

AGLI STUDENTI



**POLITECNICO  
DI TORINO**

**III FACOLTÀ DI INGEGNERIA  
(ING. DELL'INFORMAZIONE)**

**GUIDA DELLO STUDENTE  
MANIFESTO DEGLI STUDI  
GUIDA AI PROGRAMMI  
ANNO ACCADEMICO 2001/2002  
vecchio ordinamento**

PRODOTTA LITTELLARIA RISERVATA

Stampato dalla KOT Business (To)  
nel mese di luglio 2001.

**AGLI STUDENTI**

La Guida dello Studente - Manifesto degli Studi è lo strumento che annualmente esplicita i reciproci diritti e doveri degli studenti e dell'Ateneo.

È opportuno sottolineare che gli studenti hanno l'obbligo di conoscere le norme nazionali e i regolamenti locali che regolano gli atti della carriera scolastica.

Le eventuali modifiche che si rendessero necessarie in corso d'anno vengono comunicate tramite avvisi; quindi gli studenti hanno l'obbligo di prendere visione dei comunicati affissi, di volta in volta, negli Albi Ufficiali del Politecnico, che hanno valore di notifica ufficiale.

Tutti gli studenti sono caldamente invitati a ritirare la Guida dello Studente - Manifesto degli Studi e la Guida ai Programmi dei Corsi, in distribuzione gratuita presso le Segreterie Didattiche di riferimento.

Si ricorda inoltre che lo studente che frequenta l'Ateneo deve portare sempre con sé il **libretto universitario** o la **tessera universitaria**.

Il Facoltà di Ingegneria	13
Il Facoltà di Ingegneria	15
Calendario accademico 2001/2002	16
Inscriversi ai corsi	18
Modalità d'iscrizione	18
Iscrizione in qualità di studente a tempo pieno ("full-time")	19
Iscrizione in qualità di studente a tempo parziale ("part-time")	20
Iscrizione a singoli insegnamenti	21
Tasse e contributi d'iscrizione	22
Frequenza ai corsi ed esami	24
Frequenza	24
Esami di profitto	24
Appelli	24
Come di corso	25
Scadenze orientamento (regia guida)	26
Esami di laurea	26
Titoli di laurea	26
Presentazione della domanda per partecipare alle sessioni di laurea	27

<b>Introduzione generale</b>	<b>11</b>
<i>La riforma universitaria</i>	11
<i>I cambiamenti in atto al Politecnico</i>	12
<i>Ampliamento dei servizi</i>	12
<i>Prospetto delle Segreterie decentrate</i>	13
<b>L'offerta formativa del Politecnico di Torino</b>	<b>14</b>
<i>I Facoltà di Architettura</i>	14
<i>II Facoltà di Architettura</i>	14
<i>I Facoltà di Ingegneria</i>	14
<i>Scuola Politecnica in Economia ed Organizzazione</i>	15
<i>II Facoltà di Ingegneria</i>	15
<i>III Facoltà di Ingegneria</i>	15
<b>Calendario accademico 2001/2002</b>	<b>16</b>
<b>Iscriversi ai corsi</b>	<b>18</b>
<i>Modalità d'iscrizione</i>	18
<i>Iscrizione in qualità di studente a tempo pieno ("full-time")</i>	19
<i>Iscrizione in qualità di studente a tempo parziale ("part-time")</i>	20
<i>Iscrizione a singoli insegnamenti</i>	21
<i>Tassa e contributo d'iscrizione</i>	22
<b>Frequenza ai corsi ed esami</b>	<b>24</b>
<i>Frequenza</i>	24
<i>Esami di profitto</i>	24
<i>Appelli</i>	24
<i>Esame di laurea</i>	26
<i>Scadenze presentazione foglio giallo</i>	26
<i>Sessioni di laurea</i>	26
<i>Tesi di laurea</i>	26
<i>Presentazione delle domande per partecipare alle sessioni di laurea</i>	27

## Sommario

---

<i>Esame di diploma</i>	28
Presentazione delle domande per partecipare alle sessioni di diploma	28
<i>Sostegni finanziari per lo svolgimento della tesi fuori sede</i>	28
<i>Banca dati laureati e diplomati "ALMALAUREA"</i>	28

### Servizi di segreteria

---

<i>Documenti rilasciati agli studenti</i>	30
Libretto universitario	30
Tessera magnetica	30
<i>Trasferimenti</i>	31
Passaggi interni di facoltà	31
Cambiamento di Corso di Laurea o di Diploma Universitario	31
Cambiamento di indirizzo di Laurea o di Diploma Universitario	31
Proseguimento degli studi dei Diplomati Universitari in un Corso di Laurea del Vecchio Ordinamento	32
Trasferimenti per altra sede	32
Trasferimenti da altra sede	32
<i>Interruzione degli studi</i>	33
Rinuncia al proseguimento degli studi	33
Riattivazione carriera	34
<i>Certificazioni</i>	34
Certificati rilasciati agli studenti iscritti	34
Rinvio del servizio militare	35
Restituzione del titolo originale di studi medi	35
Certificati rilasciati a laureati o diplomati	36
Rilascio del titolo accademico originale e di eventuali duplicati	36

### Servizi Didattici

---

<i>Lingue straniere</i>	37
<i>Le "Scienze Umane"</i>	38
<i>Saper comunicare</i>	39
Premessa	39
Come scrivere	39
Il testo "Saper comunicare"	39

## Sommario

---

<i>Mobilità degli studenti</i>	40
Stages in Italia	40
Programmi europei	40
Programmi per gli studenti iscritti ai corsi di diploma universitario	42
Programmi particolari: Il Progetto TOP – UIC (U.S.A)	42
<i>Biblioteca Centrale di Ingegneria di Torino</i>	43
<i>Biblioteca della sede di Mondovì</i>	43
<i>Laboratori Informatici di Base (LAIB)</i>	44
<i>Politecnico su Internet</i>	45
<b><i>Servizi di sostegno economico agli studenti</i></b>	<b>46</b>
<i>Iniziative del Politecnico</i>	46
Borse di studio	46
Collaborazioni part-time degli studenti	46
Contributi per tesi fuori sede	47
<i>Ente Regionale per il Diritto allo Studio Universitario (E.Di.S.U.)</i>	47
<i>Collegio universitario "Renato Einaudi"</i>	48
<b><i>Gli studenti si incontrano</i></b>	<b>49</b>
<i>Attività culturali, didattiche e sociali degli studenti</i>	49
<i>Associazioni e rappresentanze studentesche</i>	49
<i>C.U.S (Centro Universitario Sportivo)</i>	49
<b><i>Informazioni varie</i></b>	<b>50</b>
<i>Legge sulla privacy</i>	50
<i>Assicurazione contro gli infortuni</i>	50
<i>Infermeria</i>	51
<i>Il garante degli studenti</i>	52
<i>Norme disciplinari</i>	53

## Sommario

---

### **Piani di Studio**

---

**55**

<i>Piani di studio</i>	56
Corso di laurea in Ingegneria Elettronica	57
Corso di laurea in Ingegneria Informatica	68
Corso di laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni	80
<i>Tablelle delle corrispondenze</i>	89
Corrispondenze tra moduli spenti a partire dall'a.a. 2001/2002 e moduli accesi	89
Corrispondenze degli insegnamenti tra nuovi codici e vecchi codici	91
Corrispondenze degli insegnamenti tra vecchi codici e nuovi codici	98
<i>Piani di studio dei Corsi di Diploma Universitario</i>	103
Diploma universitario in Ingegneria Elettronica (sede di Torino)	103
Diploma universitario in Ingegneria Elettronica (sede di Ivrea)	105
Diploma universitario in Ingegneria Informatica (sede di Ivrea)	107
Diploma universitario in Ingegneria delle Telecomunicazioni (sede di Aosta)	109
<i>Commissioni per l'esame dei piani di studio individuali</i>	111

### ■ LA RIFORMA UNIVERSITARIA

La riforma universitaria in atto ha dato inizio ad una profonda trasformazione dei percorsi di studio offerti ai giovani. Ricordiamo di seguito i principali scopi della riforma:

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

#### **Le innovazioni più profonde riguardano:**

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

Per questo motivo è molto importante che tutti gli studenti siano consapevoli e aggiornati; per alcuni anni non si potrà più dare per scontato che le cose avvengano come nell'anno precedente. D'altra parte la disinformazione può anche portare come conseguenza a non saper sfruttare le nuove opportunità offerte.

## Introduzione generale

### ■ I CAMBIAMENTI IN ATTO AL POLITECNICO

A seguito dell'entrata in vigore della riforma universitaria, il Politecnico di Torino ha iniziato ad introdurre alcune novità in ambito didattico, riassumibili nei seguenti punti:

- **attivazione di tutti i corsi del 1° e del 2° anno con la struttura a due livelli;**
- **attribuzione dei crediti formativi a tutti i corsi;**
- **definizione del carico didattico ed iscrizione a tempo pieno o a tempo parziale;**
- **apertura delle segreterie didattiche decentrate.**

### ■ AMPLIAMENTO DEI SERVIZI

In questi anni il Politecnico si è mosso per venire incontro alle esigenze degli studenti anche attraverso l'apertura delle segreterie didattiche decentrate e l'incremento dei servizi di segreteria automatizzati. In quest'ottica è stato creato il "Servizio Gestione Didattica", che riunisce in un'unica struttura tutti i servizi amministrativi per la didattica permettendo sia un maggior coordinamento sia la creazione di nuovi punti di segreteria decentrati.

Gli studenti potranno rivolgersi alle segreterie didattiche per tutte le questioni inerenti la didattica e le pratiche amministrative avendo così un unico punto a cui fare riferimento a seconda del corso di studi frequentato.

Per potenziare i servizi offerti agli studenti è stato realizzato, anche grazie al sostegno economico degli studenti stessi, il Servizio Informativo per la Didattica che offre su nuove postazioni self-service, oltre ai consueti servizi decentrati di certificazione ed iscrizione, l'accesso ai siti Web del Politecnico e a numerosi servizi on-line.

È bene che ogni studente impari ad utilizzare tutte le opportunità offerte dalle nuove postazioni e si rechi agli sportelli solo quando ha effettivamente bisogno di informazioni personalizzate o di un confronto diretto con gli operatori del servizio.

In particolare presso gli sportelli automatizzati è possibile:

- iscriversi
- definire il carico didattico
- pagare le tasse con il bancomat
- visualizzare il conto corrente virtuale
- visualizzare i dati della carriera
- richiedere certificati
- modificare il proprio indirizzo di residenza ed il proprio recapito (\*)
- visualizzare gli orari delle lezioni e le date degli appelli
- prenotare gli esami
- ritirare gli statini

**Attenzione** al termine delle operazioni i terminali non rilasciano alcuna ricevuta né per l'effettuato pagamento, né per l'iscrizione avvenuta; è necessario attendere il messaggio di conferma. In particolare, per l'iscrizione avvenuta, il messaggio è il seguente:

**"Operazione completata, studente iscritto all'anno accademico 2001/2002"**

(\*) Gli studenti sono invitati a tenere aggiornato il proprio indirizzo in quanto d'ora in avanti il Politecnico non invierà più le comunicazioni presso l'indirizzo di residenza, ma presso il recapito indicato dallo studente.

## Introduzione generale

### Prospetto delle segreterie decentrate

Si ricorda che gli studenti iscritti ai corsi attivati presso le sedi decentrate (Alessandria, Aosta, Biella, Ivrea, Mondovì e Vercelli), devono rivolgersi per lo svolgimento delle pratiche relative alla carriera universitaria alle Segreterie Didattiche decentrate di appartenenza.

Presso la Sede Centrale del Politecnico sono presenti numerose Segreterie Didattiche; lo studente deve far riferimento solo ad una di esse, in base alla seguente tabella:

#### I FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Architettura	Castello, Boggio
Disegno Industriale	Alenia
Tecniche e Arti della Stampa (Graphic & Virtual Design) (D.U.)	Alenia

#### II FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Architettura	Castello, Boggio
Pianificazione urbanistica, territoriale e ambientale	Castello
Sistemi Informativi Territoriali (D.U.)	Castello, Boggio, Ce.Te.M.
Storia e Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali	Castello, Boggio

#### I FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Ingegneria Aerospaziale	Area Sud, Alenia
Ingegneria Biomedica	Area Sud
Ingegneria Chimica	Area Centro
Ingegneria Civile	Area Centro
Ingegneria dei Materiali	Area Centro
Ingegneria dell'Autoveicolo	Lingotto, Area Sud
Ingegneria della Protezione del Territorio	Area Centro
Ingegneria Edile	Area Centro
Ingegneria Elettrica	Area Centro
Ingegneria Energetica	Area Sud
Ingegneria Meccanica	Area Sud
Ingegneria Nucleare	Area Sud
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio	Area Centro
Matematica per le Scienze dell'Ingegneria	Area Centro
Produzione Industriale	Area Sud

#### SCUOLA POLITECNICA IN ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE

Ingegneria Logistica e della Produzione	Area Sud
Organizzazione	Area Sud
Ingegneria Gestionale	Area Sud

#### III FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Ingegneria dell'Automazione	Area Nord
Ingegneria dell'Informazione	Area Nord
Ingegneria delle Telecomunicazioni	Area Nord
Ingegneria Elettronica	Area Nord
Ingegneria Fisica	Area Nord
Ingegneria Informatica	Area Nord
Ingegneria Meccatronica	Area Nord
Ingegneria Telematica	Area Nord

Alenia	C.so Marche ingresso C.so Francia, 366
Area Centro	C.so Duca degli Abruzzi, 24, corridoio p.t. alle spalle dell'Aula Magna
Area Nord	C.so Duca degli Abruzzi, 24, nel seminterrato lato C.so Montevecchio
Area Sud	C.so Duca degli Abruzzi, 24, corridoio p.t. nei pressi dell'aula 19 lato C.so Einaudi
Boggio	Via Boggio, 71 A
Ce.Te.M.	C.so Duca d'Aosta, 19
Lingotto	V. Nizza 262, int.56
Castello	Viale Mattioli, 39

## L'offerta formativa del Politecnico di Torino

Di seguito sono indicati tutti i corsi di primo livello che il Politecnico di Torino intende attivare per l'anno accademico 2001/2002. Nella tabella sono indicati anche i corsi di secondo livello (nessuno dei quali al momento attivo). A questi corsi sarà possibile accedere senza debiti formativi se si è conseguito il corrispondente titolo di primo livello, oppure con il titolo stabilito per l'accesso dalla struttura didattica competente.

**Si ricorda inoltre che tutti i corsi attivati nei precedenti anni proseguono con le originali denominazioni.**

### I FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Corso	I Livello	II Livello
Architettura *	Torino	Torino
Disegno Industriale *	Torino	Torino
Tecniche e Arti della Stampa (Graphic & Virtual Design) (D.U.) *	Torino	

### II FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

Corso	I Livello	II Livello
Architettura *	Torino, Mondovì	Torino, Mondovì
Pianificazione urbanistica, territoriale e ambientale *	Torino	Torino
Sistemi Informativi Territoriali (D.U.) Storia e Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali *	A distanza Torino	

### I FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso	I Livello	II Livello
Ing. Aerospaziale	Torino	Torino
Ing. Agroalimentare	(Ing. Meccanica)	Mondovì
Ing. Biomedica	Torino	Torino
Ing. Chimica	Torino, Biella	Torino
Ing. Civile	Torino	Torino
Ing. Civile per la Gestione delle Acque	Mondovì	Mondovì
Ing. dei Materiali	Torino	Torino
Ing. dell'Autoveicolo *	Torino	Torino
Ing. della Protezione del Territorio	Torino	Torino
Ing. delle Materie Plastiche	Alessandria	(Ing. dei Materiali)
Ing. Edile	Torino	Torino
Ing. Elettrica **	Torino, Alessandria	Torino
Ing. Energetica	Torino	Torino
Ing. Meccanica **	Torino, Alessandria, Mondovì	Torino
Ing. Nucleare	laurea quinquennale	ad esaurimento
Ing. per l'Ambiente e il Territorio	Torino, Mondovì	Torino
Ing. per la Meccanizzazione e le Macchine Agricole	(Ing. Meccanica)	Mondovì
Matematica per le Scienze dell'Ingegneria *	Torino	Torino
Produzione Industriale *	Torino/Parigi	(Ing. Gestionale)

### ■ SCUOLA POLITECNICA IN ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE

Corso	I Livello	II Livello
Ingegneria Logistica e della Produzione **	Torino, Bolzano	(Ing. Gestionale)
Organizzazione	Torino	(Ing. Gestionale)
Ingegneria Gestionale		Torino

### ■ II FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso	I Livello	II Livello
Ingegneria Civile	Vercelli	Vercelli
Ingegneria Elettronica	"	"
Ingegneria Energetica	"	"
Ingegneria Informatica	"	"
Ingegneria Meccanica	"	"

### ■ III FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso	I Livello	II Livello
Ingegneria dell'Automazione	Torino	Torino
Ingegneria dell'Informazione	Torino, Aosta	(Elettronica, Informatica, Telecomunicazioni)
Ingegneria delle Telecomunicazioni **	Torino, Ivrea	Torino
Ingegneria Elettronica **	Torino, Aosta, Mondovi	Torino
Ingegneria Fisica	Torino	
Ingegneria Informatica **	Torino, Ivrea	Torino
Ingegneria Meccatronica	Ivrea	
Ingegneria Telematica	Mondovi	

\* Corsi a numero programmato

\*\* Per questi corsi è prevista anche la possibilità di frequenza a distanza.

