratori 2

Prof. Mario Milanese (Automatica e informatica)

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

REQUISITI. *Analisi matematica 3, Geometria, Fondamenti di informatica.*

### PROGRAMMA

Presentazione di esempi che introducono le problematiche sviluppate.

Definizione teorica di sistema; rappresentazione con equazioni differenziali e alle differenze, rappresentazione di Lagrange per sistemi lineari.

Stabilità secondo Lyapunov, linearizzazione, stabilità in grande.

Controllabilità, forma canonica di Kalman.

Posizionamento dei poli per controreazione.

Osservabilità, sistemi duali, osservatore asintotico degli stati.

Regolatore.

Funzione di trasferimento, risposta in frequenza, algebra dei blocchi.

Discretizzazione di sistemi continui.

Identificazione a partire da misure ingresso-uscita.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consistono essenzialmente nello sviluppo di esercizi applicativi della teoria e nella preparazione del materiale per gli esempi di sistemi sviluppate nei laboratori. L'attività di laboratorio prevede lo sviluppo di un esempio applicativo in tutte le sue fasi: modellizzazione, simulazione, validazione, progetto del regolatore, verifica del progetto.

### BIBLIOGRAFIA

Rinaldi, *Teoria dei sistemi*, Hoepli.

Milanese, *Appunti del corso*, CELID.

## N 0410 Basi di dati

Anno: periodo 3,4,5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Claudio Demartini (Automatica e informatica)

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

REQUISITI. *Sistemi operativi.*

### PROGRAMMA

*La rappresentazione concettuale dei dati.*

*Il modello relazionale dei dati.*

Vincoli di integrità. L'algebra relazionale. Il calcolo relazione sui domini e sulle tuple. Il linguaggio SQL. Il progetto delle relazioni. Teoria della normalizzazione.

*La gestione delle basi di dati.*

La gestione delle transazioni. Il trattamento della concorrenza. Il controllo ed il ripristino dell'integrità dei dati. Il controllo delle prestazioni. Caratteristiche del DB relazionale INGRES.

*Il modello entità-relazione.*

Il progetto concettuale. L'analisi funzionale per il progetto delle basi dati relazionali. Il progetto logico. Strumenti e metodologie di progetto.

### ESERCITAZIONI

Gli studenti divisi in gruppi realizzeranno alcune applicazioni basate sull'impiego delle metodologie introdotte nelle lezioni, su *personal computer* e minielaboratori della classe VAX.

### BIBLIOGRAFIA

C.J. Date, *An introduction to data base systems. Vol. 1*, 5th ed., Addison-Wesley, Reading (Mass.), 1990.

C. Batini, S. Ceri, S.B. Navathe, *Conceptual database design*, Benjamin-Cummings, 1992.

C. Demartini, *Appunti di basi di dati*, 1993.

Manualistica di INGRES, vers. 6.4.

## F 0532 Campi elettromagnetici 2

Anno:periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 (settimanali 6/4)

Prof. Renato Orta (Elettronica)

Scopo del corso è quello di approfondire le conoscenze elettromagnetiche necessarie per l'analisi dei sistemi di comunicazione a microonde e a frequenze ottiche.

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

### PROGRAMMA

*Soluzione delle equazioni di Maxwell in un mezzo omogeneo.*

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

*Antenne.*

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

*Propagazione nell'atmosfera.*

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

*Telerilevamento.*

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

*Componenti a microonde e optoelettronici.*

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

## F 0800 Comunicazioni elettriche

Anno:periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 (settimanali 6/4)

Prof. Valentino Castellani (Elettronica)

Il corso si propone di fornire allo studente la preparazione di base per quanto riguarda i concetti e le tecniche fondamentali della trasmissione dell'informazione e della struttura delle reti di telecomunicazioni.

I contenuti sono propedeutici ai successivi corsi più specialistici del settore delle telecomunicazioni.

REQUISITI. *Teoria dei segnali.*

### PROGRAMMA

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

La misura della informazione e la codificazione della sorgente. Modello del canale di trasmissione e definizione della sua capacità.

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

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

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

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

Cenni alla ricezione incoerente di segnali con modulazione numerica.

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

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

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

Applicazioni della modulazione analogica di ampiezza. La conversione di frequenza.

Tecniche di multiplazione nel dominio della frequenza. Sistemi FDM.

Cenni sulla modulazione analogica di frequenza.

Descrizione generale della rete telefonica: topologie di rete, tecniche di commutazione, servizi. Cenni alle previste evoluzioni della telefonia.

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

### BIBLIOGRAFIA

E. Biglieri, S. Benedetto, V. Castellani, *Digital transmission theory*, Prentice Hall, 1987 (il testo è disponibile anche in traduzione italiana, nelle edizioni Jackson).

## N 0801 Comunicazioni elettriche (generale)

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 66 esercitazioni 44 (settimanali 6/4)

Prof. Guido Albertengo (Elettronica)

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di comunicazione basati sulla trasmissione di segnali elettrici, in presenza di rumore gaussiano additivo. Dopo aver esaminato i tradizionali sistemi di trasmissione analogici, vengono analizzati i sistemi di trasmissione numerica ed il sistema di codifica PCM di segnali analogici.

### PROGRAMMA

La propagazione delle onde elettromagnetiche.

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

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.

Rappresentazione analitica del segnale numerico. Spettro di potenza del segnale numerico.

La trasmissione in banda base del segnale numerico. Interferenza intersimbolica e primo criterio di Nyquist. Equalizzazione di canale. Calcolo della probabilità di errore in sistemi numerici in banda base.

La trasmissione del segnale numerico in banda traslata. Modulazioni numeriche di ampiezza e fase. Prestazioni in presenza di rumore gaussiano additivo.

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

### BIBLIOGRAFIA

L.W. Couch II, *Digital and analog communication systems*, 3rd ed., McMillan.

## N 0802 Comunicazioni elettriche (speciale)

Anno:periodo 3:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 (settimanali 6/4)

Prof. Valentino Castellani (Elettronica)

Il corso si propone di fornire allo studente la preparazione di base per quanto riguarda i concetti e le tecniche fondamentali della trasmissione dell'informazione e della struttura delle reti di telecomunicazioni.

I contenuti sono propedeutici ai successivi corsi più specialistici del settore delle telecomunicazioni.

REQUISITI. *Teoria dei segnali.*

### PROGRAMMA

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

La misura della informazione e la codificazione della sorgente. Modello del canale di trasmissione e definizione della sua capacità.

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

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

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

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

Cenni alla ricezione incoerente di segnali con modulazione numerica.

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

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

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

Applicazioni della modulazione analogica di ampiezza. La conversione di frequenza.

Tecniche di multiplazione nel dominio della frequenza. Sistemi FDM.

Cenni sulla modulazione analogica di frequenza.

Descrizione generale della rete telefonica: topologie di rete, tecniche di commutazione, servizi. Cenni alle previste evoluzioni della telefonia.

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

### BIBLIOGRAFIA

E. Biglieri, S. Benedetto, V. Castellani, *Digital transmission theory*, Prentice Hall, 1987 (il testo è disponibile anche in traduzione italiana, nelle edizioni Jackson).

## N 0842 Controlli automatici (speciale)

Anno:periodo 3:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Giuseppe Menga (Automatica e informatica)

Le finalità del corso sono il progetto del controllo mediante controreazione di sistemi dinamici lineari continui ed a dati campionati. Per questo il corso presuppone una conoscenza della modellistica dei sistemi dinamici con esempi nei principali campi applicativi (sistemi elettrici ed elettronici, meccanici, idraulici, termici, ecc.) acquisita nel corso di teoria dei sistemi od in corsi equivalenti.

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

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

REQUISITI. *Teoria dei sistemi (continui).*

### PROGRAMMA

Presentazione del problema del controllo.

Studio di sistemi dinamici di controllo tratti da problemi di automazione industriale e controllo di processi. Introduzione alla strumentazione per il controllo (trasduttori ed attuatori).

Sviluppo delle tecniche matematiche di analisi della stabilità di sistemi dinamici in presenza di controreazione (catena chiusa).

Definizione delle specifiche di sistemi controllati.

Progetto del controllo con metodi di sintesi per tentativi e metodi di sintesi diretta (assistita da calcolatore) per sistemi continui ed a dati campionati.

Realizzazione dei regolatori nella forma di filtri analogici o filtri digitali.

### ESERCITAZIONI E LABORATORI

Familiarizzazione con le tecniche di progetto di sistemi di controllo ed impostazione di problemi da svilupparsi su calcolatore. Utilizzo di programmi di simulazione e di programmi di progetto assistito da calcolatore. Disponibilità di un laboratorio sperimentale con esempi di controlli semplici sistemi meccanici, idraulici, termici, ecc.

### BIBLIOGRAFIA

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

G. Fiorio Belletti, *Controlli automatici*, CLUT, Torino

## N 0870 Controllo digitale

Anno:periodo 3:2

Prof. Maurizio Vallauri (Automatica e informatica)

## N 4540 Reti logiche

Anno: periodo 3:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2 laboratori 2

Prof. Paolo Prinetto (Automatica e informatica)

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

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

### PROGRAMMA

Introduzione ai sistemi CAD.

Il Sistema Viewlogic.

Progetto di reti combinatorie.

Analisi e sintesi di reti sequenziali asincrone e sincrone.

*Flip-flop*: caratteristiche e classificazioni.

Progetto di macchine a stati finiti, secondo metodologie diverse.

Contatori e registri

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

Introduzione alle problematiche del collaudo di circuiti logici.

Sviluppo del progetto di un piccolo sistema di elaborazione.

Metodologie di progetto di sistemi facilmente collaudabili (DFT, *design for testability*).

### ESERCITAZIONI E LABORATORI

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

Uso del sistema Viewlogic per la verifica della correttezza di progetto di circuiti *custom* e *semi-custom*. Realizzazione di alcuni progetti tramite dispositivi FPGA.

### BIBLIOGRAFIA

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

E.J. McCluskey, *Logic design principles, with emphasis on testable semicustom circuits*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

P. Prinetto, *Reti logiche: raccolta di lucidi*, Levrotto & Bella, [in corso di stampa].

## N 5812 Teoria dei sistemi (discreti)

Anno: periodo 3,4:2 Impegno (ore): lezioni 84 esercitazioni 56 (settimanali 6/4)

Prof. Antonio Tornambè (Automatica e informatica)

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per l'analisi di sistemi dinamici ad eventi discreti (a tempo discreto e a tempo continuo).

### PROGRAMMA

Grafi ed alcuni algoritmi.

Spazi di probabilità ad eventi discreti.

Elementi di base sulle equazioni differenziali e alle differenze.

La trasformazione di Laplace.

Alcuni elementi di algebra moderna.

Teoria degli automi deterministici: un approccio elementare.

Teoria degli automi deterministici: un approccio algebrico.

Teoria degli automi non deterministici: un approccio elementare.

Le catene di Markov.

Teoria delle code.

Reti di code.

## F 0270 Antenne

Anno:periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 80 laboratori 8 (settimanali 6)

Prof. Mario Orefice (Elettronica)

Il corso intende approfondire la teoria e i criteri di progetto delle antenne, con particolare risalto per gli aspetti applicativi e pratici. Esempi specifici ed esercizi verranno man mano svolti durante il corso senza distinzione tra lezioni ed esercitazione.

REQUISITI. Esame propedeutico è *Campi elettromagnetici e circuiti*; è inoltre utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (Fortran) per lo svolgimento di lavori individuali o di gruppo.

### PROGRAMMA

Concetti fondamentali sull'irradiazione e nozioni generali sulle antenne.

Irradiazione da antenne ad apertura. Trattazione di problemi elettromagnetici con metodi quasi ottici. Metodi di calcolo del campo diffratto: metodo delle aperture, metodo dell'ottica fisica.

Analisi e progetto di vari tipi di antenne: trombe, paraboloidi, Cassegrain. Antenne a fascio sagomato, lenti. Antenne per telecomunicazioni e per applicazioni aerospaziali.

Teoria geometrica della diffrazione e sue applicazioni. Antenne ad onda progressiva: antenne *surface wave* e *leaky wave*.

Irradiazione da antenne filiformi: tecniche di calcolo. Accoppiamento tra antenne: mutua impedenza. Metodo dei momenti. Antenne per VLF, LF, MF: criteri generali ed esempi. Antenne ad elementi parassiti: Yagi-Uda, ecc. Antenne a larga banda: spirali coniche e piane, log-periodiche, ecc. Antenne ad elica in modo assiale e normale.

Schiere di antenne: metodi di calcolo e di progetto. Schiere a scansione elettronica: criteri generali di progetto, vari tipi di realizzazione, loro applicazioni. Elementi irradianti delle schiere: trombe, dipoli, fessure, antenne stampate.

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

### BIBLIOGRAFIA

Appunti raccolti sotto forma di dispense.

Sono inoltre di utile consultazione i seguenti testi:

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

A. Rudge [et al.], *The handbook of antenna design*, 2 vol., Peregrinus, 1983.

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

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

## F 0770 Componenti e circuiti ottici

Anno: periodo 4,5:1 Impegno (ore): lezioni 80 (settimanali 8)

Prof. Renato Orta (Elettronica)

Il corso intende sviluppare argomenti legati allo studio e alla progettazione di componenti e dispositivi utilizzati nelle comunicazioni ottiche. L'approccio seguito è di tipo metodologico. Vengono discussi i principali metodi analitici e numerici impiegati nella simulazione dei circuiti ottici.

### PROGRAMMA

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. Analisi dei mezzi dielettrici isotropi stratificati con la tecnica delle linee modali vettoriali.