In questo caso l'iscrizione non prevede obbligo del test. Per ulteriori informazioni consultare il sito:

<http://www.polito.it/cetem/>

Nota: Alcuni corsi di studio potrebbero non essere attivati nel caso non raggiungessero un certo numero di iscritti.

## Calendario accademico 2001/2002

---

- Termine per il superamento esami per laurearsi/  
diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione 1° turno a.a. 2000/2001 **27 luglio 2001**
- Apertura del periodo per la definizione del carico  
didattico **27 agosto 2001**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di profitto (generale a.a. 2000/2001  
Apertura del periodo per le domande di trasferimen-  
to per altra sede e di cambio di Facoltà o di  
Corso di laurea / diploma o di indirizzo **30 ago. - 22 sett. 2001**
- Termine per la presentazione delle domande di lau-  
rea e di diploma corredate dei prescritti documenti  
per laurearsi o diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione  
1° turno a.a. 2000/2001 **3 settembre 2001**
- Termine per la presentazione degli elaborati  
per laurearsi/diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione 1° turno  
a.a. 2000/2001 **4 settembre 2001**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea/diploma 1° turno  
a.a. 2000/2001 **12 settembre 2001**
- Termine per il superamento esami per laurearsi/  
diplomarsi nella 1<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **17- 21 settembre 2001**
- Inizio delle lezioni del 1° periodo didattico **22 settembre 2001**
- Chiusura del periodo per il cambiamento del Corso  
di laurea o di diploma o di indirizzo **24 settembre 2001**
- Chiusura del periodo per il passaggio interno di Facoltà  
Termine del periodo per la definizione del carico  
didattico da parte degli studenti "full-time" **5 ottobre 2001**
- Fine delle lezioni del 1° periodo didattico **5 ottobre 2001**
- Termine per la presentazione delle domande di lau-  
rea/diploma corredate dei prescritti documenti per  
laurearsi nella 1<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **10 ottobre 2001**
- Sessione esami di profitto **6 novembre 2001**
- Termine per la presentazione degli elaborati per  
laurearsi/diplomarsi nella 1<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **6 novembre 2001**
- 1<sup>a</sup> sessione esami di laurea/diploma a.a. 2001/2002 **7 - 27 novembre. 2001**
- Termine per il superamento esami per laurearsi/diplo-  
marsi nella 2<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **14 novembre 2001**
- Inizio delle lezioni del 2° periodo didattico **19 - 23 novembre. 2001**
- Termine per il pagamento della prima rata delle  
tasse da parte degli studenti "full-time" **27 novembre 2001**
- Vacanze natalizie **28 novembre 2001**
- Termine per la presentazione delle domande di lau-  
rea/diploma corredate dei prescritti documenti per  
laurearsi/diplomarsi nella 2<sup>a</sup> sessione a.a. 2000/2001 **30 novembre 2001**
- Termine per la presentazione degli elaborati per  
laurearsi/diplomarsi nella 2<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **24 dic. 01 - 6 gen. 2002**
- Fine delle lezioni del 2° periodo didattico **15 gennaio 2002**
- 2<sup>a</sup> sessione esami di laurea/diploma a.a. 2001/2002 **23 gennaio 2002**
- Termine per il superamento esami per laurearsi/  
diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione 1° turno a.a. 2000/2001 **26 gennaio 2002**
- Termine per la presentazione delle domande di lau-  
rea e di diploma corredate dei prescritti documenti  
per laurearsi o diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione  
1° turno a.a. 2000/2001 **28 gen. - 1 feb. 2002**

## Calendario accademico 2001/2002

---

- Sessione esami di profitto **28 gen. - 23 feb. 2002**
- Termine per il superamento esami per laurearsi/  
diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **23 febbraio 2002**
- Inizio delle lezioni del 3° periodo didattico **25 febbraio 2002**
- Termine per il pagamento della seconda rata delle  
tasse da parte degli studenti "full-time" **29 marzo 2002**
- Fine delle lezioni del 3° periodo didattico **17 aprile 2002**
- Vacanze pasquali **28 marzo - 3 aprile 2002**
- Termine per la presentazione delle domande di lau-  
rea/diploma corredate dei prescritti documenti per  
laurearsi/diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **5 aprile 2002**
- Termine per la presentazione degli elaborati per  
laurearsi/diplomarsi nella 3<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **11 aprile 2002**
- 3<sup>a</sup> sessione esami di laurea/diploma a.a. 2001/2002 **18 - 24 aprile 2002**
- Sessione esami di profitto **18 apr. - 8 mag. 2002**
- Termine per il superamento esami per laurearsi/  
diplomarsi nella 4<sup>a</sup> sessione 2001/2002 **8 maggio 2002**
- Inizio delle lezioni del 4° periodo didattico **9 maggio 2002**
- Termine del periodo per la definizione del carico  
didattico per gli studenti "part-time" **31 maggio 2002**
- Termine per la presentazione delle domande di lau-  
rea/diploma corredate dei prescritti documenti per  
laurearsi/diplomarsi nella 4<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **18 giugno 2002**
- Fine delle lezioni del 4° periodo didattico **22 giugno 2002**
- Sessione esami di profitto **25 giu. - 24 lug. 2002**
- Termine per la presentazione degli elaborati per  
laurearsi/diplomarsi nella 4<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **26 giugno 2002**
- 4<sup>a</sup> sessione esami di laurea/diploma a.a. 2001/2002 **1 - 5 luglio 2002**
- Termine per il superamento esami per laurearsi/  
diplomarsi nella 5<sup>a</sup> sessione 2001/2002 **24 luglio 2002**
- Termine per la presentazione delle domande di lau-  
rea/diploma corredate dei prescritti documenti per  
laurearsi/diplomarsi nella 5<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **3 settembre 2002**
- Termine per la presentazione degli elaborati per  
laurearsi/diplomarsi nella 5<sup>a</sup> sessione a.a. 2001/2002 **11 settembre 2002**
- 5<sup>a</sup> sessione esami di laurea/diploma a.a. 2001/2002 **Da definire**

## Iscrivarsi ai corsi

### ■ MODALITÀ DI ISCRIZIONE

Con l'entrata in vigore del D.M. 3 novembre 1999 n. 509 "Regolamento recante norme concernenti l'autonomia didattica degli atenei" e con l'applicazione delle norme contenute nel Regolamento Studenti del Politecnico, sono diventate operanti nell'anno accademico 2000/2001 le nuove regole di iscrizione.

In particolare si ricorda che non ci si iscrive più ad un particolare "anno di corso" ma semplicemente per la ennesima volta ad un corso di laurea/diploma universitario.

Sono abolite le iscrizioni in qualità di studente "regolare", "ripetente" e "fuoricorso", legate com'erano all'iscrizione per anni di corso e, di conseguenza, i vincoli in termini di esami superati o frequenze ottenute, per il passaggio ad "anno di corso successivo".

In sostituzione di tutto questo sono nate le figure degli studenti "a tempo pieno" e "a tempo parziale"; tale distinzione è legata, come parametro principale, al numero dei crediti formativi acquisibili in un anno accademico dall'una e dall'altra figura.

Il D.M. 3 novembre 1999 n. 509 già ricordato ha definito il credito formativo come l'unità di misura, espressa in 25 ore, del volume di lavoro di apprendimento, compreso lo studio individuale, richiesto allo studente per l'acquisizione di conoscenze ed abilità nelle attività formative.

Nel loro complesso, i crediti acquisibili dallo studente in un anno accademico sono definiti come "carico didattico annuale".

Al fine di permettere la definizione del carico didattico annuale sia da parte degli studenti a tempo pieno che da quelli a tempo parziale, tutti gli insegnamenti attivati dai vari corsi di studio, sia del vecchio che del nuovo ordinamento sono stati quotati in crediti.

Per poter conseguire i vari titoli accademici occorre aver acquisito il seguente numero di crediti:

#### **Nuovo Ordinamento**

Diploma di Laurea (I liv.)	180 crediti
Diploma di Laurea Specialistica (II liv.)	120 crediti (conseguibile esclusivamente dopo il conseguimento del Diploma di Laurea di I livello)

#### **Vecchi Ordinamenti**

Diploma di Laurea	300 crediti
Diploma Universitario	180 crediti

Per i corsi dei vecchi ordinamenti il numero di crediti richiesto per il conseguimento del titolo di studi comporta di fatto il rispetto del numero di esami previsti dall'Ordinamento Didattico di riferimento.

#### **Novità per l'anno accademico 2001/2002**

Il Senato Accademico del Politecnico di Torino, valutata la sperimentazione del nuovo sistema di iscrizione, ha ritenuto opportuno apportare alcuni interventi correttivi al Regolamento Studenti.

In particolare ha ridefinito i seguenti punti:

- Il numero di crediti necessari per iscriversi a tempo parziale;
- Il numero di crediti necessari per iscriversi a tempo pieno distinguendo tra vecchio e nuovo ordinamento;

- La possibilità per gli studenti del vecchio ordinamento che devono ultimare gli obblighi di frequenza di incrementare il numero di crediti del carico didattico.
- La possibilità, per gli studenti ai quali mancano meno di 37 crediti per concludere il percorso formativo, di optare tra l'iscrizione a tempo parziale o a tempo pieno. Nei capitoli seguenti sono indicate nel dettaglio le nuove regole di iscrizione.

### **Iscrizione in qualità di studente a tempo pieno ("full-time")**

Lo studente a tempo pieno è quello che definisce per ogni anno accademico il seguente carico didattico:

- **Nuovo ordinamento**  
da 37 a 80 crediti.
- **Vecchio ordinamento**  
da 37 a 95 crediti.

Lo studente del vecchio ordinamento che intende completare gli obblighi di frequenza, può formulare un carico didattico di massimo 110 crediti a condizione che non più di 75 siano ancora da frequentare.

Lo studente del vecchio e del nuovo ordinamento, esclusivamente nel caso in cui si trovi nella fase conclusiva del percorso formativo e non abbia sufficienti crediti da inserire nel carico, può iscriversi in qualità di studente a tempo pieno anche con un numero di crediti inferiore a 37.

**La definizione del carico didattico costituisce l'iscrizione per il nuovo anno accademico e deve essere effettuata ai termin-li self-service, nel periodo 27 agosto - 10 ottobre 2001.**

Il pagamento delle tasse e dei contributi può avvenire anche in un momento diverso dall'iscrizione.

L'importo può essere versato in due rate, purchè, entro le seguenti scadenze:

**30 novembre 2001 per la prima rata - 29 marzo 2002 per la seconda.**

Lo studente iscritto a tempo pieno ha la possibilità di richiedere riduzioni dell'importo massimo in funzione della situazione economica del proprio nucleo familiare e di ottenere rimborsi in relazione al merito conseguito nell'anno accademico precedente.

Le modalità e le scadenze da rispettare per ottenere tali benefici sono descritte nel Regolamento tasse e contributi.

Per effettuare l'iscrizione al nuovo anno accademico occorre tenere presente quanto segue:

- a) la scelta degli insegnamenti da inserire nel carico didattico può essere fatta su tutti gli insegnamenti compresi nel piano di studio consigliato dalla Facoltà ma, soprattutto per gli insegnamenti obbligatori, lo studente deve considerare le scadenze didattiche e le reciproche esclusioni previste; pertanto per effettuare il carico didattico è necessario consultare il successivo capitolo relativo ai piani di studio del proprio corso. Gli studenti che avevano già avuto l'approvazione di un piano di studi individuale possono effettuare il carico didattico in coerenza con il piano approvato;
- b) il carico didattico per il nuovo anno accademico non può prescindere dagli esami di cui lo studente è ancora in debito al termine dell'ultima sessione esami di profitto 2000/2001; i crediti relativi ai corsi già frequentati devono avere la precedenza sugli altri corsi. È chiaro che nel momento in cui lo studente effettua l'operazione al terminale self-service è possibile che non tutti gli esami superati siano regi-

## Iscriversi ai corsi

strati. Per questo motivo la procedura consentirà di inserire anche più dei crediti massimi previsti. La registrazione degli esami da parte delle Segreterie consentirà l'inserimento automatico nel carico didattico dei crediti eccedenti, nell'ordine in cui lo studente li avrà indicati. È necessario pertanto che lo studente che effettua il carico didattico, indichi i crediti in eccedenza in ordine di priorità.

- c) la procedura è comunque ripetibile sino alla data di scadenza;
- d) chi non definisce il carico didattico come studente a tempo pieno **entro il 10 ottobre 2001** potrà farlo in seguito solo come studente a tempo parziale;
- e) lo studente che abbia chiesto di cambiare facoltà, corso di laurea o corso di diploma universitario, può definire il proprio carico didattico, direttamente presso gli sportelli della Segreteria Didattica di riferimento, solo a seguito della notifica della delibera di passaggio;
- f) lo studente proveniente da altro Ateneo può definire il proprio carico didattico, direttamente presso gli sportelli della Segreteria Didattica di riferimento, solo a seguito della notifica della delibera di ammissione.

Agli studenti che si immatricolano a tempo pieno viene assegnato d'ufficio il carico didattico previsto per il primo anno del proprio corso di studio (circa 60 crediti). Dopo l'immatricolazione e l'ottenimento del tesserino magnetico, lo studente che lo desidera può incrementare il carico didattico sino ad un massimo di 80 crediti direttamente ai terminali self-service.

### ***Iscrizione in qualità di studente a tempo parziale ("part-time")***

È studente a tempo parziale chi definisce per il nuovo anno accademico un carico didattico che preveda un massimo di 36 crediti.

Lo studente che si iscrive per la prima volta deve formulare, al momento dell'immatricolazione, un carico didattico con almeno 20 crediti.

Lo studente che si iscrive a tempo parziale e intende concludere gli studi deve considerare che i crediti relativi alla tesi di laurea o alla monografia di diploma entrano nel conteggio dei 36 crediti massimi.

Lo studente a tempo parziale è soggetto ad un diverso regime di diritti e doveri rispetto allo studente a tempo pieno.

Il sistema di tassazione prevede il pagamento di una quota fissa e di un ulteriore importo rapportato al numero di crediti inseriti nel carico didattico con esclusione dei crediti relativi agli insegnamenti già frequentati; è da consultare per maggiore informazione il Regolamento tasse. **Il pagamento deve essere effettuato contestualmente all'operazione di carico didattico** ai terminali self-service utilizzando la tessera Bancomat. Agli sportelli della Segreteria Didattica di riferimento è invece possibile pagare utilizzando il bollettino di c/c postale.

Lo studente a tempo parziale è escluso dai benefici erogati direttamente dal Politecnico: non può avere riduzioni delle tasse in relazione alla condizione economica della famiglia, non può avere rimborsi per merito, non può usufruire di borse di studio e non può effettuare collaborazioni part-time con l'eccezione degli studenti che concludono nell'anno il percorso formativo.

Per effettuare l'iscrizione al nuovo anno accademico in qualità di studente a tempo parziale occorre tenere presente quanto segue:

- a) la scelta degli insegnamenti da inserire nel carico didattico può essere fatta su tutti gli insegnamenti compresi nel piano di studio consigliato dalla Facoltà ma, soprattutto per gli insegnamenti obbligatori, lo studente deve considerare le prece-

denze didattiche e le reciproche esclusioni previste; pertanto per effettuare il carico didattico è necessario consultare il successivo capitolo relativo ai piani di studio del proprio corso;

- b) il carico didattico per il nuovo anno accademico non può prescindere dagli esami di cui lo studente è ancora in debito. È chiaro che nel momento in cui lo studente effettua l'operazione al terminale self-service è possibile che non tutti gli esami superati siano registrati. Per questo motivo la procedura consentirà di inserire anche più dei crediti massimi previsti. La registrazione degli esami da parte delle Segreterie consentirà l'inserimento automatico nel carico didattico dei crediti eccedenti, nell'ordine in cui lo studente li avrà indicati. È necessario pertanto che lo studente che effettua il carico didattico, indichi i crediti in eccedenza in ordine di priorità;
- c) la procedura è ripetibile ma solo per aggiungere crediti. I crediti inseriti in precedenza non si possono togliere né cambiare;
- d) l'operazione di carico didattico può essere effettuata dal **27 agosto 2001 al 31 maggio 2002**. Resta inteso che non potranno essere inseriti insegnamenti la cui frequenza sia prevista in un periodo didattico terminato o già iniziato;
- e) chi, **entro il 31 maggio 2002**, non abbia definito il carico didattico come studente a tempo parziale, sarà considerato non iscritto per l'anno accademico 2001/2002 e non potrà, quindi, usufruire delle sessioni di esami di profitto e di laurea previste tra il 1 giugno e il 30 settembre.

### Iscrizione a singoli insegnamenti

Per esigenze curriculari, concorsuali, di aggiornamento e di riqualificazione professionale è possibile, per chi sia in possesso di un titolo di studio rilasciato al termine degli studi secondari superiori, iscriversi a singoli insegnamenti.