Propagazione di un campo specificato su un'apertura. Approssimazione di Fresnel a partire dalle rappresentazioni spettrale e spaziale. Fasci gaussiani, propagazione e interazione con strutture dielettriche stratificate. Ottica geometrica, caustiche e teoria geometrica della diffrazione, lenti e specchi. Formalismo ABCD, guide a lenti. Risonatori chiusi e aperti.

Guida dielettrica planare, analisi con risonanza trasversale. Modi guidati e irradati, onde *leaky*. Applicazioni: accoppiatori a prisma, strati  $\lambda/4$  antiriflesso, strati ad alta riflettività. Interferometri Fabry-Perot con dielettrico passivo e attivo. Strutture dielettriche stratificate periodiche, curve di dispersione. Riflettori di Bragg, birifrangenza di forma, teorema di Floquet. Linee non uniformi per studio di guide planari diffuse, metodi numerici e analitici (profilo lineare). Metodo WKB e "metodo della funzione di confronto". Guide dielettriche tridimensionali: metodo dell'indice di rifrazione efficace e *beam propagation method*.

Mezzi anisotropi omogenei, superficie normale, ellissoide indice. Analisi di mezzi anisotropi stratificati, formalismo  $4 \times 4$ .

Fibre ottiche *step index* e *graded index*. Fenomeni di dispersione e attenuazione nelle fibre. Fenomeni non lineari, automodulazione di base, solitoni.

Teoria dell'accoppiamento modale. Effetto elettro-ottico e acusto-ottico. Analisi di dispositivi ottico-integrati.

## N/F 1590 Elaborazione numerica dei segnali

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 30 (settimanali 4/2)

Prof. Ezio Biglieri (Elettronica)

Il corso si propone di fornire nozioni sui seguenti argomenti: elaborazione numerica dei segnali, con applicazione al segnale vocale e ai segnali immagine; metodi di quantizzazione.

REQUISITI. Le nozioni fornite nel corso di *Comunicazioni elettriche (speciale)*.

### PROGRAMMA

Segnali e sistemi discreti.

Processi casuali discreti.

Predizione lineare.

Modelli di processi discreti.

Modelli di generazione del segnale vocale.

Quantizzazione: scalare, adattativa, predittiva, vettoriale. Tecniche ADPCM e CELP.

Segnali discreti bidimensionali e sistemi.

## BIBLIOGRAFIA

A.V. Oppenheim, R.W. Schaffer, *Discrete-time signal processing*, Prentice-Hall, 1989;

A. Gersho, R.M. Gray, *Vector quantization and signal compression*, Kluwer, 1991.

# N 1712 Elettronica applicata 2

Anno:periodo 4:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Maurizio Zamboni (Elettronica)

Il corso intende ampliare la formazione elettronica degli allievi informatici, iniziata con il corso di *Elettronica applicata 1*.

Durante la prima parte del corso saranno affrontate le tematiche relative all'interconnessione di dispositivi e sistemi elettronici, con particolare riferimento alle strutture, ai protocolli e al comportamento elettrico. Nella seconda parte si analizzeranno le interazioni tra sistemi elettronici ed il mondo esterno mettendo in evidenza i differenti metodi di analisi e conversione del segnale. In questa ottica si prenderanno in considerazione i sistemi di acquisizione dati, coprendo tutta la catena che va dai trasduttori al sistema di conversione, fino agli attuatori.

## PROGRAMMA

*Strutture di interconnessione.*

Classificazione dei sistemi di interconnessione. Interconnessioni tra sistemi.

Interconnessioni tra sottosistemi. Interconnessioni nei circuiti integrati (VLSI).

Canali di comunicazione. Bus paralleli. Comunicazione seriale. Bus ottici.

Protocolli di comunicazione e loro realizzazione con componenti. *Standard* di comunicazione (VME, 5-BUS, IEEE 488). Circuiti di interfaccia. Problemi elettrici (riflessioni, terminazioni, disturbi)

*Sistemi di acquisizione dati.*

Teoria del campionamento. Circuiti di acquisizione dati. Condizionamento del segnale. *Multiplexer. Sample and hold.*

Convertitori analogico/digitale e digitale/analogico.

Convertitori frequenza/tensione e tensione/frequenza.

Trasduttori (dal punto di vista elettronico).

Attuatori (interfacciamento elettrico).

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni riguardano l'approfondimento dei concetti definiti a lezione e portano al progetto di semplici circuiti esemplificativi che potranno essere montati e provati in laboratorio per interfacciare un microprocessore 68HC11 con alcuni trasduttori.

## BIBLIOGRAFIA

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

S. Franco, *Operational amplifiers and analog integrated circuits*, McGraw-Hill, 1988.

## F 3560 Microelettronica

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 40 laboratori 12 (settimanali 4/4)

Prof. Dante Del Corso (Elettronica)

Il corso si propone di ampliare la formazione dello studente per quanto riguarda gli aspetti digitale ed analogico dell'elettronica circuitale.

Nella prima parte del corso viene posta l'enfasi sugli aspetti elettronici dei circuiti digitali. Vengono quindi sviluppati nel dettaglio gli aspetti circuitali interni dei principali circuiti digitali, quali porte logiche, *flip-flop*, registri, contatori e memorie. Nella seconda parte viene invece sviluppata più a fondo l'elettronica analogica classica. Vengono così studiati circuiti basati sugli amplificatori operazionali reali, interruttori analogici, convertitori ADC e DAC, regolatori di tensione e alimentatori stabilizzati.

### PROGRAMMA

Componenti fondamentali (diodo, transistor bipolare, transistor unipolare) in saturazione e interdizione.

Porte TTL, ECL, MOS: circuito interno, transcaratteristica, commutazione, tempi e consumi, famiglie commerciali.

*Flip-flop*: *set reset*, *master slave*, J-K, tipo D.

Registri e contatori: *shift register*, conversione serie parallelo, *ripple counter*, metodi di progetto per contatori sincroni e asincroni.

Memoria a semiconduttore: ROM, EPROM, EEPROM, RAM statiche e dinamiche.

Logiche programmabili (PAL, PLA, PLD e FPGA).

Amplificatori operazionali reali: *input bias current*, *offset*, compensazione, Schmitt *trigger*, oscillatori CMOS, generatori di segnale.

Alimentatori stabilizzati. Diodi Zener. Regolatori di tensione.

Interruttori analogici e convertitori DAC e ADC: teorema del campionamento, circuiti di base, applicazioni.

### ESERCITAZIONI

In aula verranno svolte esercitazioni di progetto e verifica dei circuiti visti a lezione. Saranno effettuate esercitazioni di laboratorio.

### BIBLIOGRAFIA

J.D. Nicoud, *Progetto di interfacce per microprocessori*, Addison-Wesley Masson, 1991.

H. Haznedar, *Digital microelectronics*, Benjamin Cummings, 1991.

V. Pozzolo, *Caratteristiche dei circuiti elettronici*, CELID, Torino.

S. Franco, *Design with operational amplifiers and analog integrated circuits*, McGraw-Hill, 1988.

## F 3570      Microonde

Anno: periodo 4:1    Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 18 laboratori 14 (settimanali 6,8/1,2)

Prof. Gian Paolo Bava (Elettronica)

Scopo del corso è di fornire metodi di studio di componenti, dispositivi e circuiti di interesse nel campo di frequenza delle microonde, in particolare per quanto riguarda il settore delle telecomunicazioni (collegamenti e circuiti di elaborazione dei segnali in guide metalliche e dielettriche ed in strutture adatte a circuiti integrati, ecc.). Verranno anche sviluppati esempi di tecniche di progetto di componenti e circuiti; la scelta degli argomenti specifici potrà cambiare secondo gli interessi che via via si manifesteranno.

### PROGRAMMA

*Analisi generale dei fenomeni di propagazione elettromagnetica guidata.*

Eccitazione ed accoppiamento dei modi; guide con due modi e relative applicazioni. Strutture guidanti periodiche. Onde di carica spaziale, tubi speciali per microonde e loro evoluzione. Esempi vari di componenti e loro utilizzazioni.

*Analisi di componenti e circuiti di particolare interesse:* accoppiatori direzionali, filtri, circolatori, ecc. Effetto dei disadattamenti nei collegamenti. Considerazioni e schemi sistemistici; esempi. Analisi generale degli effetti dei tempi di transito nei dispositivi per l'elaborazione dei segnali; limitazioni fisiche di base. Strutture attive.

*Risonatori elettromagnetici:* cavità metalliche e loro proprietà; limitazioni. Risonatori aperti e dielettrici; risonatori Fabry-Perot generalizzati. Rappresentazioni circuitali; cenni sui filtri distribuiti.

*Dispositivi a stato solido avanzati* di uso nel campo delle microonde e delle onde millimetriche; dispositivi basati su fenomeni quantici (*tunneling* risonante, giunzioni Josephson, ecc.). Maser paramagnetici e dispositivi basati su fenomeni parametrici; caratteristiche ed interessi applicativi, stabilità e rumore negli oscillatori.

**ESERCITAZIONI.** Esercitazioni sperimentali con squadre relativamente piccole, su argomenti trattati nel corso. Eventuali visite a laboratori di ricerca ed industriali.

**BIBLIOGRAFIA.** Sono disponibili appunti (quasi completi) delle lezioni.

## N 3800 Modellistica e identificazione

Anno: periodo 4,5:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Vito Mauro (Automatica e informatica)

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

Nel laboratorio gli studenti possono verificare, mediante simulazioni all'elaboratore, le proprietà delle soluzioni.

### PROGRAMMA

*Presentazione del problema dell'analisi delle serie storiche e dei modelli.*

La necessità dei modelli espliciti; le cause di errore, i criteri di approssimazione, il principio di parsimonia.

*Analisi di problemi deterministici.*

Problemi di minimo in spazi di Hilbert; il teorema della proiezione, l'ortogonalità, procedura di Gram-Schmidt, proprietà strutturali della soluzione. Impostazione ricorsiva. Applicazione a modelli lineari; minimi quadrati, regressioni, pseudoinverse, filtri esponenziali e simili. Problemi numerici, fattorizzazioni.

*Il problema della stima e la soluzione di massima verosimiglianza.*

Modelli lineari e/o gaussiani: riduzione a un problema in spazi di Hilbert. Il problema della validazione e dei test sulle ipotesi.

*Applicazione a modelli stocastici lineari e discreti.*

Stima dello stato: il filtro di Kalman. Soluzione di problemi riconducibili alla stima dello stato. La predizione dello stato e problemi riconducibili; predizione e stima su modelli ARMA e derivati. Problemi numerici.

*Applicazione all'identificazione.*

I modelli ARMA e derivati; il modello dei disturbi algoritmi risolutivi. I modelli discreti in generale; il filtro di Kalman esteso. Problemi numerici e applicativi.

*I processi stocastici.*

Richiami delle definizioni di base. Spettri di potenza e funzioni di autocorrelazione; loro stime. Richiami sulle trasformate discrete. Applicazioni all'identificazione di modelli in frequenza. Fattorizzazione di un processo stocastico, il processo innovazione; analisi comparata di filtri di Wiener e di Kalman.

*Considerazioni conclusive sul principio di parsimonia.*

Esempi sull'influenza dell'ordine del modello; metodi di analisi dell'ordine utile. Cenni sull'identificabilità strutturale.

### BIBLIOGRAFIA

G. Menga, *Appunti di modellistica e identificazione*, CELID, Torino.

Appunti distribuiti a lezione.

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

## F 4530 Reti di telecomunicazioni

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 96 esercitazioni 25 (settimanali 8/2)

Prof. Marco Ajmone Marsan (Elettronica)

Nel corso vengono studiate le reti di telecomunicazioni per trasmissione dati, con particolare riferimento alle sottoreti di comunicazione delle reti di calcolatori.

Dopo un primo esame dei diversi tipi di rete e dei problemi loco connessi, vengono presentati elementi di teoria delle code e di teoria delle reti di Petri, utili per la descrizione, per l'analisi delle prestazioni e per il progetto di una rete. Vengono quindi studiate le reti a commutazione di pacchetto, sia per ciò che concerne la loro organizzazione, sia per gli aspetti di progetto, sia dal punto di vista dell'architettura dei protocolli.

REQUISITI. *Comunicazioni elettriche.*

### PROGRAMMA

#### 1. Reti di telecomunicazione.

Introduzione e definizioni. Distinzione tra funzione di trasmissione e di commutazione. Commutazione di circuito, di messaggio e di pacchetto. Protocolli di comunicazione. Tipi di reti e problemi connessi con il loro progetto e con la loro analisi.

#### 2. Teoria delle code.

Richiami della teoria dei processi stocastici discreti con particolare riferimento ai processi markoviani e semi-markoviani. Code con tempi tra gli arrivi e durata dei servizi distribuiti esponenzialmente. Code con tempi di servizio con distribuzione generale. Formule di Erlang e misura del traffico. Reti di code aperte e chiuse. Teorema di BCMP.

#### 3. Reti di Petri.

Definizioni fondamentali. Insieme e grafo di raggiungibilità. Invarianti. Reti di Petri stocastiche. Isomorfismo con processi markoviani. Reti di Petri stocastiche generalizzate.

#### 4. Reti a commutazione di pacchetto.

Introduzione e definizioni. Ritardo medio. Problemi di progetto e variabili associate. Protocolli. Architettura OSI. Il livello fisico. Il livello *data link*: protocolli a finestra, HDLC. Il livello *network*: circuiti virtuali e *datagram*; tecniche di instradamento e di controllo di flusso; X.25. Il livello *transport*: indirizzamento; *gateways*. Protocolli di accesso a canale comune. Reti via satellite: FDMA; FTDMA; ALOHA; slotted ALOHA; protocolli con prenotazione. Reti *packet radio*: CSMA-CD e protocolli *token*; Ethernet; *token ring* IBM, FDDI; protocolli per *bus* unidirezionali; DQDB, CRMA, CRMA.II. Protocolli per la risoluzione delle collisioni. Tecniche di *polling*. Esempi di reti.