La domanda di iscrizione deve essere presentata agli sportelli della Segreteria Didattica di riferimento prima dell'inizio del periodo didattico in cui è prevista la frequenza. Si ricorda che l'iscrizione a singoli insegnamenti è incompatibile con l'iscrizione a qualsiasi altro corso universitario.

L'importo delle tasse di iscrizione è quello previsto per gli studenti a tempo parziale (consultare il Regolamento tasse).

Al termine della frequenza agli insegnamenti è previsto il sostenimento del relativo esame di profitto.

La Segreteria rilascia la certificazione finale sia della frequenza che del superamento dell'esame di profitto.

Gli esami superati possono essere riconosciuti in caso di successiva iscrizione ad un corso di studio del Politecnico.

## Iscrivarsi ai corsi

### ■ TASSA E CONTRIBUTO D'ISCRIZIONE

L'iscrizione al Politecnico comporta il versamento di una somma massima annua complessiva di lire 2.295.000 (€ 1.185,25) per gli studenti con iscrizione a tempo pieno e di una somma annua massima di lire 1.120.000 (€ 578,43) per gli studenti con iscrizione a tempo parziale.

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

– **Ente Regionale per il Diritto allo Studio**

Tassa regionale per il Diritto allo Studio, di L. 170.000 (€ 87,80)

La tassa è prevista per legge.

– **Ministero delle Finanze**

Imposta di bollo, di L. 20.000 (€ 10,33)

L'acquisizione della quota relativa alla marca da bollo è autorizzata dal Ministero delle Finanze e permette l'assolvimento virtuale dell'obbligo di apposizione della marca, evitando allo studente l'applicazione del bollo sulla domanda di iscrizione.

– **Compagnia Assicuratrice**

L'amministrazione del Politecnico stipula un'assicurazione contro il rischio di infortuni, a carico degli studenti, il cui costo è di circa lire 3.000 (€ 1,55) l'anno.

Il pagamento delle tasse e dei contributi, può essere effettuato con un versamento sul conto corrente postale intestato al Politecnico oppure ai box self-service, distribuiti in quasi tutte le sedi dell'Ateneo ed attrezzati per ricevere pagamenti tramite Bancomat.

**Si raccomanda a tutti gli studenti di anni successivi al primo** (quindi agli iscritti fino all'a.a. 2000/2001 compreso), qualora decidessero di pagare le tasse con bollettino di conto corrente postale, **di utilizzare i bollettini parzialmente pre-compilati che riceveranno o hanno ricevuto nel corso dell'estate**: sarà così facilitata e resa più sicura l'acquisizione dei dati di pagamento che, va ricordato, non sono più desunti dalla ricevuta di pagamento dal momento che è stato già dallo scorso anno abolito l'obbligo di presentare personalmente la ricevuta di pagamento agli sportelli.

Informazioni precise sull'importo delle tasse dovute (le cifre sopra esposte rappresentano il valore massimo, ma esistono valori intermedi), sulle scadenze, sul modo di pagamento, sono reperibili sul "Regolamento tasse 2001/2002" in distribuzione dal mese di luglio 2001. **Tutti gli studenti sono vivamente invitati a prenderne una copia.**

In estrema sintesi è bene ricordare che, in virtù del "rapporto contrattuale" che lega il Politecnico agli studenti a tempo parziale essi non godono di alcuna riduzione (esonero) delle tasse (*eccezion fatta per i contributi "Tesi fuori sede"*), ma pagano somme diverse a seconda del tipo di carico didattico che intendono acquisire.

Per gli studenti a tempo pieno è invece prevista la possibilità di ottenere riduzioni in base alle condizioni economiche della famiglia, fino ad una tassa di iscrizione minima di lire 535.000 (€ 276,30) annue, presentando domanda e autocertificazione della condizione di redditi e patrimoni di tutti i familiari dello studente.

Anche le norme che regolano la possibilità di ottenere una tassazione ridotta sono pubblicate nel Regolamento tasse sopra citato. Per ottenere le riduzioni devono essere rispettate rigorosamente le scadenze e le procedure previste.

A partire dal secondo anno di iscrizione al Politecnico gli studenti a tempo pieno possono ottenere riduzioni anche sulla base del merito scolastico conseguito nell'anno precedente; queste riduzioni vengono applicate d'ufficio (non occorre presentare domanda).

Le scadenze per il pagamento delle tasse sono diverse, a seconda che lo studente si iscriva per la prima volta (immatricolazione) o abbia già un'iscrizione per anni precedenti ed a seconda che si iscriva a tempo pieno o a tempo parziale.

In generale si è provveduto ad una revisione, rispetto agli anni scorsi, che agevola gli studenti nelle scadenze e modalità di pagamento; è tuttavia bene fare riferimento al Regolamento tasse ed ai calendari pubblicati nelle prime pagine di questa guida al fine di evitare di incorrere nelle more per ritardati pagamenti che continuano ad essere previste.

## Frequenza ai corsi ed esami

---

### ■ FREQUENZA

Le lezioni iniziano il **24 settembre 2001**.

Gli studenti devono prendere visione degli orari ufficiali dei corsi direttamente presso le bacheche appositamente predisposte nelle sedi di frequenza.

La frequenza ai corsi è obbligatoria. Essa viene accertata da ciascun docente secondo modalità concordate con il proprio Consiglio di Facoltà. Per i corsi di diploma universitario gli studenti sono tenuti a presenziare ad almeno il 70% delle lezioni e delle esercitazioni.

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

### ■ ESAMI DI PROFITTO

Per essere ammesso agli esami di profitto lo studente deve aver ottenuto le relative attestazioni di frequenza.

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

**Gli statini sono rilasciati a partire da una settimana prima dell'inizio di ogni periodo d'esame ed hanno validità per tutta la durata dello stesso.**

Le date degli appelli d'esame sono fissate dalla Facoltà e sono consultabili presso le Segreterie Didattiche decentrate o, per i docenti che si avvalgono del sistema automatizzato di prenotazione esami, sul sito Internet del Politecnico.

### Appelli

Il calendario degli appelli sotto riportato è valido per tutti i corsi compresi nell'offerta formativa della III Facoltà di Ingegneria, con le seguenti specificazioni:

- Il calendario qui riportato è valido per gli studenti immatricolati prima dell'a.a. 2000/2001
- Per i Diplomi Universitari, sia decentrati che metropolitani, non sono previste sessioni di esami di profitto a novembre e ad aprile - maggio; chi intende quindi diplomarsi nella I o nella II sessione deve superare l'ultimo esame entro il 22 settembre 2001, mentre chi intende diplomarsi nella III o IV sessione deve superare l'ultimo esame entro il 23 febbraio 2002. Agli studenti iscritti ai diplomi universitari non è inoltre consentito ripetere l'esame fallito nell'ambito della stessa sessione.

## Frequenza ai corsi ed esami

### Insegnamenti per i quali gli studenti ottengono o hanno ottenuto l'attestazione di frequenza a partire dall'a.a. 2000/2001

Vale la seguente tabella dove per modulo A si intende un modulo che termina entro il 1° P.D.; analogamente per gli altri moduli, anche se si svolgono su più P.D.:

Sessione	Appelli	Periodo
3 <sup>a</sup>	A,B, C,D	10 - 22 settembre 2001
1 <sup>a</sup>	A	7 - 27 novembre 2001
	B	28 gennaio - 12 febbraio 2002
	A,B	13 - 23 febbraio 2002
2 <sup>a</sup>	C	18 aprile - 8 maggio 2002
	D	25 giugno - 13 luglio 2002
	C,D	15 - 24 luglio 2002
3 <sup>a</sup>	A,B, C,D	da definire

### Insegnamenti per i quali gli studenti hanno ottenuto l'attestazione di frequenza prima dell'a.a. 2000/2001

Vale la seguente tabella dove per modulo A si intende un modulo che termina entro il 1° P.D.; analogamente per gli altri moduli, anche se si svolgono su più P.D.:

Sessione	Appelli	Periodo
3 <sup>a</sup>	A,B,C,D	30 agosto - .8 settembre 2001
	A,B,C,D	10 - 22 settembre 2001
1 <sup>a</sup>	A	7 - 27 novembre 2001
	B	28 gennaio - 12 febbraio 2002
	A,B,C,D	13 - 23 febbraio 2002
2 <sup>a</sup>	C	18 aprile - 8 maggio 2002
	D	25 giugno - 13 luglio 2002
	A,B, C,D	15 - 24 luglio 2002
3 <sup>a</sup>	A,B, C,D	da definire
	A,B, C,D	da definire

**I laureandi (studenti in debito con un massimo di 22 crediti e che hanno già consegnato il foglio giallo per laurearsi nella sessione successiva) possono sostenere gli accertamenti di tutti i moduli (A, B, C, D) nei periodi A e C delle sessioni 1 e 2.**

**Nota:** Tutte le registrazioni effettuate con statini non validi (cioè relativi a periodi precedenti) o che non rispettino le regole di ripetibilità sopra specificate saranno annullate direttamente dal Servizio Gestione Didattica senza necessità di ulteriori comunicazioni agli interessati.

Al termine di ogni sessione gli studenti sono invitati a controllare ai terminali self-service se tutti gli esami sostenuti sono stati registrati. In caso contrario devono rivolgersi alla Segreteria Didattica di appartenenza.

## Frequenza ai corsi ed esami

### ■ ESAME DI LAUREA

L'esame di laurea in Ingegneria consiste nella discussione pubblica di una tesi scritta. In ogni caso la valutazione del candidato avviene integrando le risultanze dell'intera carriera scolastica con il giudizio sull'esame finale.

Per gli esami generali di laurea sono previste 5 sessioni distribuite come segue:

#### Scadenze presentazione foglio giallo

Sessione	Peso della tesi		
	10 crediti	20 crediti	30 crediti
1 <sup>a</sup> Novembre 2001	14 settembre 2001	13 luglio 2001	18 maggio 2001
2 <sup>a</sup> Gennaio 2002	23 novembre 2001	28 settembre 2001	27 luglio 2001
3 <sup>a</sup> Aprile 2002	15 febbraio 2002	14 dicembre 2001	19 ottobre 2001
4 <sup>a</sup> Luglio 2002	24 aprile 2002	1 marzo 2002	21 dicembre 2001
5 <sup>a</sup> Settembre 2002	12 luglio 2002	17 maggio 2002	15 marzo 2002

#### Sessioni di laurea

sessione	anno	data
1 <sup>a</sup>	2001/2002	19 - 23 novembre 2001
2 <sup>a</sup>	2001/2002	28 gennaio - 1 febbraio 2002
3 <sup>a</sup>	2001/2002	18 - 24 aprile 2002
4 <sup>a</sup>	2001/2002	1 - 5 luglio 2002
5 <sup>a</sup>	2001/2002	16 - 20 settembre 2002

La 3<sup>a</sup> sessione 1° turno dell'a.a. 2000/2001 avrà luogo dal 17 al 21 settembre 2001.

La 3<sup>a</sup> sessione 2° turno dell'a.a. 2000/2001 coincide con la 1<sup>a</sup> sessione dell'a.a. 2001/2002.

E' consentito laurearsi senza pagare ulteriori tasse e contributi di iscrizione solo entro la 1<sup>a</sup> sessione.

#### Tesi di laurea

La tesi di laurea consiste nello svolgimento, sotto la guida di un professore ufficiale o di un ricercatore confermato dell'Ateneo, di un progetto o di uno studio di carattere tecnico o scientifico.

Le norme per lo svolgimento, la discussione e la valutazione delle tesi di laurea sono fissate dalla Facoltà e sono riportate nelle guide ai programmi.

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

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

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

### **Presentazione delle domande per partecipare alle sessioni di laurea**

La domanda di laurea deve essere presentata alla Segreteria Didattica di riferimento, entro la data stabilita dal calendario accademico per ogni singola sessione. Alla domanda devono essere allegati il libretto di iscrizione, la tessera magnetica ed il foglio bianco attestante l'effettiva conclusione del lavoro di tesi e il titolo definitivo della stessa, firmato dal Preside, dal relatore e dagli eventuali co-relatori.

Occorre inoltre provvedere al versamento della somma di L. 50.000, corrispondente al costo del diploma di laurea e all'imposta di bollo assolta in modo virtuale.

Gli studenti iscritti a tempo parziale devono provvedere al versamento di una somma di L. 20.000 per ogni credito relativo al valore della tesi.

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

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

**Tutte le scadenze relative agli esami di laurea sono INDEROGABILI.**

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

## Frequenza ai corsi ed esami

---

### ■ ESAME DI DIPLOMA

L'esame di diploma consiste nella discussione pubblica di una monografia scritta che attesta lo svolgimento di un progetto o di uno studio di carattere tecnico o scientifico su argomenti propri del corso di diploma universitario seguito.

La valutazione finale del candidato avviene integrando le risultanze dell'intera carriera scolastica con il giudizio dell'esame di diploma ed è espressa con voti in centodecimi.

I temi per le monografie vengono preparati ed assegnati da apposite Commissioni, in accordo con gli indirizzi culturali propri di ciascun corso di diploma.

Per l'anno accademico 2001/2002 le sessioni degli esami di diploma rispecchiano esattamente, per date e scadenze, le sessioni previste per gli esami di laurea.

### **Presentazione delle domande per partecipare alle sessioni di diploma**

La domanda per partecipare ad ogni singola sessione di diploma deve essere presentata alla Segreteria Didattica di riferimento, entro la data stabilita dal calendario accademico. Alla domanda devono essere allegati il libretto di iscrizione, la tessera magnetica ed un modulo, in distribuzione presso la Segreteria Didattica di riferimento con l'indicazione dell'argomento della monografia svolta, firmato dai relatori.

Occorre inoltre provvedere al versamento della somma di L. 50.000, corrispondente al costo del diploma di laurea e all'imposta di bollo assolta in modo virtuale.

Gli studenti iscritti a tempo parziale devono provvedere al versamento di una somma di L. 20.000 per ogni credito relativo al valore della tesi.

Le monografie devono essere redatte su fogli di formato Uni A4, rilegate a caldo.

Una copia della monografia, firmata dai relatori, deve essere consegnata alla Segreteria didattica entro la data prevista dal calendario accademico; altra copia deve essere portata dallo studente alla seduta di diploma.

Al momento della presentazione della domanda in Segreteria lo studente deve aver superato tutti gli esami previsti dal piano di studi nonché, per lo studente iscritto ai diplomi che afferiscono al Progetto Campus, aver ottenuto tutte le idoneità relative agli specifici Moduli Didattici previsti da tale Progetto. Deve altresì essere in regola con il pagamento delle tasse e dei contributi per tutti gli anni accademici a cui si è iscritto.

Tutte le scadenze relative alle sessioni di diploma sono riportate nel calendario accademico e precisate, di volta in volta, anche con avviso affisso nelle apposite bacheche della Segreteria Didattica di riferimento. **Le scadenze sono inderogabili.**

### **Sostegni finanziari per lo svolgimento della tesi fuori sede**

Annualmente il Consiglio di Amministrazione determina lo stanziamento di fondi da destinarsi a studenti del Politecnico di Torino quale sostegno finanziario per lo sviluppo di tesi da svolgersi fuori sede e per il quale lo studente debba necessariamente soggiornare fuori dalla propria residenza abituale (maggiori informazioni in questa guida alla voce "Servizi di sostegno economico agli studenti").

### **Banca dati laureati e diplomati "ALMALAUREA"**

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

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

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

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

A breve il questionario cartaceo sarà sostituito da un questionario elettronico. Le modalità di compilazione saranno disponibili presso le Segreterie didattiche di riferimento.

Il conferimento dei dati è facoltativo.

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

**La domanda di laurea è valida solo a seguito della consegna del questionario compilato (almeno nella parte riguardante i dati anagrafici) o della dichiarazione sostitutiva in distribuzione presso le Segreterie Didattiche di riferimento.**

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

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

## Servizi di segreteria

### DOCUMENTI RILASCIATI AGLI STUDENTI

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

#### **Libretto universitario**

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

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

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

- ricevuta comprovante il versamento di L. 20.000, da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria.
- dichiarazione resa dall'interessato ad un funzionario della Segreteria attestante lo smarrimento, da parte dell'interessato, del libretto stesso o le circostanze della distruzione.

#### **Tessera magnetica**

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

- terminali self-service (ritiro certificati, carico didattico, statini etc..)
- ingresso ai laboratori;
- servizi bibliotecari.

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

Per ottenere il duplicato della tessera magnetica lo studente deve presentare istanza alla Segreteria Didattica di riferimento, allegando ricevuta comprovante l'avvenuto versamento di L. 10.000 da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria.

### ■ TRASFERIMENTI

#### **Passaggi interni di Facoltà**

Lo studente iscritto da almeno un anno può chiedere il passaggio ad altra Facoltà del Politecnico.

Per il passaggio ai Corsi delle Facoltà di Architettura è sempre obbligatorio superare il test di ammissione.

Alla domanda, da presentare alla Segreteria Didattica di riferimento entro il termine del **5 ottobre 2001**, occorre allegare:

- il libretto di iscrizione e la tessera magnetica;
- la quietanza del versamento del contributo fisso di L. 30.000 da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria.