### BIBLIOGRAFIA

L. Kleinrock, *Queueing systems. Vol. 1, Theory*, Wiley, 1975.

M. Decina, A. Roveri, *Code e traffico nelle reti di comunicazione. Parte I., Teoria delle code*, Goliardica, 1978.

M. Schwartz, *Computer communication network design and analysis*, Prentice-Hall, 1977.

A.S. Tannenbaum, *Computer networks*, Prentice-Hall, 1977.

G. Le Moli, *Telematica: architettura, protocolli e servizi*, ISEDI, Mondadori, 1983.

L. Lenzi, C. Boreggi, *Reti per dati*, SARIN, Marsilio, 1984.

D. Bertsekas, R. Gallager, *Data networks*, Prentice-Hall, 1987.

## N 4550 Ricerca operativa

Anno: periodo 4,5:1 Impegno (ore): lezioni 78 esercitazioni 26 (settimanali 6/2)

Prof. Roberto Tadei (Automatica e informatica)

Il corso ha l'obiettivo di dotare lo studente di adeguati strumenti per modellare e risolvere una serie di problemi propri dell'ingegneria elettronica, informatica e automatica, quali: *circuits design, signal transmission, computer vision, faults diagnosis, sequencing and scheduling, computational complexity analysis, etc.*

La modellazione del problema consiste nella sua formulazione in termini di programmazione matematica, mentre la sua risoluzione richiede l'utilizzo di algoritmi, alcuni appartenenti ad una bibliografia ormai consolidata, altri frutto di ricerche in corso.

REQUISITI. *Analisi matematica 2.*

### PROGRAMMA

*Programmazione lineare.*

Formulazione del problema. Soluzioni di base. Teorema fondamentale della programmazione lineare. Metodo del simplesso. Teoria della dualità. Metodo del simplesso duale. Analisi di sensitività.

*Programmazione combinatoria: problemi polinomiali.*

Matroidi e algoritmo Greedy. Intersezione di matroidi. Polimatroidi, accoppiamenti e algoritmi casuali.

*Programmazione combinatoria: problemi NP-difficili.*

Algoritmi di enumerazione implicita. Algoritmi poliedrali. Algoritmi approssimati ed euristici.

*Programmazione non lineare.*

Formulazione del problema. Condizioni di ottimalità per problemi non vincolati e vincolati. Algoritmi per problemi non vincolati e vincolati.

*Programmazione dinamica.*

Formulazione del problema. Principio di ottimalità di Bellman. Problemi non vincolati e vincolati.

### BIBLIOGRAFIA

M. Gondran, M. Minoux, *Graphs and algorithms*, Wiley, 1984.

D.J. Luenberger, *Introduction to linear and nonlinear programming*, Addison-Wesley, 1973.

F. Maffioli, *Elementi di programmazione matematica. Vol. 1 e 2*, Masson, Milano, 1990.

M. Minoux, *Mathematical programming : theory and algorithms*, Wiley, 1986.

## N 5030 Sistemi operativi

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2 laboratori 4

Prof. Piero Laface (Automatica e informatica)

Il corso si propone di:

- introdurre alle problematiche dei sistemi operativi, cioè alla gestione concorrente da parte di più utenti delle risorse limitate di un sistema di elaborazione (processori, memorie, periferici, ecc.),
- sviluppare i principi ed i metodi della programmazione concorrente,
- offrire strumenti per valutare le caratteristiche dei sistemi operativi rispetto alle prestazioni richieste,
- indicare criteri di progetto.

### PROGRAMMA

Sistema operativo come interfaccia utente.

Sistema operativo come gestore di risorse.

Sistema operativo come macchina gerarchica.

Struttura degli elaboratori.

Gestione delle interruzioni e delle operazioni di I/O.

Definizione e struttura dei processi sequenziali.

Definizione e struttura dei processi concorrenti.

Gestione dei processori e dei processi.

Gestione della memoria.

Schedulazione dei *jobs*.

Gestione dei periferici.

Gestione degli archivi.

Protezione delle risorse e delle informazioni.

Sistemi distribuiti e sistemi operativi di rete.

Casi di studio VMS, UNIX e MINIX.

### ESERCITAZIONI

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

### BIBLIOGRAFIA

J.I. Peterson, A. Silbershatz, *Operating systems concepts*, 2nd ed., Addison-Wesley, Reading (Mass.), 1985.

A. Tannenbaum, *Operating systems: design and implementation*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1987.

## F 6040 Trasmissione numerica

Anno: periodo 4:1 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 40 (settimanali 6/2)

Prof. Sergio Benedetto (Elettronica)

Il corso studia i sistemi di trasmissione numerica punto-punto, offrendo metodi per l'analisi ed il progetto di tali sistemi. L'impostazione metodologica, di carattere generale, consente di utilizzare i metodi studiati nelle diverse applicazioni sistemiche: trasmissione di dati su linea telefonica, su ponte radio, via cavo e via satellite.

**REQUISITI.** Teoria della probabilità, variabili e processi casuali, elementi di modulazioni numeriche.

### PROGRAMMA

Trasmissione di forme d'onda su canale gaussiano additivo; metodi di modulazione coerenti e incoerenti.

Codici di canale: codici a blocco rivelatori e correttori di errore; codici convoluzionali.

Trasmissione numerica su canali reali: calcolo della probabilità di errore in presenza di interferenza intersimbolica.

L'equalizzazione adattativa.

La modulazione codificata.

Cenni alla trasmissione numerica su fibra ottica.

### ESERCITAZIONI.

Esercitazioni di calcolo da svolgere a casa e in aula su argomenti del corso.

### BIBLIOGRAFIA

S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani, *Digital transmission theory*, Prentice Hall, 1987 (ed. italiana: *Teoria della trasmissione numerica*, Jackson, 1990).

## F 0840      **Controlli automatici**

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4

Prof. Enrico Canuto (Automatica e informatica)

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

### PROGRAMMA

#### *Nozioni introduttive.*

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

#### *Modelli matematici di sistemi dinamici - Analisi.*

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

#### *Modelli matematici di sistemi dinamici - Sintesi.*

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

#### *Sistemi di comando automatico - I principi.*

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

#### *Sistemi di comando automatico - I componenti.*

Attuatori: servomotori elettrici, amplificatori elettrici di potenza (cenni). Trasduttori: caratteristiche generali.

#### *Sistemi di comando automatico - Introduzione alla sintesi.*

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

### ESERCITAZIONI

Verrà sviluppata con l'ausilio dell'elaboratore numerico l'analisi e la sintesi di semplici regolatori per automatismi industriali.

### BIBLIOGRAFIA

E. Canuto, *Introduzione ai sistemi di controllo* (appunti).

G.F. Franklin [et al.], *Digital control of dynamic systems*, Addison Wesley.

## N 1530      **Economia ed organizzazione aziendale**

Anno:periodo 4,5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 4 esercitazioni 4

## F 2560 Illuminotecnica

Anno: periodo 4,5:2 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 20 laboratori 10 (settimanali 6/2)

Prof. Augusto Mazza (Energetica)

Il corso intende fornire le conoscenze necessarie alla valutazione dell'illuminamento naturale ed artificiale per interni ed esterni ed alla elaborazione di progetti di impianti di illuminazione.

### PROGRAMMA

Nella prima parte del corso vengono illustrate le caratteristiche della radiazione ed i processi di scambio radiativo.

Vengono quindi introdotte le grandezze fotometriche ed analizzato il processo della visione in tutti i suoi aspetti; particolare attenzione viene posta nella colorimetria ed in una approfondita analisi dei sistemi colorimetrici.

Vengono quindi prese in esame le sorgenti luminose ad incandescenza, luminescenza e fluorescenza ed i vari tipi di apparecchi illuminanti.

Si passa quindi ad i metodi di calcolo dell'illuminamento diretto (per aree all'aperto, campi sportivi, monumenti, ambienti di grandi dimensioni), seguiti da quelli per ambienti chiusi in presenza di superfici riflettenti.

Vengono approfondite le applicazioni a settori specifici: illuminazione stradale e di gallerie, illuminazione di impianti sportivi, di capannoni industriali, di uffici ed ambienti di lavoro con particolare attenzione ai problemi di conforto visivo ed alle considerazioni economico-energetiche.

Vengono infine trattati i principali aspetti dell'illuminazione naturale con i relativi metodi di calcolo.

**ESERCITAZIONI.** Calcolo e il progetto di diversi tipi di impianti di illuminazione e misure fotometriche in laboratorio.

### BIBLIOGRAFIA

G. Forcolini, *Illuminazione di interni*, Hoepli, Milano, 1988.

G. Parolini, M. Paribeni, *Tecnica dell'illuminazione*, UTET, 1977.

## F 2940      Ingegneria del software

Anno:periodo 4;2 Impegno (ore): lezioni 84 esercitazioni 28 laboratori 28 (settimanali 6/2/2)

## N 2941      Ingegneria del software 1

Anno:periodo 4,5;2 Impegno (ore): lezioni 84 esercitazioni 28 laboratori 28 (settimanali 6/2/2)

Prof. Giorgio Bruno (Automatica e informatica)

Il corso presenta i principi, i metodi e gli strumenti principali della moderna ingegneria del *software*. I temi centrali del corso sono il paradigma ad oggetti (esteso alla progettazione e alla specifica del *software*) e lo sviluppo del *software* mediante modelli grafici, rigorosi ed eseguibili. Nell'ambito delle esercitazioni verrà illustrato il linguaggio C++. A completamento del corso alcuni esempi presentano l'ingegnerizzazione di sistemi *software* complessi.

### PROGRAMMA

*Modelli del ciclo di vita del software.*

*Paradigma strutturato.* Analisi funzionale: tecniche SADT/IDEF e *data flow*. Analisi dei dati: tecnica *entity-relationship*. Progetto strutturato delle funzioni: tecnica di *structured design*. Dall'analisi strutturata al progetto strutturato. Analisi comportamentale: automi a stati finiti. Estensioni al paradigma strutturato per il tempo reale: tecniche di Ward-Mellor e Hatley-Pirbhai.

*Paradigma ad oggetti; programmazione ad oggetti:* C++ ed Eiffel. Progetto ad oggetti: tecniche di Booch e Hood. Analisi ad oggetti: tecniche di Rumbaugh, Coad-Yourdon e Shlaer-Mellor.

*Reti di Petri.* Analisi delle proprietà per alcune sottoclassi delle reti ordinarie. Reti colorate e temporizzate.

*Reti ingegnerizzate e ad oggetti:* linguaggio grafico Protob.

*Sviluppo del software mediante modelli:* modelli di sistema e di *software*. Simulazione delle specifiche e generazione automatica del codice per sistemi distribuiti.

*Strumenti CASE.*

*Qualità del software.*

Esempi relativi a: sistemi di produzione, sistemi *real-time*, sistemi di telecomunicazione, sistemi informativi distribuiti.

**BIBLIOGRAFIA.** È in preparazione un libro che contiene il materiale del corso.

## **N 3460      Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo**

Anno: periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 20 (settimanali 6/2)

Prof. Giovanni Fiorio (Automatica e informatica)

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

### **PROGRAMMA.**

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

**BIBLIOGRAFIA.** Sono a disposizione appunti del corso scritti dal docente, che indicano anche riferimenti bibliografici.

## N 3560 Microelettronica

Anno: periodo 4,5:2 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 laboratori 14 (settimanali 4/2/1)

Prof. Francesco Gregoretti (Elettronica)

Il corso è essenziale per la formazione progettistico-circuitale di circuiti integrati, ed è organizzato in modo da fornire agli allievi le nozioni fondamentali sulla progettazione di circuiti elettronici integrati, con particolare enfasi sui circuiti logici a grande scala di integrazione (VLSI).

Durante le esercitazioni, anche di tipo sperimentale, viene svolto dagli allievi un ciclo completo di progettazione di tutto un circuito integrato o di una parte significativa dello stesso.

### REQUISITI.

*Dispositivi elettronici. Teoria dei circuiti elettronici. Elettronica applicata.*

### PROGRAMMA

Cenni di tecnologia, ciclo di fabbricazione. Componenti integrabili, caratteristiche e modelli dei dispositivi e delle interconnessioni.

Circuiti elementari, caratteristiche statiche e dinamiche. Circuiti digitali combinatori, di pilotaggio, di ingresso/uscita, circuiti di protezione.

Logiche regolari, programmabili, *array* e librerie di celle. Celle di memoria a sola lettura, a lettura/scrittura statiche e dinamiche, programmabili.

Logiche dinamiche, fenomeni di *boot-strapping* e *latch-up*.

Architettura interna, *floor planning*, distribuzione delle alimentazioni e dei segnali di cadenza.

Ciclo di progetto, strumenti per la progettazione assistita da elaboratore (CAD), *editor* grafici, simulatori elettrici e logici; generatori automatici di celle, *router* e piazzatori di celle.

Circuiti analogici. Dissipazione di potenza statica e dinamica. Cenni di misure, collaudo, *testing*.

Problemi relativi allo scalamento e cenni sulle tecnologie e sui componenti GaAs, e sull'integrazione a livello di *wafer*.

### ESERCITAZIONI.

Le esercitazioni seguono gli argomenti svolti a lezione e si basano sullo sviluppo da parte degli allievi di esercizi di calcolo e valutazione di circuiti semplici, e simulazioni a calcolatore sia elettriche sia logiche. Successivamente gli allievi verranno suddivisi in gruppi che eseguiranno il progetto completo di un circuito integrato.