#### **Cambiamento di Corso di Laurea o di Diploma Universitario**

Lo studente può richiedere, prima dell'inizio del nuovo anno accademico, di passare ad altro corso di laurea o diploma nell'ambito della stessa facoltà.

Per l'anno accademico 2001/2002 la domanda deve essere presentata alla Segreteria Didattica di riferimento entro il termine del **5 ottobre 2001**, corredata del libretto di iscrizione e del tesserino personale dello studente. Al momento della presentazione della domanda lo studente non deve aver definito il carico didattico per il nuovo anno accademico e deve accertarsi dell'effettiva registrazione di tutti gli esami superati.

La Commissione Trasferimenti della Facoltà, valutata la carriera pregressa, stabilisce l'ulteriore corso degli studi, trasmettendo la relativa delibera alla Segreteria Didattica di riferimento. Lo studente viene quindi convocato presso gli sportelli della Segreteria stessa dove, conosciuto l'esito della richiesta, può procedere alla definizione del proprio carico didattico per il nuovo anno accademico.

Resta inteso che agli studenti iscritti ai diplomi universitari non è consentito il passaggio ai corsi di laurea del Vecchio Ordinamento se non a carriera conclusa.

È possibile invece, sia per gli studenti iscritti ai corsi di laurea del Vecchio Ordinamento che per gli iscritti ai diplomi universitari, richiedere il passaggio ai corsi di laurea del Nuovo Ordinamento. Essi dovranno in ogni caso tenere presente che, la carriera pregressa può essere valutata solo ai fini dell'ammissione agli anni attivi di tali corsi e non possono quindi essere date garanzie su convalide riferite ad insegnamenti non attivati.

Per il passaggio ai corsi di laurea a numero programmato è necessario sostenere la prova di ammissione ed essere in posizione utile nella relativa graduatoria finale (vedi scadenze nella "Guida all'immatricolazione").

#### **Cambiamento di Indirizzo di Laurea o di Diploma Universitario**

Per l'anno accademico 2001/2002 il cambio dell'indirizzo può essere richiesto, **entro il 5 ottobre 2001**, presentando apposita domanda presso gli sportelli della Segreteria Didattica di riferimento.

Il cambio dell'indirizzo sarà successivamente effettuato dallo studente direttamente ai box self-service, in concomitanza con la definizione del carico didattico. Poiché il percorso formativo dello studente è definito anno per anno mediante la definizione del carico didattico, il Servizio Gestione Didattica non può effettuare in modo automatico verifiche di congruenza ai fini del conseguimento del titolo accademico. Pertanto **lo studente è responsabile in modo esclusivo della formulazione del carico didattico che deve essere conforme alle norme dell'indirizzo prescelto.**

## Servizi di segreteria

### **Proseguimento degli studi dei Diplomatici universitari in un Corso di Laurea del Vecchio Ordinamento**

Gli studenti che hanno conseguito il titolo di diplomato universitario possono chiedere l'iscrizione con abbreviazione di carriera a un corso di laurea del Vecchio Ordinamento. Per i corsi di laurea strettamente affini (con la stessa denominazione o con affinità specificata direttamente dal Regolamento Didattico) l'ammissione avviene su un percorso didattico già predisposto, mentre, per qualsiasi altra richiesta, l'ulteriore corso degli studi viene definito dalla competente Commissione di Facoltà a seguito della valutazione della carriera precedente.

Le domande possono essere presentate agli sportelli della Segreteria Didattica di riferimento **entro il 5 ottobre 2001** e, esclusivamente per gli studenti che conseguono il titolo nella sessione di diploma di novembre, **entro il 30 novembre 2001**.

### **Trasferimenti per altra sede**

Lo studente può, in qualsiasi momento, chiedere il trasferimento ad un'altra sede universitaria. Deve in ogni caso preventivamente informarsi presso la sede prescelta, sulla natura dei vincoli stabiliti dalla stessa relativamente ai congedi in arrivo (test d'ammissione, termine per l'accettazione, eventuale nullaosta, ecc.).

*Per ottenere il trasferimento deve presentare alla Segreteria Didattica di riferimento:*

- 1) la domanda, su carta legale da L. 20.000, indirizzata al Rettore, contenente le generalità complete, il corso di laurea cui è iscritto, il numero di matricola, l'indirizzo esatto e l'indicazione precisa dell'Università, della facoltà e del corso di laurea o di diploma universitario a cui intende essere trasferito;
- 2) la quietanza del versamento del contributo fisso di L. 30.000 da effettuarsi a mezzo di bollettino di c.c.p. in distribuzione presso la Segreteria;
- 3) il libretto di iscrizione e la tessera magnetica.

Deve, inoltre, ricordare che:

- non può ottenere il trasferimento se non è in regola con il pagamento delle tasse e dei contributi di iscrizione;
- non può far ritorno al Politecnico se non sia trascorso un anno solare dalla partenza, salvo che la domanda di ritorno sia giustificata da gravi motivi.

### **Trasferimenti da altra sede**

Le domande di studenti che chiedono il trasferimento su corsi ad esaurimento dell'ordinamento antecedente il D.M. 509 del 3/11/1999 sono accettate solo se gli insegnamenti di cui lo studente risulta in debito saranno ancora attivi.

Per i corsi a numero programmato l'accettazione della domanda è subordinata alla verifica della disponibilità dei posti.

Nei casi in cui le domande non vengano accolte la documentazione verrà rispedita alla sede di provenienza, dandone comunicazione all'interessato.

Le domande di studenti che chiedono il trasferimento su corsi dell'ordinamento D.M. 509 del 3/11/1999 (nuove lauree triennali) che non prevedono la programmazione degli accessi vengono accolte a seguito della valutazione della carriera.

Gli studenti devono prestare attenzione al fatto che, trattandosi di corsi di studio in fase di attivazione, non è garantita la disponibilità nell'a.a. 2001/02 di tutti gli insegnamenti previsti nel percorso completo.

**Tutte le domande devono pervenire entro il 5 ottobre 2001.**

Gli studenti che intendono trasferirsi su corsi dell'ordinamento D.M. 509 del 3/11/1999 per i quali è prevista la programmazione di accessi devono in ogni caso sostenere preventivamente il test per collocarsi utilmente nella graduatoria ed immatricolarsi entro le scadenze previste; successivamente potranno richiedere (entro il 5 ottobre 2001) il riconoscimento dei crediti già acquisiti presso l'Università di provenienza.

Gli studenti che desiderano avere informazioni di massima prima di avviare formalmente l'iter del trasferimento si possono rivolgere al Servizio Gestione Didattica telefonando dal lunedì al venerdì dalle ore 13,00 alle 14,00 al numero 011/5646254.

### ■ INTERRUZIONE DEGLI STUDI

Gli studenti che, avendo interrotto di fatto gli studi universitari senza avervi formalmente rinunciato, intendano riprenderli, sono tenuti al pagamento di un contributo fisso di L. 50.000 per ogni anno accademico arretrato per il quale non abbiano effettuato alcun atto di carriera.

#### **Rinuncia al proseguimento degli studi**

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

A tal fine debbono presentare alla Segreteria Didattica di riferimento apposita domanda su carta legale, indirizzata al Rettore, nella quale debbono manifestare in modo chiaro ed esplicito, senza condizioni, termini o clausole che ne restringano l'efficacia, la loro volontà.

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

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

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

Per rinunciare agli studi lo studente deve presentarsi in Segreteria di persona con la seguente documentazione:

- un documento d'identità valido
- la tessera magnetica
- la domanda, compilata su modulo predisposto che sarà in distribuzione presso gli sportelli delle Segreterie Didattiche di riferimento nel caso in cui abbiano autocertificato il titolo di studio, diversamente allo sportello "certificazioni" della Segreteria Centrale.

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

## Servizi di segreteria

### **Riattivazione carriera**

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

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

Lo studente che si ritrovi in questa particolare condizione deve obbligatoriamente presentare domanda di riattivazione carriera presso gli sportelli della Segreteria Didattica di riferimento.

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

### ■ CERTIFICAZIONI

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

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

Per delegare una terza persona al ritiro di certificati occorre fornire alla persona incaricata la delega in carta semplice e la fotocopia del documento d'identità del delegante; essa deve inoltre essere informata delle norme di seguito indicate ed invitata a presentarsi munita anche del proprio documento d'identità.

È possibile, infine, richiedere il rilascio di certificati per posta o via fax; per informazioni telefonare, dalle ore 13 alle ore 14, ai numeri 011/5646254 - fax 011 5646299.

### **Certificati rilasciati agli studenti iscritti**

Per ottenere qualsiasi certificato relativo alla carriera scolastica, lo studente iscritto deve essere in regola con gli atti di carriera scolastica di cui chiede la certificazione.

I certificati predisposti per gli studenti iscritti sono i seguenti:

- di iscrizione;
- di iscrizione con esami superati;
- di iscrizione con il piano di studi;
- ad uso fiscale (per la detrazione delle tasse di iscrizione nella dichiarazione dei redditi);
- di ammissione all'esame di laurea o diploma

**Tutti i certificati devono essere richiesti direttamente ai terminali "self-service" ad eccezione dei certificati a carattere particolare che continueranno ad essere emessi dalla Segreteria Centrale.**

*Agli studenti iscritti, con numero di matricola inferiore a 25.000, la certificazione viene emessa dalla Segreteria Centrale entro tre giorni ed inviata al recapito dello studente; è pertanto necessario presentare:*

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

### Rinvio del servizio militare

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

Studenti immatricolati a partire dall'anno accademico 1998/99

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

Studenti immatricolati prima dell'anno accademico 1998/99

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

Il certificato emesso dal Politecnico di Torino per ottenere il rinvio del servizio militare è disponibile presso i terminali self-service.

**Si ricorda che le norme in materia di ritardi, rinvii e dispense relativi al servizio di leva, sono in fase di adeguamento ai nuovi ordinamenti; non appena entreranno in vigore, ne verrà data diffusione.**

### Restituzione del titolo originale di studi medi

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

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

Lo studente può avvalersi di una delle seguenti modalità:

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

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

## Servizi di segreteria

### Certificati rilasciati a laureati e diplomati

I certificati predisposti per i laureati e i diplomati sono i seguenti:

- di laurea/diploma senza voto finale;
- di laurea/diploma con voto finale;
- di laurea/diploma con voto finale ed esami di profitto;
- di laurea/diploma con voto finale e titolo della tesi;
- di laurea/diploma con storico carriera (certifica tutti gli anni di iscrizione);
- di laurea/diploma ad uso fiscale (per la detrazione delle tasse di iscrizione nella dichiarazione dei redditi);

solo per i laureati:

- di ammissione alle prove dell'esame di stato;
- di abilitazione all'esercizio professionale;
- di abilitazione all'esercizio professionale senza voti finali con dichiarazione di diploma non pronto;
- di abilitazione con voti finali;

**I certificati sono rilasciati esclusivamente presso la Segreteria Didattica di riferimento.**

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

Ai laureati e diplomati non presenti nell'archivio informatico della Segreteria (con numero di matricola inferiore a 25.000), la certificazione viene emessa entro tre giorni e inviata al recapito del laureato/diplomato; è pertanto necessario presentare presso la Segreteria Centrale:

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

### Rilascio del titolo accademico originale e di eventuali duplicati

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

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

- presentandosi **personalmente** presso la Segreteria che provvede al rilascio immediato;
- delegando una terza persona; il delegato deve presentarsi munito della delega in carta semplice, del proprio documento d'identità e del documento d'identità del delegante (o fotocopia).
- richiedendo la spedizione del diploma per posta; per ulteriori informazioni in merito alle modalità di spedizione è possibile telefonare dalle ore 13 alle ore 14, ai numeri 011/5646254 - fax 011/5646299.

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

- 1) denuncia alle autorità competenti in caso di furto, oppure dichiarazione resa dall'interessato ad un funzionario della Segreteria attestante lo smarrimento del diploma stesso o le circostanze della distruzione;
- 2) ricevuta comprovante il versamento di L. 60.000

■ LINGUE STRANIERE

"**Corso di laurea**": tutti gli studenti dei corsi di laurea in ingegneria iscritti per la prima volta negli anni 1997/98 - 1998/99 - 1999/00 devono sostenere l'esame di lingua inglese entro il conseguimento del titolo. Per tale accertamento si richiede il superamento dell'esame P.E.T. (Preliminary English Test) dell'Università di Cambridge con il risultato "Pass with Merit". Gli studenti immatricolati in anni precedenti al 1997/98 possono presentare i certificati di cui alle tabelle di seguito.

Anno di immatricolazione	Lingua	Esame ammesso
Dal 1990/91 al 1993/94	Inglese Francese Spagnolo Tedesco	Prova interna (limitata alle lingue inglesi e francesi) o certificati da tabelle " i, f, s, t".
Dal 1994/95 al 1996/97	Inglese  Francese Spagnolo Tedesco	P.E.T. con "Pass" o certificati da tabella "i"  Prova interna (limitata alla lingua francese) o certificati da tabelle "f,s,t"

<b>Tabella i</b>	<i>Certificati ammessi</i>
Lingua inglese	Preliminary English Test First Certificate in English Certificate in Advanced English Certificate of Proficiency in English TOEFL con almeno 180 punti

<b>Tabella f</b>	<i>Certificati ammessi</i>
Lingua francese	DELFL unità A1 A2 DELFL completo DALF Diplôme de Langue Française Diplôme Supérieur d'Etudes Françaises Modernes

<b>Tabella s</b>	<i>Certificati ammessi</i>
Lingua spagnola	Diploma Inicial de Español Diploma Basico de Español Diploma Superior de Español

<b>Tabella t</b>	<i>Certificati ammessi</i>
Lingua tedesca	Zertifikat Deutsch Zentrale Mittelstufenprüfung Kleines Deutsches Sprachdiplom

"**Corso di diploma universitario**": tutti gli studenti iscritti ai corsi di Diploma a partire dall'anno accademico 1997/98 devono sostenere l'esame di lingua inglese entro il conseguimento del titolo. Per tale accertamento si richiede il superamento dell'esame P.E.T. dell'Università di Cambridge con il risultato "Pass". Sono ritenuti validi anche i certificati della tabella "i".

Per ulteriori informazioni rivolgersi al C.L.A. di Corso Duca degli Abruzzi o consultare il sito internet [www.polito.it/centri/cla/](http://www.polito.it/centri/cla/)

### ■ LE "SCIENZE UMANE"

Nel 1992 il Senato Accademico approvò un progetto di integrazione tra culture scientifiche - tecnologiche e scienze umane.

Le Facoltà di Ingegneria, anche sulla base di quanto accadeva in atenei stranieri, attivarono insegnamenti genericamente detti "Umanistici", che potessero *"essere utili alla formazione dell'ingegnere soprattutto in vista di un suo inserimento nella società e nel mondo del lavoro che non richiede solo nozioni di tipo tecnico-scientifico"*.

Da quella data divenne realtà per gli allievi la possibilità di inserire corsi di estrazione *"non politecnica"*, e quindi aprire orizzonti culturali fino ad allora preclusi.

Circa le modalità d'inserimento delle discipline nei piani di studio, ogni studente deve attenersi alle deliberazioni assunte al riguardo dalla Facoltà. Tali deliberazioni sono riportate per ciascun corso di laurea nella parte dedicata ai piani di studio con la relativa tabella degli insegnamenti delle Scienze Umane attivati nell'anno accademico 2001/2002.

### ■ SAPER COMUNICARE

#### **Premessa**

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

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

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

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

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

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

#### **Come scrivere**

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

- 1) lo stile editoriale e la presentazione grafica nella video scrittura: titoli; disposizione della pagina; uso dei caratteri (tondo, corsivo, neretto, ...), ecc.;
- 2) la chiarezza della scrittura nella presentazione di manoscritti eventualmente corredati da schizzi accurati e da tabelle ordinate (taluni enti, in sede di domanda di assunzione, chiedono un curriculum vitae manoscritto);
- 3) lo stile letterario (ortografia, morfologia, sintassi, punteggiatura) e quindi dimestichezza con grammatiche e dizionari;
- 4) l'articolazione della relazione: sommario, introduzione, corpo (suddiviso in capitoli, sezioni, paragrafi), conclusioni, appendici, bibliografia;
- 5) i disegni e le illustrazioni con le relative didascalie;
- 6) le figure e le tabelle con l'uso sistematico delle unità di misura del Sistema Internazionale.

#### **Il testo "Saper comunicare"**

Per venire incontro alle esigenze degli studenti, non meno che a quelle dei docenti, la facoltà ha fatto redigere da alcuni docenti un testo dal titolo "**Saper comunicare**".

**Il testo, in formato pdf, è leggibile su Internet al seguente indirizzo:**

<http://www.didattica.polito.it/> facendo uso del programma Acrobat Reader; se non si dispone di questo programma gratuito, esso è scaricabile dallo stesso sito; il volumetto stesso può essere scaricato ed usato alle condizioni specificate nella sua seconda pagina.

## Servizi Didattici

---

### ■ MOBILITÀ DEGLI STUDENTI

#### **Stages in Italia**

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

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

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

Per informazioni rivolgersi dal lunedì al venerdì dalle ore 10,30 alle 11,30 e dalle ore 16,00 alle 17,00 al: COREP - Sig.ra Giusy Spinasanta Tel. 564.5131 - Fax 564.5199.