## N 3690 Misure per l'automazione e la produzione industriale

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 48 (settimanali 6/4)

Prof. Italo Gorini (Elettronica)

Il corso intende fornire le nozioni fondamentali sui metodi, gli strumenti e i sistemi di misura usati nell'automazione e la produzione industriale.

Prima di tutto sono illustrati gli elementi fondamentali della scienza delle misure. Successivamente, con riferimento alle problematiche della fabbrica automatica, sono presentati i principali strumenti di misura, sia analogici sia digitali. Infine sono descritti i componenti essenziali di una catena di misura, nonché le architetture più usate per la realizzazione dei sistemi automatici di acquisizione e distribuzione dei dati.

### PROGRAMMA

1. Fondamenti della scienza delle misure: principi di teoria della misurazione; i principali metodi di misura (diretti, indiretti, per sostituzione, etc.); i campioni; il Sistema Internazionale delle unità di misura (SI); la normazione e la certificazione a livello nazionale e internazionale
2. La fabbrica automatica: le problematiche più critiche e le loro connessioni con le misure.
3. Caratteristiche generali degli strumenti di misura: accuratezza, dinamica, consumi; etc.
4. Cenni sui principali strumenti di misura di tipo analogico e digitale (multimetri, impedenzimetri, frequenzimetri, oscilloscopi, generatori di funzioni, etc.).
5. I sensori: caratteristiche generali; alcuni tipi per la misurazione di particolari grandezze fisiche.
6. I sistemi di misura: l'acquisizione e lo scambio delle informazioni; alcuni elementi fondamentali: amplificatori, filtri, convertitori A/D e D/A, interfacce, bus, protocolli, etc.

### LABORATORIO

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

## N/F 4520 Reti di calcolatori

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 30 (settimanali 5/2)

Prof. Luigi Ciminiera (Automatica e informatica)

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

**PROGRAMMA**

Inizialmente verranno fornite nozioni sulla nomenclatura, i vari tipi di reti di calcolatori, e verrà esaminato il modello di riferimento ISO-OSI quale strumento per la descrizione delle architetture di protocolli. In seguito verranno esaminati i protocolli relativi ai livelli: fisico, *data-link*, rete, trasporto, sessione, presentazione e applicazione. Verranno illustrati sia i protocolli ISO per ciascuno di questi livelli, sia quelli relativi all'architettura DoD.

Nell'ambito del corso verranno anche fatti dei cenni al ISDN.

**ESERCITAZIONI.**

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

**BIBLIOGRAFIA**

Andrew S. Tannenbaum, *Computer networks*, 2nd ed., Prentice-Hall, 1988.

Fred Halsall, *Data communications, computer networks and OSI*, 3rd ed., Addison-Wesley, 1991.

**N 6040 Trasmissione numerica**

Anno:periodo 4:2 Impegno (ore): lezioni 80 esercitazioni 40 (settimanali 6/2)

Prof. Sergio Benedetto (Elettronica)

Il corso studia i sistemi di trasmissione numerica punto-punto, offrendo metodi per l'analisi ed il progetto di tali sistemi. L'impostazione metodologica, di carattere generale, consente di utilizzare i metodi studiati nelle diverse applicazioni sistemistiche: trasmissione di dati su linea telefonica, su ponte radio, via cavo e via satellite.

**REQUISITI.** Teoria della probabilità, variabili e processi casuali, elementi di modulazioni numeriche.

**PROGRAMMA**

Trasmissione di forme d'onda su canale gaussiano additivo; metodi di modulazione coerenti e incoerenti.

Codici di canale: codici a blocco rivelatori e correttori di errore; codici convoluzionali.

Trasmissione numerica su canali reali: calcolo della probabilità di errore in presenza di interferenza intersimbolica.

L'equalizzazione adattativa.

La modulazione codificata.

Cenni alla trasmissione numerica su fibra ottica.

**ESERCITAZIONI.**

Esercitazioni di calcolo da svolgere a casa e in aula su argomenti del corso.

**BIBLIOGRAFIA**

S. Benedetto, E. Biglieri, V. Castellani, *Digital transmission theory*, Prentice Hall, 1987 (ed. italiana: *Teoria della trasmissione numerica*, Jackson, 1990).

## N 0370 Automazione industriale

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 84 esercitazioni 56 (settimanali 6/4)

Prof. Antonio Tornambè (Automatica e informatica)

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per l'analisi ed il progetto di sistemi di automazione industriale (ad eventi discreti e ad eventi continui).

### PROGRAMMA

Diversi tipi di automazione industriale.

Dinamica di processi discreti.

Controllo di processi discreti.

Dinamica di processi continui.

Controllo di processi continui.

Strategie di automazione.

Economia della produzione.

Sistemi di assemblaggio.

Sistemi manifatturieri flessibili.

Processi a controllo numerico.

## N 0850 Controllo dei processi

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 20 laboratori 20 (settimanali 4/4)

Prof. Donato Carlucci (Automatica e informatica)

Il corso ha come obiettivo quello di preparare il futuro ingegnere alla progettazione di sistemi di controllo dei processi anche di tipo complesso quali ad esempio il traffico veicolare urbano, una rete elettrica interconnessa, un manipolatore industriale a movimento in coordinate polari, un satellite artificiale. Nel corso vengono esposte le metodologie di controllo in catena chiusa con particolare riguardo sia verso gli aspetti di incertezza sulla conoscenza del processo in esame sia verso gli aspetti di implementazione del progetto.

Il corso si articola in lezioni, esercitazioni e laboratorio incentrato su esempi di progettazione assistita da calcolatore.

REQUISITI. *Teoria dei sistemi e Controlli automatici.*

### PROGRAMMA

Richiami sugli obiettivi del controllo ed esposizione del problema del controllo per sistemi dinamici a molti ingressi e molte uscite (multivariabili).

Descrizione delle tecniche di progetto del controllo per sistemi multivariabili nel dominio della frequenza: sistemi diagonal dominanti ed uso delle bande di Gershgorin; sistemi non dominanti ed uso del teorema di Nyquist; sistemi incerti ed uso combinato delle tecniche conosciute.

Descrizione delle tecniche di progetto del controllo per sistemi multivariabili nel dominio del tempo: tecniche di piazzamento dei poli del sistema in catena chiusa attraverso retroazione delle variabili di stato, algoritmi relativi; tecniche di piazzamento dei poli del sistema in catena chiusa attraverso la retroazione statica e dinamica dell'uscita,

algoritmi relativi; trattamento dell'incertezza e modifiche delle specifiche del controllo per tenere in conto dell'incertezza con cui è noto il processo.

Sistemi a grandi dimensioni: formulazione dei problemi di controllo e descrizione di tecniche di progetto che tengano in conto delle comunicazioni fra sottosistemi.

Controllo gerarchico. Affidabilità, valutazione dei costi *hardware* e *software*.

### ESERCITAZIONI

Sono svolte in aula; in questa sede gli allievi eseguono passo per passo il lavoro di descrizione del processo, di definizione delle specifiche di progetto, di scelta di trasduttori ed attuatori, giungendo al progetto completo.

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

### BIBLIOGRAFIA

Sono disponibili gli appunti del corso scritti dal docente.

## F 1530 Economia ed organizzazione aziendale

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 60 esercitazioni 60 (settimanali 4/4)

Prof. Luigi Prosperetti (Sistemi di produzione ed econ. dell'azienda)

Il corso, dopo alcuni richiami di microeconomia dei mercati, analizza l'azienda sotto il profilo economico (analisi dei costi, bilancio d'esercizio), gestionale (decisioni d'investimento, programmazione e controllo), organizzativo (progettazione di strutture organizzative) e strategico.

### PROGRAMMA

Richiami di microeconomia matematica: costi, prezzi, forme di mercato.

Il bilancio d'esercizio: formulazione, interpretazione e analisi.

Analisi dei costi: contabilità industriale.

Programmazione e controllo di gestione.

Principi di progettazione delle strutture organizzative.

### ESERCITAZIONI

Applicazione di metodi quantitativi alla soluzione di problemi gestionali e discussione di costo.

## N 2630 Impianti di elaborazione

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Silvano Gai (Automatica e informatica)

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

### PROGRAMMA

Enfasi viene data alla progettazione di reti locali e geografiche in ambiente eterogeneo utilizzando i principali protocolli proprietari quali SNA, Decnet e TCP/IP.

Vengono introdotti i criteri di progettazione per il cablaggio strutturale degli edifici, ponendo particolare attenzione all'integrazione tra il mondo dei calcolatori e quello delle telecomunicazioni. Vengono inoltre introdotti criteri di progetto per dorsali geografiche di telecomunicazioni basate su reti TDM e a cella.

Vengono inoltre paragonate soluzioni di basate su elaboratori UNIX e/o su sistemi operativi di rete, quali Novell e LAN Manager, confrontandoli con soluzioni più conservative basate su *mainframe* in termini di costi-benefici.

## N 2850 Informatica grafica

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Aldo Laurentini (Automatica e informatica)

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

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

REQUISITI. *Sistemi di elaborazione 1*

### PROGRAMMA

*Architetture dei sistemi grafici:*

- dispositivi per i sistemi grafici
- dispositivi di visualizzazione
- dispositivi di stampa
- dispositivi per l'input interattivo
- memorie grafiche
- controllori grafici e controllori CRT

*Grafica bidimensionale.*

- Nozioni fondamentali: rappresentazioni geometriche; primitive grafiche; rappresentazioni grafiche; operazioni di base (traslazioni, rotazioni, scalamenti); interfaccia uomo-macchina.

- Algoritmi:  
tracciamento di linee e cerchi; riempimento di aree; *antialiasing*; *dithering*.
- Grafica tridimensionale.*
- Nozioni fondamentali:  
rappresentazione geometrica; operazioni di base (traslazioni, rotazioni, scalamenti); proiezione parallela e prospettica; problematiche (linee e superfici nascoste).
  - Tecniche di rappresentazione tridimensionale:  
modellazione solida; curve e superfici
  - *Rendering*:  
modelli di illuminazione; modelli di ombreggiatura; algoritmi per il *rendering*; colorimetria; tessiture ed *antialiasing*.
- Standard grafici.*
- GKS 2D e 3D,
  - CGM,
  - PHIGS,
  - *Standard per il desk top publishing.*
- Architetture dei sistemi grafici:*
- architetture convenzionali,
  - architetture sistoliche,
  - architetture avanzate.
- Caratteristiche dei sistemi grafici commercializzati:*
- *software* per grafica 2D e 3D
  - *software* per *desk top publishing*,
  - coprocessori grafici,
  - grafica su PC,
  - grafica su *workstation* dedicate,
  - *supercomputer* e reti di elaboratori grafici.

## ESERCITAZIONI

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

## F 3050 Istituzioni di meccanica quantistica

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Carla Buzano (Matematica)

Il corso si propone, partendo dalle conoscenze acquisite nei corsi di *Fisica 1 e 2*, di introdurre gli studenti allo studio della meccanica quantistica e statistica, fornendo le basi concettuali e le tecniche necessarie per seguire con profitto corsi successivi di rilevante contenuto fisico. Ampia parte del corso è dedicata ad applicazioni nel campo della struttura della materia, con particolare attenzione al magnetismo.

### PROGRAMMA

*Cenni di meccanica analitica.*

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

*Meccanica quantistica.*

Breve analisi degli esperimenti che hanno condotto alla formulazione della meccanica quantistica.

Formulazione di Dirac della Meccanica Quantistica:

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

Meccanica ondulatoria.

Applicazioni elementari della meccanica quantistica: oscillatore armonico, buca (barriera) di potenziale rettangolare.

Proprietà generali dei momenti angolari in meccanica quantistica.

Particella in un campo centrale. Atomo di idrogeno.

Lo *spin*. Bosoni e Fermioni.

Sistemi di particelle identiche. Principio di esclusione di Pauli.

Metodi di approssimazione. Teoria delle perturbazioni.

Elementi di meccanica statistica quantistica:

- I postulati della fisica statistica (concetto di *ensemble*, ipotesi ergodica).
- Ensemble microcanonico, canonico, gran canonico.
- Gas di bosoni: statistica di Bose-Einstein. Gas di fermioni: statistica di Fermi-Dirac. Gas classico: statistica di Maxwell-Boltzmann.

Applicazioni nel campo della struttura della materia, variabili di anno in anno, con particolare attenzione al magnetismo (hamiltoniana di *spin*).

## N 4580 Robotica industriale

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 84 esercitazioni 28 (settimanali 6/2)

Prof. Basilio Bona (Automatica e informatica)

Il corso ha l'obiettivo di studiare il problema del controllo dei robot manipolatori industriali. A questo scopo sviluppa il modello cinematico e dinamico dei manipolatori, ne considera i problemi di calibrazione e identificazione dei parametri, fornisce un quadro delle tecniche di pianificazione della traiettoria e infine introduce una serie di metodi di controllo, dal più semplice metodo di controllo a giunti indipendenti sino ai metodi di linearizzazione mediante retroazione nonlineare e cenni sul controllo adattativo e sul controllo di forza.

Lo studente, oltre ad acquisire una conoscenza delle problematiche più specificatamente controllistiche nel settore della robotica, ha l'occasione di vedere applicate ad un'apparecchiatura elettromeccanica complessa molte delle nozioni apprese in altri corsi di automatica.

### REQUISITI

Sono sufficienti: una conoscenza di controlli automatici, acquisita nel corso di *Controlli automatici (speciale ovvero generale)*, ed una conoscenza elementare di cinematica, statica e dinamica, acquisita nei corsi di *Fisica* ovvero di *Meccanica applicata alle macchine*. Può essere utile, ma non strettamente necessario, avere seguito i corsi di *Modellistica e identificazione* e di *Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo*.