#### **Programmi europei**

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

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

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

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

#### **Socrates**

La partecipazione del Politecnico a questo programma consente di organizzare lo scambio di studenti e di docenti tra università di paesi dell'Unione Europea, dello spazio economico Europeo e, recentemente, anche di : Romania, Ungheria, Repubblica Ceca, Polonia, Slovacchia, Bulgaria, Slovenia, Estonia, Lettonia, Lituania e Cipro.

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

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

### Doppia laurea

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

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

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

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

È stato, inoltre, attivato per gli studenti di Ingegneria Elettronica un accordo di doppia laurea con l'Ecole Polytechnique Fédérale del Lausanne (Svizzera).

### Progetto EURECOM

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

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

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

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

## Servizi Didattici

### **Programmi per gli studenti iscritti ai corsi di Diploma Universitario**

Anche per gli studenti iscritti ai corsi di Diploma Universitario è possibile partecipare ai programmi di mobilità Socrates/Erasmus e conseguire un doppio titolo. Per informazioni più specifiche e relative agli aspetti didattici e dei piani di studio lo studente potrà rivolgersi alla Commissione Socrates della Facoltà.

### **Programmi particolari: Il Progetto TOP - UIC (U.S.A)**

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

Il titolo di *Master of Science* (MS) è il secondo titolo Universitario tecnico-scientifico del sistema nordamericano, che segue il titolo di Bachelor of Science (BS); è il primo a livello *graduate*, ed il più avanzato di interesse generale industriale ed aziendale in genere.

Il titolo di MS è riconosciuto a livello internazionale (in Europa e fuori) in tutte le industrie ed altre aziende ed organizzazioni che operino in settori connessi all'ingegneria.

Il Politecnico di Torino offre programmi che conducono al titolo di MS della *University of Illinois at Chicago*; il programma MS è offerto nei settori *Electrical Engineering / Computer Science* (EECS, facoltà di Ingegneria dell'Informazione) e *Mechanical Engineering* (ME, Meccanica).

La *University of Illinois at Chicago* (UIC) ha una lunga tradizione di eccellenza del campo dell'ingegneria, ed una lunga esperienza di formazione continua e nel segmento di interesse industriale, che ha portato alla realizzazione di corsi di Master molto integrati con le aziende USA.

Tutti i corsi si svolgono al Politecnico, *in inglese*, mentre la tesi di Master è discussa alla UIC. Il programma è *completamente integrato* nel percorso di laurea, come gli altri che conducono a doppi titoli.

Il titolo ottenuto con questo programma è lo stesso che si ottiene negli Stati Uniti presso la UIC.

La durata del programma è di circa un anno solare e ci sono buone possibilità di ottenere borse di studio.

### **Ulteriori informazioni**

Il Politecnico si è dotato di apposite strutture didattiche (la principale è la Commissione Socrates, formata dai Responsabili Socrates e presieduta dal Delegato Socrates) e di una struttura amministrativa, l'**Ufficio Mobilità Studenti** al quale ci si può rivolgere per avere tutte le informazioni che, forzatamente, non possono essere fornite in questa Guida (percorsi formativi, rapporti con le Università partner, borse di studio disponibili, gestione della carriera durante la permanenza all'estero, ecc....)

A tale Ufficio, ubicato sopra la sala Consiglio di Facoltà della sede Corso Duca degli Abruzzi 24 (1° piano, accesso dalle scale collocate a fianco del corridoio aule pari), lo studente può rivolgersi nel seguente orario:

dalle ore 9.00 alle 11.30 tutti i giorni esclusi martedì e sabato

tel. 011564.6124/6115 - fax 011/564.6295

e-mail: [mobilita.studenti@polito.it](mailto:mobilita.studenti@polito.it)

L'Ufficio tiene inoltre costantemente aggiornato un sito internet il cui indirizzo è:  
[http://www.sds.polito.it/socrates/out\\_in.html](http://www.sds.polito.it/socrates/out_in.html)

### ■ BIBLIOTECA CENTRALE DI INGEGNERIA SEDE DI TORINO

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

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

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

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

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

Il prestito è ordinariamente concesso per un periodo di due settimane; quando sia ammesso, il rinnovo del prestito deve essere richiesto prima della scadenza (eventualmente per telefono, al numero 564.6712).

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

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

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

### ■ BIBLIOTECA DELLA SEDE DI MONDOVÌ

La biblioteca è aperta dal lunedì al venerdì dalle ore 9 alle ore 13, il lunedì e il martedì dalle 14 alle 18 - tel. 0174/560.817.

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

## Servizi Didattici

### ■ LABORATORI INFORMATICI DI BASE (LAIB)

I laboratori Informatici di base del Politecnico sono gestiti dal Ce.S.I.T. (Centro Servizi Informatici e Telematici) ed organizzati attualmente su 5 sedi: **C.so Duca degli Abruzzi, Castello del Valentino, Via P.C. Boggio, Lingotto, C.so Marche c/o Alenia**. Rispetto al primo laboratorio realizzato nel 1984, oggi il Centro gestisce 14 laboratori ed oltre 460 PC connessi in rete. È prevista una ulteriore crescita del numero di laboratori nel corso del 2001 e del 2002.

I laboratori costituiscono un punto di riferimento importante di aggregazione per gli studenti e di supporto alla didattica nell'ambito dei corsi istituzionali; permettono la gestione informatizzata degli esami; permettono di supportare la docenza al fine di garantire una preparazione omogenea nella cultura informatica di base e fornire allo studente autonomia operativa; assicurano agli studenti iscritti la possibilità di far uso dei PC dei laboratori configurati con ambienti operativi e software applicativo allo stato dell'arte; forniscono uno strumento per l'innovazione didattica nei corsi progettuali, indispensabile nei diversi settori dell'Ingegneria e dell'Architettura.

Sede	PC	Ore apertura/ settimana	Capacità max. studenti
<b>C.so Duca degli ABRUZZI</b>			<b>530</b>
LAIB 1	70 + 7 per tesisti	55	
LAIB 1 Sala Internet	20	55	
LAIB 2	42+docente	48	
LAIB 3	64	48	
LAIB 4	58	48	
LAIB 5	10	48	
<b>Castello Valentino</b>			<b>150</b>
LAIB 1	35	50	
LAIB 2	21	50	
LAIB 3	20	50	
LIA (Laboratorio Inf. Avanzato)	27	50	
<b>Via P.C.Boggio</b>			<b>120</b>
LAIB 1	30+docente	55	
LAIB 2	33	48	
<b>C.so Marche (ALENIA)</b>			<b>140</b>
LAIB 1	32+docente	40	
LAIB 2	32+docente	40	
<b>Lingotto</b>			<b>70</b>
LAIB 1	36	25	

I laboratori sono attrezzati in modo differenziato a seconda delle esigenze specifiche risultanti da, corsi, docenti e studenti. In particolare sono presenti sistemi di proiezione, stampanti laser ad alta velocità B/N e colore e vari Plotter A0 colori per elaborazioni di CAD, disegno, modellazione, supporti per videoconferenza.

Per maggiori informazioni: <http://www.cesit.polito.it>

### ■ POLITECNICO SU INTERNET

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

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

Altri siti di interesse per gli studenti:

Servizio Gestione Didattica <http://www.didattica.polito.it/>

Facoltà di Architettura <http://www.archi.polito.it/>

II Facoltà di Ingegneria <http://www.vercelli.polito.it>

III Facoltà di Ingegneria <http://www.infotech.polito.it/>

Sistema Bibliotecario <http://www.biblio.polito.it/>

Studenti del Politecnico <http://www.poli.studenti.to.it/>

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

## **Servizi di sostegno economico agli studenti**

---

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

### **■ INIZIATIVE DEL POLITECNICO**

Premesso che le iniziative di sostegno economico attivate dal Politecnico riguardano esclusivamente gli studenti a tempo pieno, qui di seguito sono illustrate le iniziative attualmente in corso e che si prevede verranno attuate anche nell'a.a. 2001/2002.

#### **Borse di studio**

L'iniziativa più consistente è quella delle "borse di studio per l'acquisto di materiale didattico circa 650 borse da 1 o 2 milioni di lire ciascuna, erogate agli studenti nella forma del rimborso di spese sostenute nell'arco di un biennio per seguire gli studi.

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

Il bando di concorso è pubblicato indicativamente nel mese di febbraio.

#### **Collaborazioni part-time degli studenti**

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

Queste collaborazioni (circa 1000 l'anno) sono riservate a studenti iscritti almeno per il terzo anno con un discreto numero di crediti acquisiti e comportano un'attività di 50, 60, 100, 120 oppure 150 ore retribuita sino ad un massimo di 3.300.000 lire.

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

Le graduatorie sono stilate in base al merito scolastico acquisito.

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

- alle bacheche che recano la scritta "BORSE DI STUDIO" situate nella sede centrale (corso Duca degli Abruzzi, 24 Torino) ed al Castello del Valentino (Viale Mattioli, 39 Torino)
- allo sportello "Borse di studio" della Segreteria Centrale in orario di servizio
- all'indirizzo di posta elettronica [diritto.studio@polito.it](mailto:diritto.studio@polito.it)
- al sito Internet <http://www.sds.polito.it/tasse.html>

### Contributi per tesi fuori sede

Annualmente il Consiglio di Amministrazione determina lo stanziamento di fondi da destinarsi a studenti del Politecnico di Torino quale sostegno finanziario per lo sviluppo di tesi da svolgersi fuori sede e per il quale lo studente debba necessariamente soggiornare fuori dalla propria residenza abituale.

Il Regolamento per l'assegnazione dei contributi per tesi fuori sede è in via di revisione, al fine di adeguarlo ai nuovi ordinamenti; è tuttavia ragionevole supporre che alcune delle disposizioni del vecchio Regolamento siano conservate, si tenga quindi presente che, in linea di massima il contributo sarà assegnato per due tipologie di permanenza fuori sede:

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

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

Per informazioni fare riferimento:

- allo sportello "Borse di studio" della Segreteria Centrale in orario di servizio
- all'indirizzo di posta elettronica [diritto.studio@polito.it](mailto:diritto.studio@polito.it)
- al sito Internet <http://www.sds.polito.it/tasse.html> (dove saranno pubblicati il nuovo regolamento e la modulistica).

### ENTE REGIONALE PER IL DIRITTO ALLO STUDIO UNIVERSITARIO (E.D.I.S.U.)

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

L'E.Di.S.U. sta facendo, con la collaborazione del Politecnico che mette a disposizione le proprie strutture, grossi sforzi per decentrare sul territorio i propri servizi.

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

- un servizio di prestito libri di testo. Il periodo del prestito è di circa due mesi. Per informazioni rivolgersi alla sala studio del primo piano sopra la biblioteca centrale di C.so Duca degli Abruzzi 24;
- uno sportello decentrato, gestito assieme al Politecnico, per fornire ed accettare le domande di concorso per i diversi servizi prima citati, aperto nei mesi da luglio ad ottobre; a partire dall'anno accademico entrante questo sportello sarà abilitato ad espletare le procedure per la concessione dell'esonero tasse del Politecnico.

Informazioni più dettagliate, sono riportate nella "Guida ai Servizi" pubblicata dall'E.D.i.S.U. Piemonte. Essa può essere richiesta, oltre che allo "sportello unificato" presso il Politecnico, agli uffici di C.so Raffaello, 20 Torino nel seguente orario lunedì, mercoledì e venerdì 8.30/13.00- martedì e giovedì 8.30/15.00 (continuato).

Informazioni telefoniche: 011 653.11.11

Sito internet <http://www.eds.unito.it>

## Servizi di sostegno economico agli studenti

### ■ COLLEGIO UNIVERSITARIO "RENATO EINAUDI"

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

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

Annualmente il collegio mette a disposizione un centinaio di nuovi posti di cui il 75% riservato alle matricole. La selezione dei candidati è basata sul merito; la retta annuale è stabilita in base al reddito.

**La sezione di Corso Lione sarà chiusa per ristrutturazione per l'intero anno accademico 2001/2002. A seguito di tale chiusura il collegio prevede (solo per l'anno accademico 2001/2002) una riduzione del numero dei posti di nuova assegnazione.**

Il vincitore potrà usufruire del posto per tutta la carriera scolastica se rispetterà le condizioni di merito previste dall'annuale bando di conferma disponibile dalla fine di giugno. Per l'a.a. 2001/2002 il termine per la consegna delle domande è fissato per il giorno 14 settembre 2001.

Per informazioni e per partecipare al concorso rivolgersi alla Direzione, Via Maria Vittoria, 39 - 10123 - Torino, tel.011/812.68.53 - fax 011/817.10.08; e-mail: [info@collegioeinaudi.it](mailto:info@collegioeinaudi.it)

Ulteriori informazioni sul sito:

[www.collegioeinaudi.it](http://www.collegioeinaudi.it)

### ■ ATTIVITÀ CULTURALI, DIDATTICHE E SOCIALI DEGLI STUDENTI

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

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

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

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

### ■ ASSOCIAZIONI E RAPPRESENTANZE STUDENTESCHE

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

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

### ■ C.U.S. (CENTRO UNIVERSITARIO SPORTIVO)

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

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

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

Le principali attività rivolte agli studenti sono: atletica, aerobica, balli latino americani, calcio a cinque, canottaggio, ginnastica generale, hockey su prato, nuoto, pallacanestro, pallavolo, paracadutismo, pattinaggio in linea, ping-pong, sci e vela, attività sportive per studenti disabili.

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

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

## **Informazioni varie**

---

### **■ LEGGE SULLA PRIVACY**

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

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

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

I dati raccolti e conservati sono i seguenti:

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

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

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

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

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

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

### **■ ASSICURAZIONE CONTRO GLI INFORTUNI**

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

Per l'anno accademico 2001/2002 è stata stipulata una nuova polizza, valida per tutti gli studenti regolarmente iscritti, durante la loro permanenza nell'ambito dei locali dell'Ateneo, e/o durante la partecipazione ad esercitazioni e ad iniziative e manifestazioni indette e organizzate dal Politecnico di Torino.

Tale polizza - stipulata con la Compagnia Universo, Gruppo Reale Mutua Assicurazioni - per il periodo 31.03.2001 / 31.03.2002, eventualmente rinnovabile, comprende le garanzie in seguito descritte relative ad infortuni che possono occorrere agli studenti durante:

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

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

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

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

In caso di infortunio, per adempiere a precise disposizioni di legge, è fatto obbligo di darne immediata comunicazione a: Servizio Prevenzione e Protezione del Politecnico di Torino - Telefono 011/564.6186 - 564.6085 - Fax 011/564. 6079 - 564.7969 e di depositare la relativa denuncia del fatto presso il Servizio Prevenzione e Protezione.

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

### **INFERMERIA**

Il servizio di infermeria è stato attivato dal Politecnico presso la sede centrale di Corso Duca degli Abruzzi, 24 Torino ed è gestito dalla SIPA Studio Professionistico Professionale Associato di Chivasso (To).

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

Le prestazioni rivolte agli studenti sono:

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

## Informazioni varie

### ■ IL GARANTE DEGLI STUDENTI

Il nuovo Statuto del Politecnico di Torino in vigore dal 15 marzo 2000 prevede la nuova figura del Garante degli Studenti. Lo Statuto dice all'articolo 3.1:

.....  
"6. Il Comitato nomina un referente per le funzioni di garanzia denominato "Garante degli Studenti", scelto tra i Professori di I fascia dell'Ateneo esterni al Comitato Paritetico per la Didattica.

7. Il Garante degli Studenti, sulla base del monitoraggio e delle segnalazioni pervenute da parte degli studenti, propone al Comitato le opportune iniziative.

Per le questioni di riservatezza personale il Garante degli Studenti riferisce direttamente al Rettore circa gli opportuni provvedimenti da adottare".

.....  
Il Garante è stato nominato dal Comitato Paritetico per la Didattica secondo quanto prescritto dallo Statuto.

Per quanto riguarda le segnalazioni da parte degli studenti, il Garante ha stabilito la seguente procedura:

gli studenti scrivono un messaggio per posta elettronica all'indirizzo *Garante.studenti@polito.it* specificando con ragionevole dettaglio il problema da esaminare, oppure scrivono una lettera tradizionale con il medesimo contenuto, da recapitare presso la sede del Comitato Paritetico per la Didattica (Corso Duca degli Abruzzi, 24 - 10129 TORINO); la lettera deve contenere anche i necessari riferimenti perché il Garante possa mettersi in contatto con gli scriventi.

Il Garante non risponde a lettere anonime; si prega quindi di curare con la massima attenzione, specialmente se si usa la posta elettronica, che il messaggio contenga sempre almeno nome, cognome e numero di matricola dello scrivente e degli scriventi.

Si richiama l'attenzione degli studenti sulla necessità di inoltrare le segnalazioni che ritengono opportune *solamente per iscritto*. Il Garante non può prendere iniziative sulla base di voci o di segnalazioni anonime. Nello stesso tempo il Garante adotterà ogni utile azione per salvaguardare la riservatezza personale degli studenti che decideranno di rivolgergli.