### PROGRAMMA

Classificazione dei robot per uso industriale; gradi di libertà e di movimento, catene cinematiche aperte e chiuse.

Rappresentazioni matematiche dell'assetto di un solido (angoli di Eulero, quaternioni, vettori di Rodrigues, etc.).

Rappresentazione cinematica del manipolatore.

Jacobiano del manipolatore.

Statica.

Dinamica: equazioni di Newton-Eulero e di Lagrange.

Pianificazione del movimento.

Controllo a giunti indipendenti.

Controllo a coppia calcolata e a dinamica inversa.

Linearizzazione mediante retroazione nonlineare.

Robustificazione del controllo.

Controllo di forza e controllo ibrido.

Controllo adattativo.

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

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

### BIBLIOGRAFIA

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

È possibile trovare molto del materiale trattato sul testo (in italiano):

Fu, Gonzales, Lee, *Robotica*, McGraw-Hill.

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

## N/F 4850 Sistemi di commutazione

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 66 esercitazioni 22 (settimanali 6/2)

Prof. Guido Albertengo (Elettronica)

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di commutazione sia analogici sia numerici. Partendo dai sistemi di commutazione analogici per uso telefonico si esaminano successivamente i sistemi di commutazione numerici, per giungere infine ai sistemi di commutazione di pacchetto veloce.

### PROGRAMMA

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 e non strettamente non-bloccanti: teoremi di Clos e di Slepian-Daguid. Reti di concentrazione e reti di copia.

La rete a larga banda integrata nei servizi (B-ISDN). Possibili tecniche realizzative della rete B-ISDN. L'interfaccia utente della rete B-ISDN.

La commutazione di pacchetto. Commutatori veloci di pacchetto. Architetture di commutatori veloci di pacchetto ed analisi delle loro prestazioni. La tecnica ATM. Le funzionalità di un commutatore veloce di pacchetto per ATM. Uso di commutatori ATM per reti B-ISDN.

Richiamo delle principali reti di calcolatori metropolitane (MAN) e locali (LAN). L'interconnessione di reti LAN/MAN. Uso della rete B-ISDN per interconnessione di LAN/MAN. Uso di reti private ATM per interconnessione LAN/MAN (LATM).

Tecniche semplificate di commutazione veloce di pacchetto: l'instradamento a deflessione. Struttura del commutatore ed architettura della rete a deflessione. Segmentazione e ricostruzione di messaggi in una rete a deflessione.

### BIBLIOGRAFIA

J.H. Hui, *Switching and traffic theory for integrated broadband networks*, Kluwer.

J.R. Boucher, *Voice teletraffic system engineering*, Artech House.

# N 4881 Sistemi di elaborazione 1

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Marco Mezzalama (Automatica e informatica)

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

REQUISITI. *Sistemi operativi.*

## PROGRAMMA

*Aritmetica del calcolatore:*

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

*Architetture dei sistemi a microprocessore:*

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

Progetto di memorie: DRAM; *cache*; rilevamento e correzione di errori.

Metodologie di gestione dei periferici (*polling*, *interrupt*, DMA, etc).

Progetto di interfacce: I/O *standard*; *video controller*; *disk controller*.

*Grafica:*

struttura ed organizzazione di video *raster*; modalità di interfacciamento e di gestione.

*La struttura dei personal computer:*

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

*I bus di sistema:*

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

*Architetture multiprocessore:*

le diverse tipologie di interconnessione tra processori; realizzazione di strutture a *bus* comune; integrazione tra sistema operativo e struttura *hardware*; il problema dell'arbitraggio; la gestione della memoria; *multitasking*.

*Unità aritmetiche e filtraggio digitale:*

- algoritmi di moltiplicazione, divisione, radice quadrata, etc. e loro implementazione *hardware* e *software* (nel caso di micro-processori), con valutazione delle relative prestazioni; progetto dei filtri digitali (IIR, FIR in forma diretta e canonica).

*Progetto di architetture non convenzionali:*

architetture microprogrammate e/o microprogrammabili.

## ESERCITAZIONI

Le esercitazioni vertono sullo sviluppo di progetti specifici nel campo dei sistemi a microprocessori. Le esercitazioni di laboratorio sono orientate allo sviluppo di *hardware* e *software* per microprocessori e all'uso di sistemi orientati alla grafica.

## BIBLIOGRAFIA

E. Srauss, *Inside the 80286*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986.

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

Tannenbaum, *Structured computer organization*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1990.

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

## F 4900 Sistemi di radiocomunicazione

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 84 esercitazioni 28 laboratori 4 (settimanali 6/2)

Prof. Ermanno Nano (Elettronica)

Il corso, di carattere applicativo, ha la finalità di trattare i sistemi di radiodiffusione sonora e televisiva. La prima parte è dedicata alla presentazione dei vari sistemi di trasmissione usati, all'esame dei ricevitori sonori e televisivi ed ai metodi di misura delle loro principali caratteristiche. Seguono alcune nozioni sugli impianti d'antenna centralizzati e sulla ricezione della radiodiffusione diretta da satellite. La seconda parte riguarda i problemi di compatibilità elettromagnetica inerenti la protezione della radiodiffusione e norme relative.

Alle lezioni fanno seguito esercitazioni di calcolo.

REQUISITI. Si consiglia di aver seguiti i corsi di *Comunicazioni elettriche*.

### PROGRAMMA

#### *Prima parte*

Sistemi di radiodiffusione sonora in monofonia e stereofonia a modulazione di ampiezza e di frequenza, filodiffusione, trasmissione dati (RDS). I ricevitori sonori. Sistemi di radiodiffusione televisiva monocromatica ed a colori, terrestre (NTSC, PAL, SECAM) e diretta da satellite. I ricevitori televisivi. Impianti centralizzati d'antenna. Misure sui ricevitori e norme internazionali relative (IEC), segnali di prova.

#### *Seconda parte*

Protezione della radiodiffusione. Norme di compatibilità elettromagnetica internazionali (CISPR) ed europee (CENELEC), direttiva CEE. Tipi di radiodisturbi, loro spettri di frequenza ed effetto sulle ricezioni sonore e televisive. Metodi di misura delle tensioni, potenze e campi di disturbo. Limiti di emissione prescritti. Misuratore CISPR di radiodisturbi ed analizzatori di spettro. Misure dell'immunità dei ricevitori ai radiodisturbi irradiati e convogliati.

### ESERCITAZIONI

Esercizi di calcolo su ricevitori e impianti d'antenna. Esempi di calcolo di previsioni delle interferenze e di verifica delle metodologie di misura dei radiodisturbi.

### LABORATORI

Dimostrazioni di misure sui ricevitori, spettri di segnali di prova. Misure di radiodisturbi con analizzatore di spettro. (Nota: la possibilità di fare esercitazioni di laboratorio è vincolata al numero di iscritti al corso).

### BIBLIOGRAFIA

E. Nano, *Dispense di radiotecnica*.

E. Nano, *Compatibilità elettromagnetica*, Boringhieri, 1979.

(Nota: i testi suddetti sono in corso di aggiornamento).

## **N 5050      Sistemi per la progettazione automatica**

Anno:periodo 5:1 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Paolo Prinetto (Automatica e informatica)

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

**REQUISITI.** *Reti logiche.*

### **PROGRAMMA**

*Metodologie di progetto a livello sistema.*

*Simulazione:*

- Linguaggi per la descrizione dello hardware.
- Tecniche di simulazione di macchina buona.
- Tecniche di simulazione di macchina guasta.

*Le varie fasi del collaudo:*

- Analisi dei costi.
- Tecniche di generazione delle sequenze di collaudo.
- Le macchine per il collaudo.

*Metodologie di progettazione orientate al collaudo.*

*Sintesi automatica.*

*Verifica formale.*

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

## F 5750 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica

Anno: periodo 5:1 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 laboratori 28 (settimanali 4/2/2)

Prof. Giovanni Emilio Perona (Elettronica)

### PROGRAMMA

Radiazione elettromagnetica ed elementi di radiometria. Interazione della radiazione con la superficie terrestre e con l'atmosfera (fenomeni di riflessione, *scattering*, assorbimento ed emissione). Teoria del trasferimento radiativo.

Diagnostica elettromagnetica: proprietà degli oggetti e loro firme spettrali.

Sistemi satellitari impiegati per l'osservazione del territorio e il monitoraggio ambientale.

Sensori e strumenti per piattaforme mobili e per stazioni a terra:

- sensori e strumenti passivi (radiometri, *scanner* multispettrali, ...)
- sensori e strumenti attivi (radar-altimetri, radar ad apertura sintetica, LIDAR, radar meteorologici, interferometria DOASS, ...)

Elementi di geodesia e cartografia. Problematiche di georeferenziazione. Correzioni geometriche.

Correzioni atmosferiche.

Interpretazione ed elaborazione di immagini telerilevate. Estrazione delle informazioni. Problematiche di classificazione.

Sistemi informativi territoriali (Geographical Information System): integrazione di dati cartografici, territoriali e telerilevati.

Casi di studio esemplificativi: riconoscimento dei vari tipi di copertura della superficie terrestre, monitoraggio delle colture agricole, sfruttamento delle risorse naturali, meteorologia, analisi dell'atmosfera, controllo dell'inquinamento, ...

Ogni argomento presentato durante le lezioni verrà illustrato con esempi applicativi. Particolare enfasi verrà data alle applicazioni di tipo ambientale.

### ERCITAZIONI E LABORATORIO

Le esercitazioni in aula saranno propedeutiche a quelle effettuate sul calcolatore durante le ore di laboratorio. Rilievo particolare sarà dato alla risoluzione di alcuni problemi pratici; a questo fine saranno messi a disposizione degli studenti, per successive elaborazioni, diversi tipi di dati satellitari (provenienti dalle piattaforme SPOT, MOS, LandSat, MeteoSat, TIROS, SeaSat, ERS-1, Soyuz, ...)

### BIBLIOGRAFIA

- C. Elachi, *Introduction to the physics and techniques of remote sensing*, Wiley, 1979.  
 P. Cracknell, L.W.B. Hayes, *Introduction to remote sensing*, Taylor & Francis.

## F 0030 Acustica applicata

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 70 esercitazioni 30 laboratori 50 (settimanali 4/2)

Prof. Alfredo Sacchi (Energetica)

Scopo del corso è di fornire gli elementi per la progettazione o per gli interventi di carattere acustico nelle sale per audizioni, negli stabilimenti industriali, nelle zone aeroportuali o soggette ad inquinamento acustico per il traffico autostradale; di mostrare le modalità di misure acustiche e dosimetriche.

REQUISITI. *Fisica I, Elettrotecnica.*

### PROGRAMMA

1. Conformazione orecchio.
2. Definizioni delle grandezze acustiche: pressione, frequenza, intensità, livello, resistenza acustica. Suoni puri e composti, ottave, spettri in frequenza suoni impulsivi.
3. Rumori. Curve NC. Diagrammi Zwicker, Stevens, Kryter. Norme ISO.
4. Danni all'apparato uditivo. Diagrammi di Glorig, Ward e Nixon.
5. Acustica degli ambienti.
 

Assorbimento acustico materiali. Definizioni. Materiali porosi. Lastre vibranti pannelli forati.

Isolamento acustico. Definizioni. Sorgenti di rumore. Pareti omogenee e pareti multistrati. Isolamento delle strutture. Piccoli ambienti.

Il campo acustico. Modi propri di vibrazione. La riverberazione acustica. Tempo convenzionale di riverberazione. Tempo ottimo di riverberazione. Correzione acustica delle sale. Grandi ambienti. Volte ortofoniche per teatri chiusi e all'aperto. Realizzazione pratiche. Modelli di ambienti.
6. Acustica degli ambienti industriali.
 

Rumori e vibrazioni prodotti dalle macchine. Rumori a spettro continuo a componenti discrete. Rumori impulsivi. Sorgenti di rumore. Fonti di rumore. Riduzione della potenza acustica emessa.

Isolamento acustico. Isolamento acustico delle pareti. Isolamento delle macchine. Isolamento degli impianti. Artifici per la diminuzione delle potenze emesse. Soluzioni tecniche e costruttive.
7. Misure e rilievi acustici.
 

Apparecchi di rilievo acustico: fonometro, spettrometro, registratore, generatore di segnali, analizzatore statistico.

Misura di: livello acustico di un suono, spettro di un rumore, livello acustico di un rumore, assorbimento acustico isolamento acustico, tempo di riverberazione, rumore di calpestio. Sperimentazione su modelli.
8. Impianti di diffusione.
 

Microfono. Sistemi di riproduzione (dischi, nastri magnetici e dispositivi fotoelettrici). Amplificatori. Altoparlanti. Disposizioni generali degli impianti. Sistemi stereofonici. Adattamento degli impianti di diffusione agli ambienti.

### ESERCITAZIONI

Correzione acustica di una sala. Isolamento acustico di locali e macchine in ambienti industriali. Progetto di cassa acustica.

Esercitazioni particolari differenziate secondo le specializzazioni.

LABORATORI. Analisi del suono. Isolamento acustico fra ambienti. Tempo di riverberazione di una sala. Misure di rumore industriale.

### BIBLIOGRAFIA

Brunelli, Codegone, *Corso di fisica tecnica. Vol. 5.*

Barducci, *Elettroacustica.*

## N 0390 Azionamenti elettrici per l'automazione

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 60 laboratori 20 (settimanali 6)

Prof. Alfredo Vagati (Ing. elettrica industriale)

Il corso analizza in particolare gli azionamenti elettrici adatti al controllo di posizione e, più in generale, le soluzioni di azionamento classiche e innovative, tipiche delle macchine utensili a controllo numerico, della robotica e dell'automazione industriale di tipo sofisticato. Viene data particolare enfasi alle soluzioni applicate industrialmente e alle relative problematiche d'impiego.