Sulla base delle segnalazioni scritte pervenutegli, il Garante esperisce le prime indagini ed eventualmente convoca gli scriventi specificando luogo ed ora, anche presso le sedi decentrate. Successivamente il Garante proseguirà le sue azioni secondo il dettato dello Statuto.

### ■ NORME DISCIPLINARI

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

Agli studenti possono essere inflitte le seguenti sanzioni disciplinari:

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

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

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

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

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

PIANI DI STUDIO

Dall'anno accademico 1997/1998 l'ordinamento didattico del corso di laurea della facoltà di Ingegneria Elettronica è stato organizzato in modo da consentire lo studio di una serie di corsi di laurea in modo da poter accedere in modo diretto ai corsi di laurea in Ingegneria Elettronica.

**PIANI DI STUDIO**

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

Il piano di studio è articolato in tre anni di corso. Il primo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il secondo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica. Il terzo anno è dedicato allo studio dei corsi di laurea in Ingegneria Elettronica e in Ingegneria Informatica.

## ■ PIANI DI STUDIO

Dall'anno accademico 1999/2000 l'ordinamento didattico dei corsi di laurea della III Facoltà di Ingegneria dell'Informazione è stato oggetto di una radicale trasformazione. Gli insegnamenti sono stati riorganizzati in moduli didattici, tutti quotati in crediti, impartiti in uno o più dei previsti quattro periodi didattici della durata di 6.5 settimane di effettiva attività didattica.

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

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

Non è più necessario che lo studente scelga un piano di studio pluriennale; è sufficiente che formuli il carico didattico di anno in anno.

La formulazione del carico didattico deve essere effettuata direttamente ai terminali self-service del Servizio Studenti decentrati nell'Ateneo. L'operazione può essere ripetuta più volte (la proposta valida sarà quella introdotta per ultima).

Nel predisporre il carico didattico lo studente deve sapere che è consentito l'inserimento di moduli per un massimo di 12 crediti non proposti dalla Facoltà purché:

- non siano simili ad altri insegnamenti presenti nel piano di studio;
- siano impartiti presso altri corsi di laurea della facoltà di Ingegneria o presso altre facoltà universitarie cittadine;
- nel caso di insegnamenti impartiti in altre facoltà universitarie, questi siano oggettivamente diversi dai corsi disponibili presso la facoltà di Ingegneria del Politecnico;
- non possono essere inseriti, se non in soprannumero, i corsi liberi tenuti ai sensi dell'art. 117 del T.U., a meno che detti corsi non siano stati dichiarati equivalenti ai normali insegnamenti impartiti presso la Facoltà.

Gli studenti che hanno già sostenuto insegnamenti negli anni precedenti possono consultare la "tabella delle corrispondenze", subito dopo i piani di studio, per comprendere le precedenze indicate.

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

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

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

### **Insegnamenti obbligatori al primo anno (51 crediti) (non attivato) tab. 1**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
1	3	<b>01AAU</b>	Algebra lineare e geometria analitica A	6	01ACF	
1	4	<b>01AAV</b>	Algebra lineare e geometria analitica B	5	01AAU	
1	1,2	<b>01ACF</b>	Analisi Matematica I	12		
1	2	<b>01ADF</b>	Applicazioni e complementi di chimica	5	01AYT	
1	1,2	<b>01ASO</b>	Elementi di informatica	4		
1	1	<b>01AYT</b>	Fondamenti di chimica	5		
1	3	<b>01BOQ</b>	Meccanica	5		
1	3,4	<b>01CQH</b>	Tecniche di programmazione e linguaggi	5	01ASO	
1	4	<b>01CVP</b>	Termodinamica	4	01BOQ	

### **Insegnamenti obbligatori al secondo anno (50 crediti) (non attivato) tab. 2**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
2	4	<b>01ACJ</b>	Analisi matematica III *	5	01CGI	
2					01AGH	
2	2	<b>01AGH</b>	Calcolo in più variabili *	6	01AAV	
2	4	<b>01APL</b>	Dispositivi e tecnologie per la microelettronica	7	01BOI	
2	1	<b>01ATC</b>	Elettromagnetismo	5	01CVP	
2	2	<b>01AWM</b>	Fenomeni ondulatori	6	01ATC	
2	2	<b>01AZH</b>	Fondamenti di elettrotecnica	5	01ACF	
2	1	<b>01BJD</b>	Introduzione all'elettrotecnica	6	01ACF	
2	3	<b>01BOI</b>	Materiali e dispositivi elettronici passivi	5	01AWM	
2	1	<b>01CGI</b>	Serie di funzioni *	5	01AAV	

\* Insegnamenti ancora attivi

### **Insegnamenti obbligatori al terzo anno (33 crediti) tab. 3**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	3	<b>01EAE</b>	Algoritmi e strutture dati (ELN)	3	01CQH	
3	3	<b>01CZW</b>	Circuiti a parametri distribuiti (ELN)	6	01ATC 01AWM 01BJD 01AZH	
3	4	<b>01BEG</b>	Guide d'onda e antenne elementari	6	01CZW	
3	4	<b>01ADU</b>	Microprocessori e reti informatiche	3	01EAE	
3	3,4	<b>01EAF</b>	Programmazione avanzata in C (ELN)	4	01CQH	
3	1	<b>01CTH</b>	Teoria dei circuiti elettronici A	6	01APL	
3	2	<b>01CTI</b>	Teoria dei circuiti elettronici B	5	01CTH	

# Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

## Almeno 32 crediti dei seguenti insegnamenti

tab. 4

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	1	<b>01ABD</b>	Amplificatori operazionali e alimentatori stabilizzati	6	01CTI	
4	2	<b>01ATW</b>	Elettronica digitale e tecnica delle forme d'onda	6	01ABD	
4	3	<b>01CAT</b>	Progetto di sistemi digitali I	5	01ADU	01CEL 01CEM
4	4	<b>01CAU</b>	Progetto di sistemi digitali II	6	01CAT	01CEL 01CEM
4	3	<b>01CEL</b>	Reti logiche A	5	01CQH	01CAT 01CAU
4	4	<b>01CEM</b>	Reti logiche B	5	01CEL	01CAT 01CAU
4	1	<b>01CNM</b>	Strumentazione elettronica di base (ELN)	6	01CTI	
4	2	<b>01CNV</b>	Strumenti e metodi per le misure elettroniche	4	01CNM	

## Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 5

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	4	<b>01AAD</b>	Acustica applicata e illuminotecnica	4	01AWM	
3	4	<b>01BOS</b>	Meccanica applicata	5	01CUA	
3	3	<b>01CVQ</b>	Termodinamica applicata	5	01AWM	
3	3	<b>01CUA</b>	Teoria dei sistemi meccanici	4		

## Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 6

Ai fini del raggiungimento dei 300 crediti saranno considerati al massimo 10 crediti.

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	4	<b>01EAM</b>	Bilancio e investimenti	4		
5	1	<b>02BFB</b>	Il sistema economico italiano	5		
5	3	<b>02BJN</b>	Istituzioni di economia A	5		
5	4	<b>02BJO</b>	Istituzioni di economia B	4	02BJN	
5	2	<b>02BMJ</b>	Lettura del bilancio ai fini gestionali	4	02BFB	
5	3	<b>01BVM</b>	Organizzazione e strategia	5		

## Almeno 13 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 7

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
2	3	<b>01AGG</b>	Calcolo delle probabilità	4	01AGH	
2	4	<b>01AGI</b>	Calcolo numerico	5	01ACF 01CQH	01AGJ 01AGK
3	1	<b>01AGJ</b>	Calcolo numerico A	5	01AGH 01CQH	01AGI
3	2	<b>01AGK</b>	Calcolo numerico B	5	01AGJ	01AGI
2	4	<b>01BTR</b>	Modelli probabilistici e statistici	4	01AGG	

**Almeno 15 crediti dai seguenti insegnamenti  
solo 10 crediti per chi ha seguito 01CAR Progetti di sistemi di controllo (spec.)**

**tab. 8**

Tutti devono inserire **01CTQ** Teoria dei segnali determinati (eln) oppure **01CXL** Trasmissioni analogiche e PCM

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	3	<b>01ACP</b>	Analisi statistica dei segnali	5	01CTV	
4	1	<b>01AEQ</b>	Architetture e protocolli	4		01CEG
5	4	<b>01AIN</b>	Codici a blocco e crittografia	5	01BAC	
4	1	<b>01AIO</b>	Codici di canale	6	01BUD	
4	4	<b>01ACL</b>	Codifica di immagine e video	4	01CTV	
5	1	<b>01AIX</b>	Commutazione di circuito e segnalazione	4		
5	2	<b>01AIY</b>	Commutazione di pacchetto e cella	5	01AIX	
5	3	<b>01BAC</b>	Fondamenti di teoria dell'informazione e codici	4	01CEH 01BUD	
4	4	<b>01BTB</b>	Modelli a reti di code e reti di Petri	5	01BTH	
4	3	<b>01BTH</b>	Modelli Markoviani	5	01AGG (01CEH o 01CEG)	
3	3	<b>01BUB</b>	Modulazioni analogiche (ELN)	5	01CTV	01CXL
3	4	<b>01BUD</b>	Modulazioni numeriche (ELN)	6	01CTV	01CXL
5	1	<b>01BXB</b>	Ponti radio e satelliti	5	01CEH o (01AIO e 01CXJ) o 01BUD	
5	4	<b>01CCV</b>	Qualità di servizio in reti telematiche	4	01CEH o 01CCT	
4	2	<b>01CEH</b>	Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	01AEQ	01CEG 01CCT
5	4	<b>01CEN</b>	Reti radiomobili cellulari	4	01CEH o 01CEG	
5	1,2	<b>01CHD</b>	Simulazione di sistemi di trasmissione	4	01BXB	
5	1	<b>01CIA</b>	Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva	5	01BUD o 01CXM	
5	2	<b>01CJG</b>	Sistemi radar e radioaiuti alla navigazione	4	01CEH o (01AIO e 01CXJ) o 01CTV	

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

segue tab. 8

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	3	<b>01CNZ</b>	Strumenti per l'offerta di servizi telematici	5	01CEH o 01CCT	
5	3	<b>01CYR</b>	Telecomunicazioni in fibra ottica I	5	01BEH o 01BEG	
5	4	<b>01CYS</b>	Telecomunicazioni in fibra ottica II	5	01CYR 01BUD	
3	1	<b>01CTQ</b>	Teoria dei segnali determinati (ELN)	6	01ACJ	01CXL 01CXM
3	2	<b>01CTV</b>	Teoria dei segnali aleatori (ELN)	6	01CTQ 01AGG	01CXL 01CXM
4	2	<b>01CXJ</b>	Trasmissione numerica su canali "reali"	5	01AIO o 01BUD	
5	3	<b>01CXK</b>	Trasmissione sul canale radiomobile	5	01BUD o 01CXM	
3	3	<b>01CXL</b>	Trasmissioni analogiche e PCM	5	01ACJ	01CTQ 01CTV 01BUB 01BUD
3	4	<b>01CXM</b>	Trasmissioni numeriche e compressione dati	6	01CXL	01CTQ 01CTV 01BUB 01BUD

### Almeno 11 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 9

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	3	<b>01CYU</b>	Analisi dei sistemi dinamici (ELN)	5	01AZH 01ACJ	01ANA 01BLV 01CCF 01ABX 01CAR
4	3	<b>01ABX</b>	Analisi di sistemi lineari con retroazione	5	01BLV 01AZX	01CYU
5	2	<b>01AEY</b>	Aspetti applicativi e sviluppo di casi	6	01CUD	
5	4	<b>01AFH</b>	Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata	5	01ALA e 01BNN	
5	4	<b>01AJF</b>	Complementi di controllo digitale	5	01AZA	
5	3	<b>01ALA</b>	Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua	5	01CAR o 01AZX	
5	2	<b>01ALB</b>	Controllo dei manipolatori industriali	5	01BTT	
3	1	<b>01ANA</b>	Descrizione dei sistemi (*)	4	01ACJ	01CYU 01ABY

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

*segue tab. 9*

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	3	<b>01AZA</b>	Fondamenti di controllo digitale	5	01CAR o 01AZX	
5	3	<b>01AZB</b>	Fondamenti di controllo ottimo	4	01CAR	
4	4	<b>01AZX</b>	Fondamenti di progettazione	6	01CYU	01ANA 01BLV 01CCF 01ABX 01CAR
3	1,2	<b>01BLV</b>	Laboratorio di teoria dei sistemi	4	01ANA 01CCF	01CYU 01ABY
5	1	<b>01BRR</b>	Metodologie e progetto del controllo dei processi	4	01CAR o 01AZX	
4	2	<b>01BTS</b>	Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	5	01CUP	
5	1	<b>01BTT</b>	Modellistica dei manipolatori industriali	5	01BOS, (01ABX o 01ABY o 01CYU)	
5	2	<b>01CAH</b>	Progetto del controllo di un processo	5	01BRR	
4	4	<b>01CAR</b>	Progetto di sistemi di controllo (spec.)	6	01ABX	01CYU 01AZX
3	2	<b>01CCF</b>	Proprietà strutturali di sistemi (*)	4	01ANA	01CYU 01ABY
5	4	<b>01CPL</b>	Tecniche avanzate di controllo ottimo	5	01AZB	
5	1	<b>01CUD</b>	Teoria dell'automazione industriale	5	01CAR o 01AZX	
4	1	<b>01CUP</b>	Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio	5	01CCF o 01BLV	

\* Questi moduli richiedono obbligatoriamente di essere seguiti da 01ABX e 01CAR

**Almeno 20 crediti dagli insegnamenti riportati nelle tabelle 10.1, 10.2.  
Insegnamenti di Campi**

**tab. 10.1**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	1	<b>01ACV</b>	Antenne ad apertura	6	01BJA o 01BEG	
4	2	<b>01ACX</b>	Antenne filiformi, a microstriscia. Schiere	4	01ACV	
4	2	<b>01AIF</b>	Circuiti a microonde	5	01CBX	
4	2	<b>01AJQ</b>	Componenti per ottica integrata	5	01CBW	
5	4	<b>01ARU</b>	Effetti propagativi nei sistemi di telecomunicazione	4	01CBZ	
5	4	<b>01AYW</b>	Fondamenti di compatibilità elettromagnetica	5	01BJB	
5	3	<b>01BJB</b>	Introduzione alla compatibilità elettromagnetica	5	01BEG	
5	3	<b>01BTD</b>	Modelli di componenti passivi in strutture guidanti	5	01BEG 01CZW	

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

segue tab. 10.1

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	4	<b>01BTE</b>	Modelli di strutture irradianti	4	01BTD	
4	1	<b>01CBW</b>	Propagazione di fasci ottici	5	01CZW 01BEG	
4	1	<b>01CBX</b>	Propagazione guidata e componenti a microonde	5	01BJA o 01BEG	
5	3	<b>01CBZ</b>	Propagazione troposferica e ionosferica	5	01BJA o 01BEG	
4	2	<b>01CTB</b>	Telerilevamento e diagnostica ambientale	5	01CTE	
4	1	<b>01CTE</b>	Telerilevamento: fondamenti teorici	5	01AWM	

### Insegnamenti di Elettronica:

tab. 10.2

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	4	<b>01ABE</b>	Amplificazione, modulazione e rivelazione ottica	5	01BEG 01APL	
5	1	<b>01ADX</b>	Architettura dei sistemi integrati	4	01CEM o 01CAU	
4	3	<b>01API</b>	Dispositivi alle alte frequenze e optoelettronici	5	01APL	
4	3	<b>01APJ</b>	Dispositivi e circuiti di base	5	01ATW	
4	3	<b>01ATG</b>	Elettronica ad alta velocità	5	(01ATW o 01ATU o 01ATV) e (01CEM o 01CAU)	
4	4	<b>01ATO</b>	Elettronica delle microonde	5	01APL 01BEG	
4	4	<b>01BWT</b>	Elettronica delle telecomunicazioni: Anelli ad aggancio di fase e interconnessioni	6	01AIJ o 01ATW	
4	3	<b>01AIJ</b>	Elettronica delle telecomunicazioni: Circuiti non lineari e convertitori A/D/A	5	01BUD o 01ATW	
5	4	<b>01ATR</b>	Elettronica dello stato solido	5		
4	3	<b>01BMB</b>	Laser a semiconduttore	5	01BEG 01APL	
4	4	<b>01BUF</b>	Moduli funzionali complessi e strumenti CAD	5	01APJ	
5	1	<b>01BYI</b>	Processi tecnologici	5		
4	4	<b>01BZM</b>	Progettazione di sistemi digitali	5	01ATG	
	1,2	<b>01CAW</b>	Progetto di sistemi integrati	3	01ADX o 01CRC	
5	2	<b>01CQT</b>	Tecnologia dei dispositivi	5		
5	2	<b>01CRC</b>	Tecnologia dei sistemi integrati	3	01ADX	

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalle seguenti tabelle:

### Insegnamenti di Informatica:

**tab. 11.1**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	4	<b>01EAL</b>	Applicazioni (avanzate) di intelligenza artificiale	5	01EAK	
4	4	<b>01ADV</b>	Architettura dei sistemi di elaborazione	3	01CBI	
5	1	<b>01ADW</b>	Architettura dei sistemi distribuiti	4	01CEG 01CCT	
4	1	<b>01ADY</b>	Architettura dei sistemi operativi	6	01ADU	
4	3	<b>01AEA</b>	Architettura delle basi di dati	5	01ADU	
4	1	<b>01AIR</b>	Collaudo di sistemi digitali I	4	01CAU o 01CEM	
4	2	<b>01AIS</b>	Collaudo di sistemi digitali II	5	01AIR	
5	3	<b>01EAK</b>	Fondamenti di intelligenza artificiale	4	01ADU	
4	4	<b>01BFA</b>	Il progetto delle basi di dati	5	01AEA	
5	1,2	<b>01EAD</b>	Laboratorio di informatica grafica	3	01EAG 01EAH	
4	2	<b>01CAX</b>	Progetto di sistemi operativi	6	01ADY	
4	3	<b>01CBI</b>	Programmazione ad oggetti	4	01ADU	
4	4	<b>01CCT</b>	Protocolli per le applicazioni su Internet	5	01CEG o 01ADU	01AEQ 01CEH
5	1	<b>01CDY</b>	Reti di calcolatori II A	5	01CEH o 01CCT	
5	2	<b>01CDZ</b>	Reti di calcolatori II B	5	01CDY	
4	3	<b>01CEG</b>	Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	5	01ADU o 01CEH	01AEQ
5	2	<b>01CGR</b>	Sicurezza delle reti e commercio elettronico	5	01CEG 01CCT	
4	4	<b>01CJC</b>	Sistemi operativi	3	01ADV	
5	2	<b>01EAH</b>	Tecniche di analisi dell'immagine	3	01ADU	
5	1	<b>01EAG</b>	Tecniche di sintesi dell'immagine	3	01ADU	

### Insegnamenti di Misure:

**tab. 11.2**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01CGG</b>	Sensori ottici	5	01CGH	
5	1	<b>01CGH</b>	Sensoristica classica	5		
5	2	<b>01CJF</b>	Sistemi per l'acquisizione dati	5	01ABD	
5	1	<b>01CNT</b>	Strumentazione programmabile	4	01ABD	

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

### Altri insegnamenti

tab. 11.3

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01AAZ</b>	Alimentatori a commutazione	6	01BIZ	
5	4	<b>01BPS</b>	Applicazione della teoria quantistica	5	01BPR	
4	4	<b>01AXH</b>	Complementi di fisica dello stato solido	4	01AXG	
5	3	<b>01BPR</b>	Elementi di meccanica quantistica	5	01AWM	
5	4	<b>01AWH</b>	Fasi cristalline e caratterizzazioni dei materiali	4		
5	3	<b>01AWY</b>	Fisica dei laser	4	01AWM	
5	3	<b>01AXE</b>	Fisica delle superfici	5	01AWM	
5	1	<b>01AYE</b>	Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi	5	01ATW o 01ATL	
4	2	<b>01AYN</b>	Flusso su reti e elementi di programmazione intera	5	01CBU	
5	3	<b>01BUT</b>	Fondamenti di elaborazione e segnali biomedici	4		
4	3	<b>01AXG</b>	Fondamenti di fisica dello stato solido	5	01AWM	
5	1	<b>01BIZ</b>	Interruttori e amplificatori	4	01ATW o 01AIK	
5	1,2	<b>01BKU</b>	Laboratorio di fisica matematica	3	01BTI	
5	4	<b>01BNB</b>	Localizzazione, scheduling e programmazione non lineare	5	01BQH	
5	1	<b>01BNO</b>	Macchine elettriche in regime stazionario	5	01AZH o 01CEF	
5	2	<b>01BNN</b>	Macchine elettriche in regime dinamico	4	01BNO	
5	3	<b>01BQH</b>	Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	01AYN	
5	1	<b>01BTI</b>	Modelli matematici A	3	01CQH o 01CGI	
5	2	<b>01BTJ</b>	Modelli matematici B	3	01BTI	
5	4	<b>01AWZ</b>	Ottica quantistica	5		
4	1	<b>01CBU</b>	Programmazione lineare e allocazione di risorse	5	01AGH 01AAV	
5	3	<b>01CCC</b>	Proprietà e problematiche d'uso dei materiali	5		
5	2	<b>01CNI</b>	Strumentazione biomedica	4	01AYE	
5	4	<b>01CPM</b>	Tecniche avanzate di elaborazione dei segnali biomedici	5	01BUT	

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

Ulteriori insegnamenti della tabella seguente (ai fini del raggiungimento dei 300 crediti saranno considerati al massimo 5 crediti):

**tab. 12**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
2		<b>01AOD</b>	Diritto dell'ambiente	3
2		<b>01DAO</b>	Estetica A (*)	3
2		<b>01DAP</b>	Estetica B	2
2		<b>01DAW</b>	Etica ambientale	3
2		<b>01DAQ</b>	Filosofia della mente A (mente, cervello e computer)(*)	3
2		<b>01DAR</b>	Filosofia della mente B (mente, cervello e computer)	2
2		<b>01DAY</b>	Filosofia e scienza del novecento	3
1		<b>01CCA</b>	Introduzione al pensiero contemporaneo	5
1		<b>01CJQ</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa A	5
1		<b>01CJR</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa B	5
2		<b>01DAS</b>	Storia contemporanea A	3
2		<b>01DAT</b>	Storia contemporanea B	2
2		<b>01DAX</b>	Storia dell'innovazione (L'innovazione tecnologica prima e dopo la rivoluzione industriale)	3
2		<b>01DAU</b>	Storia della filosofia contemporanea A (*)	3
2		<b>01DAV</b>	Storia della filosofia contemporanea B	2
1		<b>01CLW</b>	Storia della tecnica A (Società, economia, scienza)	5
1		<b>01CLX</b>	Storia della tecnica B (L'età della tecnica: il XX secolo e lo spazio)	5
2		<b>01DAZ</b>	Tecniche di scrittura	3
<b>LA740</b> Lingua inglese (Advanced English Test - Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)				10
<b>LA730</b> Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF)				10
<b>LA750</b> Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)				10
<b>LA804</b> Stage aziendale I				5
<b>LA806</b> Stage aziendale II				5

(\*) I corsi del secondo semestre costituiti da un corso base (A) seguito da un approfondimento tematico (B), i primi con valore di 3 crediti e i secondi con valore di 2 crediti, possono essere seguiti sia nella loro integrità (A+B) sia solamente nella prima parte (A).

### Corsi seminariali

Saranno attivati corsi seminariali, le cui modalità di erogazione, sostenimento e insegnamento nel carico didattico verranno comunicate mediante affissione nella bacheca della segreteria didattica e sulle pagine web della Facoltà.

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

### **Orientamento mirante al conseguimento del Master of science EECS della UIC**

I corsi seguiti nell'ambito di tale programma vengono valutati globalmente come 90 crediti; di questi, 60 possono essere utilizzati dallo studente per soddisfare parte dei requisiti di cui alle tabelle precedenti secondo quanto approvato annualmente dalla Facoltà e 30 possono essere utilizzati come crediti derivanti dallo svolgimento della tesi di laurea.

Potrà essere comunque richiesto allo studente un completamento del lavoro di tesi per l'adeguamento agli standard.

### **Orientamento mirante al conseguimento della doppia laurea con EURECOM**

Lo studente che vuole partecipare all'iniziativa dovrà, prima della sua partenza, aver seguito i seguenti moduli:

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
1		<b>01ABD</b>	Amplificatori operazionali e alimentatori stabilizzati	6	01CTI	
2		<b>01ATW</b>	Elettronica digitale e tecnica delle forme d'onda	6	01ABD	
1		<b>01AEQ</b>	Architetture e protocolli	4	01CTQ 01CTV	01CEG 01CCT
2		<b>01CEH</b>	Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	01AEQ	01CEG 01CCT

Al suo ritorno verranno riconosciuti tutti i seguenti moduli per il primo semestre EURECOM approssimativamente per un totale di 30 crediti:

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
1		<b>01ACP</b>	Analisi statistica dei segnali	5
2		<b>01ACL</b>	Codifica di immagine e video	4
4		<b>01ATO</b>	Elettronica delle microonde (*)	5
1		<b>02BFB</b>	Il sistema economico italiano	5
2		<b>02BMJ</b>	Lettura del bilancio ai fini gestionali	4
4		<b>01BWT</b>	Elettronica delle telecomunicazioni: anelli ad aggancio di fase e interconnessioni (*)	6

\* Verranno riconosciuti in alternativa 01API e 01ATO oppure 01AIJ e 01BWT

## Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica

Verranno riconosciuti, inoltre, in dipendenza dell'orientamento seguito al secondo semestre ad EURECOM i seguenti moduli per un totale di 30 crediti:

### Multimedia

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
1		<b>01EAO</b>	Complementi di informatica avanzata	1
3,4		<b>01ARZ</b>	Elaborazione numerica dei segnali	9
1		<b>01CNM</b>	Strumentazione elettronica di base	6
2		<b>01CNV</b>	Strumenti e metodi per le misure elettroniche	4
		<b>01CSG</b>	Tecnologie e applicazioni multimediali	11

### Corporate Communication

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
		<b>01BWN</b>	Pianificazione ed economia delle reti	10
		<b>01CEE</b>	Reti d'impresa	10
1		<b>01CNM</b>	Strumentazione elettronica di base	6
4		<b>01CON</b>	Sviluppo del software in C++ e JAVA	5

### Mobile

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
1		<b>01EAO</b>	Complementi di informatica avanzata	1
4		<b>01CEN</b>	Reti radiomobili cellulari	4
		<b>LA790</b>	Reti e servizi per comunicazioni mobili	11
1		<b>01CNM</b>	Strumentazione elettronica di base	6
2		<b>01CNV</b>	Strumenti e metodi per le misure elettroniche	4
3		<b>01CXK</b>	Trasmissione sul canale radiomobile	5

# Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

## Indirizzo: Sistemi ed applicazioni informatici

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

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

### Insegnamenti obbligatori al primo anno (51 crediti) (non attivato) tab. 1

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
1	3	<b>01AAU</b>	Algebra lineare e geometria analitica A	6	01ACF	
1	4	<b>01AAV</b>	Algebra lineare e geometria analitica B	5	01AAU	
1	1	<b>01ACF</b>	Analisi matematica I	12		
1	2	<b>01ADF</b>	Applicazioni e complementi di chimica	5	01AYT	
1	1,2	<b>01ASO</b>	Elementi di informatica	4		
1	1	<b>01AYT</b>	Fondamenti di chimica	5		
1	3	<b>01BOQ</b>	Meccanica	5		
1	3,4	<b>01CQH</b>	Tecniche di programmazione e linguaggi	5	01ASO	
1	4	<b>01CVP</b>	Termodinamica	4	01BOQ	

### Insegnamenti obbligatori al secondo anno (49 crediti) (non attivato) tab. 2

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
2	1	<b>02AAX</b>	Algoritmi e strutture dati	6	01CQH	
2	4	<b>01ACJ</b>	Analisi matematica III *	5	01AGH 01CGI	
2	2	<b>01AGH</b>	Calcolo in più variabili *	6	01AAV	
2	1	<b>01ATC</b>	Elettromagnetismo	5	01CVP	
2	4	<b>01CEF</b>	Elettrotecnica: Reti dinamiche	6	01ACF	
2	3	<b>01CEO</b>	Elettrotecnica: Reti resistive	5	01ACF	
2	2	<b>01AWM</b>	Fenomeni ondulatori	6	01ATC	
2	2	<b>02CBK</b>	Programmazione avanzata in C	5	02AAX	
2	1	<b>01CGI</b>	Serie di funzioni *	5	01AAV	

\* Insegnamenti ancora attivi

### Almeno 4 crediti dai seguenti insegnamenti tab. 3

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
2	3	<b>01AGG</b>	Calcolo delle probabilità	4	01AGH	
2	4	<b>01BTR</b>	Modelli probabilistici e statistici	4	01AGG	

### Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti tab. 4

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	4	<b>01AAD</b>	Acustica applicata e illuminotecnica	4	01AWM	
3	4	<b>01BOS</b>	Meccanica applicata	5	01CUA	
3	3	<b>01CUA</b>	Teoria dei sistemi meccanici	4		
3	3	<b>01CVQ</b>	Termodinamica applicata	5	01AWM	

### Altri insegnamenti obbligatori (76 crediti)

tab. 5

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	3	<b>01ABM</b>	Analisi dei sistemi ad eventi discreti	4	01ACJ	
3	1	<b>01ADS</b>	Architettura dei calcolatori	5	02CBK	
4	1	<b>01ADY</b>	Architettura dei sistemi operativi	6	01EAN	
3	2	<b>01ATH</b>	Elettronica analogica	7	01CEF	
4	2	<b>01ATL</b>	Elettronica dei sistemi di acquisizione dati	5	01ATU 01ATH	
4	1	<b>01ATM</b>	Elettronica dei sistemi di interconnessione	6	01ATU 01ATH	
3	1	<b>01ATU</b>	Elettronica digitale (INF)	5	01CEF	
4	2	<b>01AYN</b>	Flusso su reti e elementi di programm. intera	5	01CBU	
3	4	<b>01BZJ</b>	Progettazione di sistemi a reti di code	5	01ABM	
3	3	<b>01CAT</b>	Progetto di sistemi digitali I	5	01EAN	
3	4	<b>01CAU</b>	Progetto di sistemi digitali II	6	01CAT	
4	2	<b>01CAX</b>	Progetto di sistemi operativi	6	01ADY	
4	1	<b>01CBU</b>	Programmazione lineare e allocazione di risorse	5	01AGH 01AAV	
3	2	<b>01EAN</b>	Sistemi di elaborazione a microprocessore	6	01ADS	

### Almeno 11 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 6

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	3	<b>01BUC</b>	Modulazioni analogiche (TLC)	5	01CTW	
3	4	<b>01BUE</b>	Modulazioni numeriche (TLC)	6	01BUC	
3	2	<b>01CTW</b>	Teoria dei segnali aleatori (TLC) (*)	6	01CTR 01AGG	01CXL
3	1	<b>01CTR</b>	Teoria dei segnali determinati (TLC) (*)	6	01ACJ	01CXL
3	3	<b>01CXL</b>	Trasmissioni analogiche e PCM	5	01ACJ	01CTR 01BUE
3	4	<b>01CXM</b>	Trasmissioni numeriche e compressione dati	6	01CXL	

\* 01CTR e 01CTW richiedono obbligatoriamente di essere seguiti da 01BUC e 01BUE

# Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

## Almeno 11 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 7

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	3	<b>01ABX</b>	Analisi di sistemi lineari con retroazione	5	01BLV	01ABY
3	1	<b>01ABY</b>	Analisi di sistemi per il controllo.	5	01CEF 01ACJ	01ANA 01ABX
3	1	<b>01ANA</b>	Descrizione dei sistemi (*)	4	01ACJ	01ABY
3	1,2	<b>01BLV</b>	Laboratorio di teoria dei sistemi (*)	4	01ANA 01CCF	
4	2	<b>01CAP</b>	Progetto di sistemi di controllo	6	01ABY	
4	4	<b>01CAR</b>	Progetto di sistemi di controllo (spec.)	6	01ABX	
3	2	<b>01CCF</b>	Proprietà strutturali di sistemi (*)	4	01ANA	

\* Questi moduli richiedono obbligatoriamente di essere seguiti da 01ABX e 01CAR

## Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 8

Ai fini del raggiungimento dei 300 crediti saranno considerati al massimo 10 crediti.

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	4	<b>01EAM</b>	Bilancio e investimenti	4		
5	1	<b>02BFB</b>	Il sistema economico italiano	5		
5	3	<b>02BJN</b>	Istituzioni di economia A	5		
5	4	<b>02BJO</b>	Istituzioni di economia B	4	02BJN	
5	2	<b>02BMJ</b>	Lettura del bilancio ai fini gestionali	4	02BFB	
5	3	<b>01BVM</b>	Organizzazione e strategia	5		

## Almeno 30 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 9

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	3,4	<b>01EIH</b>	Applicazioni multimediali interattive e distribuite (corso web)	5	(01CCT o 01CEH o 01CDY) e (01CON o 01CNZ)	
4	3	<b>01AEA</b>	Architettura delle basi di dati	5	02CBK	
5	1	<b>01EIF</b>	Architetture avanzate di elaborazione	5	01CAX	
4	1	<b>01AEQ</b>	Architetture e protocolli	4		01CEG
4	4	<b>01BFA</b>	Il progetto delle basi di dati	5	01AEA	
4	3	<b>01BID</b>	Ingegneria del software	6	01CJC o 02CBK	
4	4	<b>01BKK</b>	Laboratorio di compilatori	3	01BMX	
4	3	<b>01BMX</b>	Linguaggi formali e compilatori	6	01EAN	
5	2	<b>01EIG</b>	Programmazione di sistema in ambiente Windows	5	01CAX	
4	4	<b>01CCT</b>	Protocolli per le applicazioni su Internet	5	01CEG o 01CAX o	01AEQ 01CEH
4	3	<b>01CEG</b>	Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	5	01ASY o 01EAN o	01AEQ 01CEH
4	2	<b>01CEH</b>	Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	01AEQ	01CEG 01CCT
4	4	<b>01CON</b>	Sviluppo del software in C++ e JAVA	5	01CJC o 02CBK	01CNZ

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalle seguenti tabelle.