### PROGRAMMA

Strutture di controllo per azionamenti ad alte prestazioni. *Cascade control*. Funzionamento in presenza di saturazione. Effetto del *ripple* del trasduttore meccanico. Impiego di osservatori per il controllo robusto e la compensazione del disturbo additivo. Servo-motori in corrente continua. Struttura del servo-motore e materiali magnetici permanenti impiegati. Sovraccaricabilità termica e magnetica.

Convertitore elettronico di potenza per servoazionamenti in corrente continua (*chopper*). Struttura a quattro quadranti. Tecniche di comando e tecniche di modulazione. Perdite dovute alla regolazione *switching*. Bilancio energetico.

Componenti elettronici di potenza impiegati negli azionamenti in oggetto (BJT, MOSFET, IGBT). Problematiche di commutazione. Perdite. Esigenze di pilotaggio. Commutazione non assistita e assistita.

Servomotori *brushless* (sincroni a magneti permanenti). Caso "trapezio". Problemi costruttivi. Modellistica, analisi della commutazione tra fasi. Struttura di controllo (di coppia). Sensori. Caso "sinusoidale". Problemi costruttivi, modellistica (caso di rotore isotropo e anisotropo). Struttura di controllo vettoriale (di coppia), sensori.

Convertitore elettronico di potenza per servoazionamenti in corrente alternata (*inverter* modulato). Struttura. Tecniche di modulazione vettoriale. Problematiche tipiche del caso trifase.

Motori a induzione controllati mediante "orientamento di campo". Modellizzazione, principio di controllo. Esigenza di osservazione dello stato. Tipologie di controllo impiegate industrialmente.

Motori a riluttanza (sincroni) ad alta anisotropia. Principio di funzionamento e particolarità costruttive. Problematiche di controllo. Campi di possibile impiego.

Confronto di prestazioni e di costi tra le diverse soluzioni di azionamento su citate e opportunità d'impiego nei diversi settori dell'automazione industriale.

LABORATORI. Verranno svolte esercitazioni pratiche su uno o più sistemi di azionamento, tra quelli citati.

### BIBLIOGRAFIA

Dato il carattere strettamente applicativo del corso e la relativa novità di alcuni argomenti non è possibile consigliare un testo *ad hoc*.

## F 0760      **Compatibilità elettromagnetica**

Anno:periodo 5:2    Impegno (ore): lezioni 50 esercitazioni 30    (settimanali 6/2)

Prof. Vito Daniele (Elettronica)

La compatibilità elettromagnetica (EMC) è una disciplina la cui importanza aumenta con lo sviluppo dei sistemi elettrici ed elettronici che coinvolgono frequenze sempre più elevate. Essa fornisce i concetti di base e le metodologie per analizzare e ridurre gli effetti dei disturbi elettromagnetici su tali sistemi.

REQUISITI. È richiesta una buona conoscenza di elettromagnetismo e pertanto è necessario aver superato i corsi di *Elettrotecnica* e di *Campi elettromagnetici*. Lo studente deve anche aver seguito i corsi di *Elettronica* e di *Analisi matematica 3*.

### PROGRAMMA

Introduzione.

Linee di trasmissione scalari e vettoriali.

Interfacce elettriche.

Interfacce meccaniche.

Schermature.

Cavi e connettori.

Sorgenti di interferenza.

Strumentazione di misura.

Cenni alle normative.

### BIBLIOGRAFIA

B. Audone, L. Bolla, *Principi di compatibilità elettromagnetica*, (ALENIA Technical Reports), 1992.

C.R. Paul, *Introduction to electromagnetic compatibility*, Wiley, 1992.

P.A. Chatterton, M.A. Houlden, *EMC*, Wiley, 1992.

H.W.Ott, *Noise reduction techniques in electronic systems*, Wiley, 1988.

K.S.H. Lee (ed.), *EMP interaction: principles, techniques and reference data*, Hemisphere, 1986.

## F 1740 Elettronica delle telecomunicazioni

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 65 esercitazioni 14 laboratori 42 (settimanali 5/1/3)

Prof. Dante Del Corso (Elettronica)

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

**REQUISITI.** *Teoria dei circuiti elettronici, Elettronica applicata, Comunicazioni elettriche.*

### PROGRAMMA

Transistori fuori linearità, limitatori, moltiplicatori di frequenza.

Amplificatori per ampio segnale, a larga banda ed accordati.

Oscillatori sinusoidali.

Filtri attivi con amplificatori operazionali.

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

Integrazioni di circuiti analogici.

Anelli ad aggancio di fase.

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

Convertitori A/D e D/A per uso telefonico. Convertitori logaritmici, differenziali a sovracampionamento.

Cenni su modulatori e demodulatori per informazioni numeriche (*modem*).

Realizzazione di piccoli sistemi digitali con logiche programmabili.

Strutture per trasferimenti di informazione di tipo parallelo e seriale, sincrone ed asincrone. Tecniche e circuiti di sincronizzazione per trasmissione seriale. *Standard* di collegamento seriale.

### ESERCITAZIONE

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

### LABORATORI

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

### BIBLIOGRAFIA

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

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

M. Gardner, *Phase lock techniques*, Wiley, 1979.

D. Del Corso, H. Kirmann, J.D. Nicoud, *Microcomputer buses and links*, Academic Press, 1986. (Ed. italiana: Addison Wesley, Masson, 1992).

S. Franco, *Amplificatori operazionali e circuiti integrati analogici*, Hoepli, 1992.

## F 1940 Fisica dei laser

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 72 esercitazioni 24 (settimanali 6/2)

Prof. Mario Vadacchino (Fisica)

Il corso mira a fornire i mezzi per trattare tutti gli aspetti nei quali sia importante tenere in considerazione la natura quantistica del campo elettromagnetico. Si tratta di aspetti che, pur avendo un grande interesse per la ricerca fondamentale, costituiscono la base di funzionamento di molti congegni di grande interesse tecnico, quali i laser, gli amplificatori parametrici, il *computer* ottico.

**REQUISITI.** È necessaria una matura ed approfondita conoscenza dei contenuti del corso *Istituzioni di meccanica quantistica*.

### PROGRAMMA

Introduzione alla meccanica quantistica in seconda quantizzazione.

Dinamica dei sistemi quantistici.

L'operatore densità e la *master equation*.

L'equazione di Langevin e quella di Fokker-Planck.

Quantizzazione del campo elettromagnetico e l'interazione con la materia.

Funzioni di coerenza: classiche e quantistiche.

Gli stati coerenti e quelli "schiacciati".

Teorie classiche, semiclassiche e quantistiche del laser.

Teoria semiclassica, equazioni di Maxwell-Bloch.

Il modello di Jaymes-Cummings.

Gli oscillatori ottici parametrici e i *four-wave*.

La bistabilità ottica.

### ESERCITAZIONI

Le esercitazioni consisteranno nello sviluppo teorico approfondito di applicazioni.

### BIBLIOGRAFIA

W.H. Louisell, *Quantum statistical properties of radiation*, Wiley, New York, 1973.

R. Loudon, *The quantum theory of light*, Clarendon, Oxford, 1984.

M. Sargent, M.O. Scully, W.E. Lamb jr., *Laser physics*, Addison-Wesley, Reading (Mass.), 1973.

## N/F 2860 Informatica industriale

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Marco Mezzalama (Automatica e informatica)

### PROGRAMMA

*Organizzazione aziendale.*

Testi. Evoluzione delle teorie organizzative. Criteri organizzativi e organigrammi. Modelli di aziende. Aziende pubbliche e private, manifatturiere e di servizio. Macro-elementi gestionali.

*Il sistema informativo.*

*Il project management.* Il sistema informativo "informale". Sistemi informativi formali. I tipi di progetto.

*Lo sviluppo di un sistema informativo (MIS).*

Cos'è e come si pianifica un MIS. *Check-up* di un sistema informativo. *System design.*

*La gestione del sistema informativo.*

Sistema tradizionale (*mainframe*). Sistemi distribuiti. Sistemi *unattended.*

*Security.*

*Security logica. Security fisica. Disaster recovery.*

## N 2942 Ingegneria del software 2

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Silvano Gai (Automatica e informatica)

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

### PROGRAMMA

*Il processo di produzione del software*

Livelli di maturità del processo; pianificazione e controllo; stima dei costi; i modelli di processo (PM); sistemi di supporto al PM.

*La gestione delle configurazioni e delle versioni*

*Convalida e verifica*

Analisi statica e dinamica; esecuzione simbolica; metriche di qualità.

*La manutenzione e il reverse-engineering*

*Programmazione orientata agli oggetti del secondo ordine*

Classi e metaclassi; sistemi riflessivi.

*Lo standard OMG (object management group)*

*Analisi comparata di linguaggi di programmazione ad oggetti: C++, SmallTalk, Eiffel, CLOS.*

*Le basi di dati orientate agli oggetti*

Il concetto di persistenza; schemi e loro evoluzioni; esempi di basi di dati ad oggetti.

### ESERCITAZIONI

Progetto a gruppi su un problema reale: analisi & design; codifica; manuale utente; test.

### BIBLIOGRAFIA

C. Ghezzi [et al.], *Ingegneria del software, progettazione, sviluppo e verifica*, Mondadori Informatica, 1991.

Ian Sommerville, *Software engineering*, 4th ed., Addison Wesley, 1992.

C. Booch, *Object oriented design with application*, Benjamin-Cummings, 1991.

# N 3000 Intelligenza artificiale

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Elio Piccolo (Automatica e informatica)

Il corso si propone di illustrare le problematiche relative connesse all'intelligenza artificiale e le relative metodologie. I temi fondamentali riguardano i modelli base del comportamento intelligente, la costruzione di macchine che li simulino, la rappresentazione della conoscenza, i limiti per cui l'intelligenza è descritta dalla valutazione di regole, dall'inferenza, dalla deduzione e dal computo di *pattern*. Si prenderanno in esame le architetture dei sistemi di apprendimento e come essi rappresentano la loro conoscenza del mondo esterno. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente si impratichirà nell'uso di linguaggi non-algoritmici, quali LISP, Prolog ed OPS5, di *shell* di sistemi esperti e di altri strumenti di intelligenza artificiale.

## PROGRAMMA

Strategie per la risoluzione di problemi:

- soluzioni nello spazio degli stati
- soluzione per decomposizione in sotto-problemi
- ricerca in ampiezza, profondità e mediante euristica

Logica: monotona, non monotona, *fuzzy*

- la logica proposizionale
- la logica del primo ordine
- la logica di ordine superiore
- le logiche modali e temporali
- procedure di decisione
- *fuzzy logic*

Rappresentazione della conoscenza:

- le reti semantiche
- le regole di produzione
- i *frame*
- gli approcci ibridi
- confronti in termini di espressività, potere deduttivo, applicabilità
- modelli di ragionamento e di apprendimento: incerezza, inferenza bayesiana, *belief*
- architetture che imitano i sistemi biologici: reti neurali, connessionismo, memoria distribuita sparsa.

Sistemi basati sulla conoscenza:

- i sistemi esperti: problematiche e classificazioni, con particolare riguardo alle applicazioni degli stessi in ambiti tecnico-ingegneristici: apprendimento automatico; interfaccia utente nell'ambito dei sistemi basati sulla conoscenza: modelli sintattici e semantici per la comprensione del linguaggio naturale, traduzione automatica
- cenni di robotica: cinematica e dinamica del moto dei robot e modelli del mondo esterno per i robot

Linguaggi non-procedurali:

- i linguaggi funzionali, con particolare attenzione al LISP
- i linguaggi logici, con particolare attenzione al Prolog

Riconoscimento e comprensione:

- tecniche di riconoscimento di configurazioni (*template matching*, approccio statico e sintattico)
- il riconoscimento delle immagini
- il riconoscimento del parlato.

**ESERCITAZIONI E LABORATORI**

Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione, legati ad applicazioni tecnico-ingegneristiche: tecniche per la valutazione di regole; tecniche facenti uso di sistemi esperti in domini ristretti e *shell* di sistemi esperti; sistemi di riconoscimento del linguaggio; reti neuroniche; giochi intelligenti; riconoscitori di immagini o di parlato.

**N/F 3070 Linguaggi e traduttori**

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Silvano Rivoira (Automatica e informatica)

Lo scopo del corso è di illustrare i principi teorici e le tecniche pratiche per il progetto dei compilatori. Una parte del corso è dedicata all'analisi delle caratteristiche dei moderni linguaggi di programmazione e alla presentazione delle tecniche di progetto del *software*.

REQUISITI. (INF) *Calcolatori elettronici*.

**PROGRAMMA**

Introduzione ai compilatori.

Teoria dei linguaggi formali.

Automi a stati finiti. Analisi lessicale. Progetto di un analizzatore lessicale.

Analisi sintattica *top-down* e *bottom-up*: *parser* LL(1), *parser* in discesa ricorsiva e *parser* LR(1).

Trattamento degli errori sintattici.

Progetto di un analizzatore sintattico.

Grammatiche ad attributi.

Organizzazione della memoria

Tabella dei simboli. Formato intermedio dei programmi.

Analisi semantica. Traduzione in codice intermedio dei costrutti dei linguaggi di programmazione tipo Pascal e C.

Ottimizzazione del codice intermedio

Generazione del codice oggetto.

Caratteristiche dei linguaggi moderni di programmazione.

**ESERCITAZIONI**

Le esercitazioni illustrano la risoluzione di problemi di analisi lessicale, sintattica o semantica, di generazione del codice intermedio o del codice oggetto, relativamente ai costrutti dei linguaggi di programmazione tipo Pascal e C. Lo sviluppo di progetti, su calcolatori VAX e su *personal computer*, consente agli allievi di mettere in pratica le nozioni apprese nel corso.

**BIBLIOGRAFIA**

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

**F 3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure**

Anno:periodo 5:2

Prof. Sigfrido Leschiutta (Elettronica)

[NdR: informazioni dettagliate sul corso non pervenute in tempo per la stampa]

## F 4360 Propagazione

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 90 esercitazioni 50 (settimanali 6/4)

Prof. Giovanni Emilio Perona (Elettronica)

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

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

**REQUISITI.** È richiesta la conoscenza delle nozioni di elettromagnetismo insegnate nel corso di *Campi elettromagnetici*.

### PROGRAMMA

#### Parte descrittiva.

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

Cenni sulle onde piane omogenee e non omogenee.

Espressioni di campo elettromagnetico a grande distanza dalle sorgenti.

*Scattering* da superfici e da disomogeneità dell'indice di rifrazione.

#### Parte applicativa.

Propagazione troposferica: indice di rifrazione dell'atmosfera terrestre, equazioni dell'ottica geometrica, *ducting* troposferico, propagazione in presenza di pioggia e nebbia, ...

Propagazione ionosferica: indice di rifrazione nei plasmi, la ionosfera terrestre, effetti sulla propagazione delle onde radio.

Effetti propagativi sui sistemi di telecomunicazione:

- Ponti radio analogici e digitali nelle applicazioni telefoniche; effetti della superficie terrestre sui collegamenti e relative modellizzazioni.
- Radar: specifiche tecniche, esempi di applicazioni, cenni di radarmeteorologia.
- Effetti troposferici e ionosferici sui segnali GPS (*global positioning system*), modelli per correzione, ecc.
- Cenni sui sistemi radiomobili analogici e digitali, sistemi cellulari e problemi dovuti alla propagazione.
- Radar ad apertura sintetica: specifiche tecniche ed esempi di applicazione.

### ESERCITAZIONI

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

### BIBLIOGRAFIA

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

Libri di utile consultazione sono:

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

Skolnik, *Radar handbook*.

Budden, *The propagation of radiowaves*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1985.

## F 4840 Sistemi di analisi finanziaria

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 52 esercitazioni 52 (settimanali 4/4)

Prof. Piercarlo Ravazzi (Sistemi di produzione ed econ. dell'azienda)

Finalità del corso è l'analisi critica della teoria della finanza manageriale e l'apprendimento dei metodi di analisi finanziaria. Una particolare attenzione sarà rivolta anche agli aspetti giuridici.

REQUISITI. Gli strumenti di base dell'algebra e del calcolo differenziale ed i fondamenti di economia e statistica.

### PROGRAMMA

1. Strumenti e organizzazione del mercato finanziario.
2. Strumenti e regolamentazione dei mercati finanziari italiani (disciplina ed organizzazione dei mercati di capitale di rischio e di credito; i modelli giuridici delle tecniche di eterofinanziamento; i modelli giuridici delle tecniche di autofinanziamento).
3. La teoria manageriale della finanza e la critica alla teoria neoclassica.
4. Metodi di analisi e simulazione finanziaria (l'analisi finanziaria tradizionale; l'analisi finanziaria manageriale; la simulazione finanziaria su computer mediante il SIM, Sistema Integrato Manageriale).

### ESERCITAZIONI

Applicazione dei metodi quantitativi alla soluzione di problemi economici.

### BIBLIOGRAFIA

M. Gallea, *Appunti sugli strumenti e l'organizzazione del mercato finanziario* (distribuiti durante le lezioni).

G. Di Chio, *Appunti di diritto dei mercati finanziari* (distribuiti durante le lezioni).

P. Ravazzi, *Produzione e finanza nell'impresa manageriale*, Il Mulino, 1990.

P. Ravazzi, *Un modello integrato di analisi e simulazione per l'impresa manageriale*, Giappichelli, 1991.

## N 4882 Sistemi di elaborazione 2

Anno:periodo 5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 2

Prof. Angelo Raffaele Meo (Automatica e informatica)

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

REQUISITI. *Sistemi di elaborazione 1.*

**PROGRAMMA***I grandi elaboratori (mainframe):*

le loro architetture, i sistemi operativi più diffusi, le linee di prodotto più importanti del mercato.

*I minielaboratori di fascia alta:*

le loro architetture, i sistemi operativi più diffusi, le linee di prodotto più importanti; un esempio importante: la linea Digital.

*Le architetture distribuite e le reti di interconnessione.**Strumenti di analisi per la valutazione delle prestazioni:*

modelli analitici basati sulle reti di code, metodi basati sulla simulazione di sistemi discreti.

**ESERCITAZIONI E LABORATORI**

Verranno svolti progetti di sistemi distribuiti di elaboratori.

**F 4920 Sistemi di telecomunicazione**

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 56 esercitazioni 28 laboratori 28 (settimanali 4/2/2)

Prof. Mario Pent (Elettronica)

Il corso si propone di presentare, attraverso lo studio di alcuni casi significativi, le metodologie di approccio sistemistico generalmente adottate nel campo delle telecomunicazioni. In particolare verranno esaminati i sistemi radar, i ponti radio numerici e i satelliti per telecomunicazioni. Elemento comune ai vari sistemi presi in esame è l'ambiente operativo (radiopropagazione) caratterizzato da interferenze di varia natura, per cui emergono dominanti i problemi relativi alla coesistenza fra sistemi e allo sfruttamento razionale di risorse condivise.

**PROGRAMMA***Sistemi radar primari.*

L'equazione del radar; portata; risoluzione in distanza e risoluzione angolare. Funzione di ambiguità. Segnali radar "sofisticati".

*Sistemi radar secondari.*

Il trasponditore. Equazioni fondamentali. Fenomeni di *garble e fruit*.

*Ponti radio numerici.*

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

*Sistemi numerici via satellite.*

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

**BIBLIOGRAFIA**

M. Skolnik, *Introduction to radar systems*, McGraw-Hill, 1975.

P. Panter, *Communication systems design*, McGraw-Hill, 1972.

Spilker, *Digital communication satellites*, Prentice Hall, 1977.

## F 5012 Sistemi informativi 2

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore settimanali): lezioni 6 esercitazioni 4 laboratori 2

Prof. Angelo Serra (Automatica e informatica)

Il corso si prefigge di fornire informazioni approfondite sull'architettura dei sistemi di elaborazione, sull'organizzazione del *software*, con particolare riferimento al sistema operativo ed alle basi di dati, e di introdurre le problematiche relative al progetto dei sistemi informativi aziendali.

REQUISITI. *Sistemi informativi 1.*

### PROGRAMMA

#### 1. Architettura.

Complementi di architettura, linguaggio macchina e assembler di un sistema di elaborazione della serie Intel 80x86.

Gestione dei periferici: interruzione e accesso diretto in memoria (DMA).

Supporti *hardware* per la gestione del sistema operativo: gestione della memoria, protezione delle informazioni.

Cenni alla architettura di tipo DSP per l'elaborazione numerica dei segnali ed alle loro applicazioni nel campo delle telecomunicazioni.

#### 2. Sistema operativo.

(Con particolare riferimento alla macchina virtuale usata dallo sviluppatore di programmi sequenziali o concorrenti in linguaggio C sotto UNIX e/o VMS).

Cenni sulla struttura interna di un sistema operativo.

Processi sequenziali, concorrenti, primitive di sincronizzazione fra processi.

Gestione di risorse critiche.

Gestione della memoria.

Gestione dei *file*.

#### 3. Basi di dati e cenni di ingegneria del software.

La rappresentazione concettuale dei dati: modello E-R per i dati e analisi funzionale per l'analisi delle applicazioni sui medesimi.

Il modello relazionale dei dati: l'algebra relazionale; il calcolo relazionale sui domini e sulle tuple; il linguaggio SQL; il progetto delle relazioni; teoria della normalizzazione.

Sistemi di basi di dati (DBMS).

La gestione delle basi di dati.

La gestione delle transazioni.

Il trattamento della concorrenza.

Analisi di un DBMS relazionale e sue applicazioni a progetti di semplici sistemi informativi.

Progettazione *top-down* del *software* dal modello concettuale al programma C - *embedded SQL*.

Il ciclo di vita del software e cenno ai modelli e agli strumenti CASE per l'automazione di alcune fasi della produzione manutenzione del software.

#### 4. Linguaggio Fortran.

ESERCITAZIONI E LABORATORI. Esercitazioni su elaboratori del tipo *personal computer* o *mini*elaboratori UNIX o VAX.

### BIBLIOGRAFIA

Batini, Ceri, Navathe, *Conceptual database design*, Benjamin-Cummings, 1992.

J. Date, *An introduction to database systems*, 5th ed., Addison-Wesley, 1990.

Tesato, Zicari, *Sistemi operativi 2*, CLUP, Milano, 1988.

Il testo sull'architettura verrà indicato all'inizio del corso.

## N 5260      Strumentazione e misure elettroniche

Anno: periodo 5:2    Impegno (ore): lezioni 60 laboratori 60 (settimanali 4/4)

Prof. Umberto Pisani (Elettronica)

Il corso è rivolto agli allievi ingegneri che intendono familiarizzare con i moderni sistemi di misura controllati da elaboratori elettronici. Saranno esaminate inoltre le problematiche connesse all'acquisizione dati mediante sistemi su scheda, e su moduli integrati in sistemi automatici di collaudo (ATE).

**REQUISITI.** Sono date per scontate le conoscenze dei fondamenti della misurazione, della teoria degli errori, e dei metodi e strumenti di base delle misure elettroniche.

### PROGRAMMA

L'interfaccia *standard* IEEE 488: generalità, architettura, caratteristiche meccaniche elettriche e funzionali, aspetti operativi e standardizzazione dei codici e formati (*standard* IEEE 488.2).

Strumentazione per sistemi di misura automatici: oscilloscopi digitali e analizzatori di onda: generatori di funzioni, sinusoidali e sintetizzatori; analizzatori logici: analizzatori di reti; analizzatori di spettro; alimentatori programmabili.

Standard CAMAC per strumentazione e controllo di processi.

L'interfaccia seriale HP-IL.

Cenni sul *bus* VME e strumentazione VXI.

L'acquisizione di segnali analogici: caratteristiche e principi di funzionamento dei sensori più diffusi, condizionamento e linearizzazione.

Acquisizione multicanale: aspetti progettuali, circuiti di campionamento e conversione A/D, sorgenti di incertezze, di disturbi e tecniche per la riduzione degli effetti, disposizione delle masse.

Schede multifunzionali di I/O per segnali analogici e digitali su *personal computer*.

Sistemi automatici di collaudo (ATE) di schede elettroniche: generalità, strategie di collaudo e tecniche adottate, architetture.

### ESERCITAZIONI.

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

### BIBLIOGRAFIA

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

Edelektron (ed.), *Metodi di interfacciamento*.

M.G. Mylroi, G. Calvert, *Measurement and instrumentation for control*, Peregrinus (IEE).

## F 5870 Teoria dell'informazione e codici

Anno: periodo 5:2 Impegno (ore): lezioni 84 (settimanali 6)

Prof. Michele Elia (Elettronica)

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

**REQUISITI:** È indispensabile una buona conoscenza dei corsi di *Teoria dei segnali* e di *Comunicazioni elettriche*.

### PROGRAMMA

Misura dell'informazione ed entropia.

Teoremi fondamentali su natura e processamento dell'informazione.

Sorgenti di informazione, il teorema della codifica di sorgente, particolari codici di sorgente.

Modello matematico di canale e calcolo della capacità.

Teorema della codifica di canale.

Teoria dei codici a blocco, decodifica algebrica e calcolo delle prestazioni sul canale binario simmetrico.

Complessità computazionale dei decodificatori e dei decodificatori.

Crittografia nella trasmissione dell'informazione.

### BIBLIOGRAFIA

R.J. McEliece, *The theory of information and coding*, Addison-Wesley, Reading (Mass.), 1977.

F.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane, *The theory of error-correcting codes*, Elsevier, New York, 1976.

H. van Tilborg, *An introduction to Cryptology*, Kluwer, Boston, 1988.

R.E. Blahut, *Theory and practice of error control codes*, Addison-Wesley, Reading (Mass.), 1983.

A. Borodin, I. Munro, *The computational complexity of algebraic and numeric problems*, Elsevier, New York, 1975.

## Indice alfabetico degli insegnamenti

<i>pag.</i>	<i>corso</i>	<i>[anno:periodo]</i>
87	F0030	Acustica applicata [5:2]
29	N/F0231	Analisi matematica 1 [1:1]
33	N/F0232	Analisi matematica 2 [2:1]
36	N/F0234	Analisi matematica 3 (corso ridotto, 1/2 annualità) [2:2]
59	F0270	Antenne [4:1]
76	N0370	Automazione industriale [5:1]
88	N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione [5:2]
52	N0410	Basi di dati [3,4,5:2]
45	N0460	Calcolatori elettronici [3:1]
37	N0494	Calcolo delle probabilità (corso ridotto, 1/2 annualità) [2:2]
37	F0490	Calcolo delle probabilità [2:2]
38	F0514	Calcolo numerico (corso ridotto, 1/2 annualità) [2:2]
46	F0531	Campi elettromagnetici 1 [3:1]
53	F0532	Campi elettromagnetici 2 [3:2]
30	N/F0620	Chimica [1:1]
89	F0760	Compatibilità elettromagnetica [5:2]
60	F0770	Componenti e circuiti ottici [4,5:1]
54	F0800	Comunicazioni elettriche [3:2]
55	N0801	Comunicazioni elettriche (generale) [3:2]
56	N0802	Comunicazioni elettriche (speciale) [3:2]
47	N0841	Controlli automatici (generale) [3,4:1]
57	N0842	Controlli automatici (speciale) [3:2]
69	F0840	Controlli automatici [4:2]
76	N0850	Controllo dei processi [5:1]
57	N0870	Controllo digitale [3:2]
69	N1530	Economia ed organizzazione aziendale [4,5:2]
77	F1530	Economia ed organizzazione aziendale [5:1]
60	N/F1590	Elaborazione numerica dei segnali [4:1]
48	F1710	Elettronica applicata [3:1]

- 49 N1711 Elettronica applicata 1 [3:1]
- 61 N1712 Elettronica applicata 2 [4:1]
- 90 F1740 Elettronica delle telecomunicazioni [5:2]
- 39 N1790 Elettrotecnica [2:2]
- 31 N/F1901 Fisica 1 [1:2]
- 34 N/F1902 Fisica 2 [2:1]
- 91 F1940 Fisica dei laser [5:2]
- 32 F2170 Fondamenti di informatica [1:2]
- 32 N2171 Fondamenti di informatica 1 [1:2]
- 35 N2172 Fondamenti di informatica 2 [2:1]
- 33 N/F2300 Geometria [1:2]
- 70 F2560 Illuminotecnica [4,5:2]
- 78 N2630 Impianti di elaborazione [5:1]
- 78 N2850 Informatica grafica [5:1]
- 92 N/F2860 Informatica industriale [5:2]
- 71 F2940 Ingegneria del software [4:2]
- 71 N2941 Ingegneria del software 1 [4,5:2]
- 92 N2942 Ingegneria del software 2 [5:2]
- 93 N3000 Intelligenza artificiale [5:2]
- 40 F3040 Istituzioni di economia [2:2]
- 80 F3050 Istituzioni di meccanica quantistica [5:1]
- 94 N/F3070 Linguaggi e traduttori [5:2]
- 41 N/F3214 Meccanica applicata alle macchine (corso ridotto, 1/2 annualità) [2:2]
- 72 N3460 Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo [4:2]
- 62 F3560 Microelettronica [4:1]
- 73 N3560 Microelettronica [4,5:2]
- 63 F3570 Microonde [4:1]
- 74 N3690 Misure per l'automazione e la produzione industriale [4:2]
- 94 F3700 Misure su sistemi di trasmissione e telemisure [5:2]
- 64 N3800 Modellistica e identificazione [4,5:1]
- 95 F4360 Propagazione [5:2]
- 74 N/F4520 Reti di calcolatori [4:2]
- 65 F4530 Reti di telecomunicazioni [4:1]
- 58 N4540 Reti logiche [3:2]
- 66 N4550 Ricerca operativa [4,5:1]
- 81 N4580 Robotica industriale [5:1]

- 96 F4840 Sistemi di analisi finanziaria [5:2]  
82 N/F4850 Sistemi di commutazione [5:1]  
83 N4881 Sistemi di elaborazione 1 [5:1]  
96 N4882 Sistemi di elaborazione 2 [5:2]  
84 F4900 Sistemi di radiocomunicazione [5:1]  
97 F4920 Sistemi di telecomunicazione [5:2]  
42 N5004 Sistemi energetici (corso ridotto, 1/2 annualità) [2:2]  
42 F5004 Sistemi energetici (corso ridotto, 1/2 annualità) [2:2]  
35 F5011 Sistemi informativi 1 [2:1]  
98 F5012 Sistemi informativi 2 [5:2]  
67 N5030 Sistemi operativi [4:1]  
85 N5050 Sistemi per la progettazione automatica [5:1]  
99 N5260 Strumentazione e misure elettroniche [5:2]  
86 F5750 Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica [5:1]  
43 F5760 Teoria dei circuiti [2:2]  
50 N/F5800 Teoria dei segnali [3:1]  
51 N5811 Teoria dei sistemi (continui) [3,4:1]  
58 N5812 Teoria dei sistemi (discreti) [3,4:2]  
100 F5870 Teoria dell'informazione e codici [5:2]  
44 N/F5954 Termodinamica applicata (corso ridotto, 1/2 annualità) [2:2]  
68 F6040 Trasmissione numerica [4:1]  
75 N6040 Trasmissione numerica [4:2]

## Indice alfabetico dei docenti

<i>pag.</i>	<i>Docente</i>	<i>corso</i>	<i>[anno:periodo]</i>
65	Ajmone Marsan, MARCO (Elettronica)	F4530	Reti di telecomunicazioni [4:1]
55	Albertengo, Guido (Elettronica)	N0801	Comunicazioni elettriche (generale) [3:2]
82	=	N/F4850	Sistemi di commutazione [5:1]
30	Angelini, Emma (Chimica)	N/F0620	Chimica [1:1]
29	Ascoli, Renato (Matematica)	N/F0231	Analisi matematica 1 [1:1]
33	Bacciotti, Andrea (Matematica)	N/F0232	Analisi matematica 2 [2:1]
31	Barbero, Giovanni (Fisica)	N/F1901	Fisica 1 [1:2]
63	Bava, Gian Paolo (Elettronica)	F3570	Microonde [4:1]
68	Benedetto, Sergio (Elettronica)	F6040	Trasmissione numerica [4:1]
75	=	N6040	Trasmissione numerica [4:2]
48	Biey, Domenico (Elettronica)	F1710	Elettronica applicata [3:1]
43	Biey, Mario (Elettronica)	F5760	Teoria dei circuiti [2:2]
60	Biglieri, Ezio (Elettronica)	N/F1590	Elaborazione numerica dei segnali [4:1]
33	Boieri, Paolo (Matematica)	N/F0232	Analisi matematica 2 [2:1]
81	Bona, Basilio (Autom. inform.)	N4580	Robotica industriale [5:1]
40	Bresso, Mercedes (Idraul., traspr., infrastr. civ.)	F3040	Istituzioni di economia [2:2]
32	Bruno, Giorgio (Autom. inform.)	F2170	Fondamenti di informatica [1:2]
32	=	N2171	Fondamenti di informatica 1 [1:2]
71	=	F2940	Ingegneria del software [4:2]
71	=	N2941	Ingegneria del software 1 [4,5:2]
80	Buzano, Carla (Matematica)	F3050	Istituzioni di meccanica quantistica [5:1]
35	Camurati, Paolo (Autom. inform.)	N2172	Fondamenti di informatica 2 [2:1]
35	=	F5011	Sistemi informativi 1 [2:1]
39	Canavero, Flavio (Elettronica)	N1790	Elettrotecnica [2:2]
69	Canuto, Enrico (Autom. inform.)	F0840	Controlli automatici [4:2]
76	Carlucci, Donato (Autom. inform.)	N0850	Controllo dei processi [5:1]
54	Castellani, Valentino (Elettronica)	F0800	Comunicazioni elettriche [3:2]
56	=	N0802	Comunicazioni elettriche (speciale) [3:2]
33	Chiarli, Nadia (Matematica)	N/F2300	Geometria [1:2]
74	Ciminiera, Luigi (Autom. inform.)	N/F4520	Reti di calcolatori [4:2]
89	Daniele, Vito (Elettronica)	F0760	Compatibilità elettromagnetica [5:2]

90	Del Corso, Dante (Elettronica)	F1740	Elettronica delle telecomunicazioni [5:2]
62	=	F3560	Microelettronica [4:1]
30	Delmastro, Alessandro (Chimica)	N/F0620	Chimica [1:1]
52	Demartini, Claudio (Autom. inform.)	N0410	Basi di dati [3,4,5:2]
100	Elia, Michele (Elettronica)	F5870	Teoria dell'informazione e codici [5:2]
41	Ferraresi, Carlo (Meccanica)	N/F3214	Meccanica applicata alle macchine (1/2) [2:2]
31	Filisetti Borello, Ottavia (Fisica)	N/F1901	Fisica 1 [1:2]
47	Fiorio, Giovanni (Autom. inform.)	N0841	Controlli automatici (generale) [3,4:1]
72	=	N3460	Metodi di ottimizzazione nei sistemi di controllo [4:2]
45	Gai, Silvano (Autom. inform.)	N0460	Calcolatori elettronici [3:1]
78	=	N2630	Impianti di elaborazione [5:1]
92	=	N2942	Ingegneria del software 2 [5:2]
49	Giordana, Marco (Elettronica)	N1711	Elettronica applicata 1 [3:1]
74	Gorini, Italo (Elettronica)	N3690	Misure per l'automazione e la produzione industriale [4:2]
33	Greco, Silvio (Matematica)	N/F2300	Geometria [1:2]
73	Gregoretti, Francesco (Elettronica)	N3560	Microelettronica [4,5:2]
67	Laface, Piero (Autom. inform.)	N5030	Sistemi operativi [4:1]
78	Laurentini, Aldo (Autom. inform.)	N2850	Informatica grafica [5:1]
94	Leschiutta, Sigfrido (Elettronica)	F3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure [5:2]
50	Lo Presti, Letizia (Elettronica)	N/F5800	Teoria dei segnali [3:1]
44	Lombardi, Carla (Energistica)	N/F5954	Termodinamica applicata (1/2) [2:2]
64	Mauro, Vito (Autom. inform.)	N3800	Modellistica e identificazione [4,5:1]
70	Mazza, Augusto (Energistica)	F2560	Illuminotecnica [4,5:2]
30	Mazza, Daniele (Chimica)	N/F0620	Chimica [1:1]
57	Menga, Giuseppe (Autom. inform.)	N0842	Controlli automatici (speciale) [3:2]
32	Meo, Angelo Raffaele (Autom. inform.)	F2170	Fondamenti di informatica [1:2]
32	=	N2171	Fondamenti di informatica 1 [1:2]
96	=	N4882	Sistemi di elaborazione 2 [5:2]
92	Mezzalama, Marco (Autom. inform.)	N/F2860	Informatica industriale [5:2]
83	=	N4881	Sistemi di elaborazione 1 [5:1]
51	Milanese, Mario (Autom. inform.)	N5811	Teoria dei sistemi (continui) [3,4:1]
34	Minetti, Bruno (Fisica)	N/F1902	Fisica 2 [2:1]
42	Mittica, Antonio (Energistica)	N5004	Sistemi energetici (1/2) [2:2]
42	=	F5004	Sistemi energetici (1/2) [2:2]

84	Nano, Ermanno (Elettronica)	F4900	Sistemi di radiocomunicazione [5:1]
34	Omini, Marco (Fisica)	N/F1902	Fisica 2 [2:1]
59	Orefice, Mario (Elettronica)	F0270	Antenne [4:1]
38	Orsi Palamara, Annamaria (Matematica)	F0514	Calcolo numerico (1/2) [2:2]
53	Orta, Renato (Elettronica)	F0532	Campi elettromagnetici 2 [3:2]
60	=	F0770	Componenti e circuiti ottici [4,5:1]
97	Pent, Mario (Elettronica)	F4920	Sistemi di telecomunicazione [5:2]
95	Perona, Giovanni Emilio (Elettronica)	F4360	Propagazione [5:2]
86	=	F5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica [5:1]
37	Piazzese, Franco (Matematica)	N0494	Calcolo delle probabilità (1/2) [2:2]
32	Piccolo, Elío (Autom. inform.)	F2170	Fondamenti di informatica [1:2]
32	=	N2171	Fondamenti di informatica 1 [1:2]
93	=	N3000	Intelligenza artificiale [5:2]
99	Pisani, Umberto (Elettronica)	N5260	Strumentazione e misure elettroniche [5:2]
58	Prinetto, Paolo (Autom. inform.)	N4540	Reti logiche [3:2]
85	=	N5050	Sistemi per la progettazione automatica [5:1]
77	Prosperetti, Luigi (Sist. produzione)	F1530	Economia ed organizzazione aziendale [5:1]
41	Raparelli, Terenziano (Meccanica)	N/F3214	Meccanica applicata alle macchine (1/2) [2:2]
96	Ravazzi, Piercarlo (Sist. produzione)	F4840	Sistemi di analisi finanziaria [5:2]
29	Ricci, Fulvio (Matematica)	N/F0231	Analisi matematica 1 [1:1]
94	Rivoira, Silvano (Autom. inform.)	N/F3070	Linguaggi e traduttori [5:2]
87	Sacchi, Alfredo (Energetica)	F0030	Acustica applicata [5:2]
98	Serra, Angelo (Autom. inform.)	F5012	Sistemi informativi 2 [5:2]
31	Strigazzi, Alfredo (Fisica)	N/F1901	Fisica 1 [1:2]
29	Tabacco, Anita (Matematica)	N/F0231	Analisi matematica 1 [1:1]
66	Tadei, Roberto (Autom. inform.)	N4550	Ricerca operativa [4,5:1]
36	Teppati, Giancarlo (Matematica)	N/F0234	Analisi matematica 3 (1/2) [2:2]
76	Tornambè, Antonio (Autom. inform.)	N0370	Automazione industriale [5:1]
58	=	N5812	Teoria dei sistemi (discreti) [3,4:2]
91	Vadacchino, Mario (Fisica)	F1940	Fisica dei laser [5:2]
88	Vagati, Alfredo (Ing. elettrica)	N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione [5:2]
57	Vallauri, Maurizio (Autom. inform.)	N0870	Controllo digitale [3:2]
61	Zamboni, Maurizio (Elettronica)	N1712	Elettronica applicata 2 [4:1]
46	Zich, Rodolfo (Elettronica)	F0531	Campi elettromagnetici 1 [3:1]