### Altri insegnamenti di Informatica

**tab. 10**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	4	<b>01EAL</b>	Applicazioni (avanzate) di intelligenza artificiale	5	01EAK	
5	1	<b>01ADW</b>	Architettura dei sistemi distribuiti	4	01CEG 01CCT	
5	4	<b>01AEP</b>	Architetture distribuite	4	01EAN	
5	3	<b>01AGN</b>	Calcolo parallelo e architetture complesse	5	01EAN	
4	1	<b>01AIR</b>	Collaudo di sistemi digitali I	4	01CAU o 01CEM	
4	2	<b>01AIS</b>	Collaudo di sistemi digitali II	5	01AIR	
5	3	<b>01EAK</b>	Fondamenti di intelligenza artificiale	4	02CBK	
5	1,2	<b>01EAD</b>	Laboratorio di informatica grafica	3	01EAG 01EAH	
4	4	<b>01BTB</b>	Modelli a reti di code e reti di Petri	5	01BTH	
4	3	<b>01BTH</b>	Modelli Markoviani	5	01AGG (01CEH o 01CEG)	
5	1	<b>01CDY</b>	Reti di calcolatori II A	5	01CEH o 01CCT	
5	2	<b>01CDZ</b>	Reti di calcolatori II B	5	01CDY	
5	2	<b>01CGR</b>	Sicurezza delle reti e commercio elettronico	5	01CEG 01CCT	
5	2	<b>01EAH</b>	Tecniche di analisi dell'immagine	3	02CBK	
5	1	<b>01EAG</b>	Tecniche di sintesi dell'immagine	3	02CBK	

### Altri insegnamenti:

**tab. 11**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01AAZ</b>	Alimentatori a commutazione	6	01BIZ	
5	1	<b>01ADX</b>	Architettura dei sistemi integrati	4	01CEM o 01CAU	
5	2	<b>01AEY</b>	Aspetti applicativi e sviluppo di casi	6	01CUD	
5	4	<b>01AFH</b>	Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata	5	01ALA 01BNN	
5	4	<b>01AIN</b>	Codici a blocco e crittografia	5	01BAC	
4	1	<b>01AIO</b>	Codici di canale	6	01BUE	
5	1	<b>01AIX</b>	Commutazione di circuito e segnalazione	4		
5	2	<b>01AIY</b>	Commutazione di pacchetto e cella	5	01AIX	
5	4	<b>01AJF</b>	Complementi di controllo digitale	5	01AZA	
4	4	<b>01AXH</b>	Complementi di fisica dello stato solido	4	01AXG	
5	3	<b>01ALA</b>	Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua	5	01CAP o 01CAR	

## Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

segue tab. 11

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01ALB</b>	Controllo dei manipolatori industriali	5	01BTT	
4	3	<b>01ATG</b>	Elettronica ad alta velocità	5	01ATU 01CAU	
5	3	<b>01AWY</b>	Fisica dei laser	4	01AWM	
5	1	<b>01AYE</b>	Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi	5	01ATW o 01ATL	
5	3	<b>01AZA</b>	Fondamenti di controllo digitale	5	01CAP o 01CAR	
4	3	<b>01AZB</b>	Fondamenti di controllo ottimo	4	01CAR	
4	3	<b>01AXG</b>	Fondamenti di fisica dello stato solido	5	01AWM	
5	3	<b>01BAC</b>	Fondamenti di teoria dell'informazione e codici	4	01CXM o 01BUE	
5	1	<b>01BIZ</b>	Interruttori e amplificatori	4	01ATW o 01AIK	
5	1,2	<b>01BKU</b>	Laboratorio di fisica matematica	3	01BTI	
5	4	<b>01BNB</b>	Localizzazione, scheduling e programmazione non lineare	5	01BQH	
5	2	<b>01BNN</b>	Macchine elettriche in regime dinamico	4	01BNO	
5	1	<b>01BNO</b>	Macchine elettriche in regime stazionario	5	01AZH o 01CEF	
5	3	<b>01BQH</b>	Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	01AYN	
5	1	<b>01BRR</b>	Metodologie e progetto del controllo dei processi	4	01CAP o 01AZX	
5	1	<b>01BTI</b>	Modelli matematici A	3	01CQH o 01CGI	
5	2	<b>01BTJ</b>	Modelli matematici B	3	01BTI	
4	2	<b>01BTS</b>	Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	5	01CUP	
5	1	<b>01BTT</b>	Modellistica dei manipolatori industriali	5	01BOS, (01ABX o 01ABY o 01CYU)	
5	4	<b>01AWZ</b>	Ottica Quantistica	5		
5	1	<b>01BYI</b>	Processi tecnologici	5		
4	4	<b>01BZM</b>	Progettazione di sistemi digitali	5	01ATG	
5	2	<b>01CAH</b>	Progetto del controllo di un processo	5	01BRR	
5	1,2	<b>01CAW</b>	Progetto di sistemi integrati	3	01ADX o 01CRC	
5	4	<b>01CCV</b>	Qualità di servizio in reti telematiche	4	01CEH o 01CCT	
5	4	<b>01CEN</b>	Reti radiomobili cellulari	4	01CEH o 01CEG	

## Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

segue tab. 11

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	1	<b>01CIA</b>	Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva	5	01BUE 01CXM	
5	2	<b>01CNI</b>	Strumentazione biomedica	4	01AYE	
5	3	<b>01CNZ</b>	Strumenti per l'offerta di servizi telematici	5	01CEH o 01CCT	01CON
4	4	<b>01CPL</b>	Tecniche avanzate di controllo ottimo	5	01AZB	
5	2	<b>01CQT</b>	Tecnologia dei dispositivi	5		
5	2	<b>01CRC</b>	Tecnologia dei sistemi integrati	3	01ADX	
5	1	<b>01CUD</b>	Teoria dell'automazione industriale	5	01CAR o 01CAP	
4	1	<b>01CUP</b>	Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio	5	01CCF o 01BLV	
4	2	<b>01CXJ</b>	Trasmissione numerica su canali "reali"	5	01AIO o 01BUE	
5	3	<b>01CXK</b>	Trasmissione sul canale radiomobile	5	01BUE o 01CXM	

## Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

Ulteriori insegnamenti della tabella seguente (ai fini del raggiungimento dei 300 crediti saranno considerati al massimo 5 crediti):

**tab. 12**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
2		<b>01AOD</b>	Diritto dell'ambiente	3
2		<b>01DAO</b>	Estetica A (*)	3
2		<b>01DAP</b>	Estetica B	2
2		<b>01DAW</b>	Etica ambientale	3
2		<b>01DAQ</b>	Filosofia della mente A (mente, cervello e computer)(*)	3
2		<b>01DAR</b>	Filosofia della mente B (mente, cervello e computer)	2
2		<b>01DAY</b>	Filosofia e scienza del novecento	3
1		<b>01CCA</b>	Introduzione al pensiero contemporaneo	5
1		<b>01CJQ</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa A	5
1		<b>01CJR</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa B	5
2		<b>01DAS</b>	Storia contemporanea A	3
2		<b>01DAT</b>	Storia contemporanea B	2
2		<b>01DAX</b>	Storia dell'innovazione (L'innovazione tecnologica prima e dopo la rivoluzione industriale)	3
2		<b>01DAU</b>	Storia della filosofia contemporanea A (*)	3
2		<b>01DAV</b>	Storia della filosofia contemporanea B	2
1		<b>01CLW</b>	Storia della tecnica A (Società, economia, scienza)	5
1		<b>01CLX</b>	Storia della tecnica B (L'età della tecnica: il XX secolo e lo spazio)	5
2		<b>01DAZ</b>	Tecniche di scrittura	3
<b>NA740</b> Lingua inglese (Advanced English Test - Cambridge oppure: TOEFL con almeno 600 punti o 250 punti con il nuovo sistema di votazione)				10
<b>NA730</b> Lingua francese (Diplôme Avancé de Langue Française: DALF)				10
<b>NA750</b> Lingua tedesca (Kleines Deutsches Sprachdiplom: KDS)				10
<b>NA804</b> Stage aziendale I				5
<b>NA806</b> Stage aziendale II				5

(\*) I corsi del secondo semestre costituiti da un corso base (A) seguito da un approfondimento tematico (B), i primi con valore di 3 crediti e i secondi con valore di 2 crediti, possono essere seguiti sia nella loro integrità (A+B) sia solamente nella prima parte (A).

### Corsi seminariali

Saranno attivati corsi seminariali, le cui modalità di erogazione, sostenimento e inserimento nel carico didattico verranno comunicate mediante affissione nella bacheca della segreteria didattica e sulle pagine web della Facoltà.

### Orientamento mirante al conseguimento del Master of science EECS della UIC

I corsi seguiti nell'ambito di tale programma vengono valutati globalmente come 90 crediti; di questi, 60 possono essere utilizzati dallo studente per soddisfare parte dei requisiti di cui alle tabelle precedenti secondo quanto approvato annualmente dalla Facoltà e 30 possono essere utilizzati come crediti derivanti dallo svolgimento della tesi di laurea.

Potrà essere comunque richiesto allo studente un completamento del lavoro di tesi per l'adeguamento agli standards.

## Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

### **Orientamento mirante al conseguimento della doppia laurea con EURECOM**

Lo studente che vuole partecipare all'iniziativa dovrà, prima della sua partenza, aver seguito i seguenti moduli:

*tab. 13*

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
1		<b>01AEQ</b>	Architetture e protocolli	4	01CTQ 01CTV	01CEG 01CCT
2		<b>01ATL</b>	Elettronica dei sistemi di acquisizione dati	5	01ATU 01ATH	
1		<b>01ATM</b>	Elettronica dei sistemi di interconnessione	6	01ATU 01ATH	
2		<b>01CEH</b>	Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	01AEQ	01CEG 01CCT
2		<b>01CTW</b>	Teoria dei segnali aleatori	6	01CTR 01AGG	
1		<b>01CTR</b>	Teoria dei segnali determinati	6	01ACJ	01CXL

Al suo ritorno verranno riconosciuti tutti i seguenti moduli per il primo semestre EURECOM approssimativamente per un totale di 30 crediti:

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
2		<b>01ACL</b>	Codifica di immagine a video	4
1		<b>01ACP</b>	Analisi statistica dei segnali	5
4		<b>01EAM</b>	Bilancio e investimenti	4
1		<b>01AIO</b>	Codici di canale	6
3		<b>01BVM</b>	Organizzazione e strategia	5
2		<b>01CXJ</b>	Trasmissione numerica su canali "reali"	5

Verranno riconosciuti, inoltre, in dipendenza dell'orientamento seguito al secondo semestre ad EURECOM i seguenti moduli approssimativamente per un totale di 30 crediti:

### **Multimedia**

*tab. 14*

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
1		<b>01EAO</b>	Complementi di informatica avanzata	1
		<b>01ARZ</b>	Elaborazione numerica dei segnali	9
1,2		<b>01EAP</b>	Laboratorio di informatica grafica II	4
2		<b>01EAH</b>	Tecniche di analisi dell'immagine	3
1		<b>01EAG</b>	Tecniche di sintesi dell'immagine	3
		<b>01CSG</b>	Tecnologie e applicazioni multimediali	11

### **Corporate Communication**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
3		<b>01BID</b>	Ingegneria del software	6
		<b>01BWN</b>	Pianificazione ed economia delle reti	10
		<b>01CEE</b>	Reti d'impresa	10
4		<b>01CON</b>	Sviluppo del software in C++ e JAVA	5

## Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

### ■ INDIRIZZO: AUTOMAZIONE E SISTEMI DI AUTOMAZIONE INDUSTRIALE

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

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

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

#### Altri insegnamenti obbligatori (89 crediti)

tab. 15

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	3	<b>01ABM</b>	Analisi dei sistemi ad eventi discreti	4	01ACJ	
4	3	<b>01ABX</b>	Analisi di sistemi lineari con retroazione	5	01BLV	01ABY
3	1	<b>01ADS</b>	Architettura dei calcolatori	5	02CBK	
3	1	<b>01ANA</b>	Descrizione dei sistemi (*)	4	01ACJ	01ABY
3	2	<b>01ATH</b>	Elettronica analogica	7	01CEF	
4	2	<b>01ATL</b>	Elettronica dei sistemi di acquisizione dati	5	01ATU 01ATH	
4	1	<b>01ATM</b>	Elettronica dei sistemi di interconnessione	6	01ATU 01ATH	
3	1	<b>01ATU</b>	Elettronica digitale (INF)	5	01CEF	
4	2	<b>01AYN</b>	Flusso su reti e elementi di programmazione intera	5	01CBU	
4	3	<b>01AZB</b>	Fondamenti di controllo ottimo	4	01CAR	
3	1,2	<b>01BLV</b>	Laboratorio di teoria dei sistemi (*)	4	01ANA 01CCF	
3	4	<b>01BZJ</b>	Progettazione di sistemi a reti di code	5	01ABM	
4	4	<b>01CAR</b>	Progetto di sistemi di controllo (spec.)	6	01ABX	
3	3	<b>01CAT</b>	Progetto di sistemi digitali I	5	01ADU o 01EAN	01CEL 01CEM
4	1	<b>01CBU</b>	Programmazione lineare e allocazione di risorse	5	01AGH 01AAV	
3	2	<b>01CCF</b>	Proprietà strutturali di sistemi (*)	4	01ANA	
3	2	<b>01EAN</b>	Sistemi di elaborazione a microprocessore	6	01ADS	
4	4	<b>01CPL</b>	Tecniche avanzate di controllo ottimo	5	01AZB	

\* Questi moduli richiedono obbligatoriamente di essere seguiti da 01ABX e 01CAR

#### Almeno 28 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 16

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01AEY</b>	Aspetti applicativi e sviluppo di casi	6	01CUD	
5	4	<b>01AJF</b>	Complementi di controllo digitale	5	01AZA	
5	2	<b>01ALB</b>	Controllo dei manipolatori industriali	5	01BTT	
5	3	<b>01AZA</b>	Fondamenti di controllo digitale	5	01CAR	

## Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

segue tab. 16

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	1	<b>01BRR</b>	Metodologie e progetto del controllo dei processi	4	01CAR o 01AZX	
4	2	<b>01BTS</b>	Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	5	01CUP	
5	1	<b>01BTT</b>	Modellistica dei manipolatori industriali	5	01BOS (01ABX o 01ABY o 01CYU)	
5	2	<b>01CAH</b>	Progetto del controllo di un processo	5	01BRR	
5	1	<b>01CUD</b>	Teoria dell'automazione industriale	5	01CAR o	
4	1	<b>01CUP</b>	Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio	5	01CCF o 01BLV	

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalle seguenti tabelle:

### Altri Insegnamenti

**tab. 17**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01AAZ</b>	Alimentatori a commutazione	6	01BIZ	
5	4	<b>01EAL</b>	Applicazioni (avanzate) di intelligenza artificiale	5	01EAK	
5	1	<b>01ADW</b>	Architettura dei sistemi distribuiti	4	01CEG 01CCT	
4	1	<b>01ADY</b>	Architettura dei sistemi operativi	6	01EAN o	
4	3	<b>01AEA</b>	Architettura delle basi di dati	5	02CBK o	
5	4	<b>01AEP</b>	Architetture distribuite	4	01EAN	
4	1	<b>01AEQ</b>	Architetture e protocolli	4		01CEG
5	4	<b>01AFH</b>	Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata	5	01ALA 01BNN	
5	3	<b>01AGN</b>	Calcolo parallelo e architetture complesse	5	01EAN	
4	1	<b>01AIO</b>	Codici di canale	6	01BUE	
4	1	<b>01AIR</b>	Collaudo di sistemi digitali I	4	01CAU o 01CEM	
4	2	<b>01AIS</b>	Collaudo di sistemi digitali II	5	01AIR	
4	4	<b>01AXH</b>	Complementi di fisica dello stato solido	4	01AXG	
5	3	<b>01ALA</b>	Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua	5	01CAR	
4	3	<b>01ATG</b>	Elettronica ad alta velocità	5	01ATU o 01CAU	
5	3	<b>01AWY</b>	Fisica dei laser	4	01AWM	
4	3	<b>01AXG</b>	Fondamenti di fisica dello stato solido	5	01AWM	
5	3	<b>01EAK</b>	Fondamenti di intelligenza artificiale	4	02CBK o	
4	4	<b>01BFA</b>	Il progetto delle basi di dati	5	01AEA	

## Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

segue tab. 17

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	3	<b>01BID</b>	Ingegneria del software	6	01CJC o 02CBK	
5	1	<b>01BIZ</b>	Interruttori e amplificatori	4	01ATW o 01AIK	
4	4	<b>01BKK</b>	Laboratorio di compilatori	3	01BMX	
5	1,2	<b>01BKU</b>	Laboratorio di fisica matematica	3	01BTI	
5	1,2	<b>01EAD</b>	Laboratorio di informatica grafica	3	01EAG 01EAH	
4	3	<b>01BMX</b>	Linguaggi formali e compilatori	6	01EAN	
5	4	<b>01BNB</b>	Localizzazione, scheduling e programmazione non lineare	5	01BQH	
5	1	<b>01BNO</b>	Macchine elettriche in regime stazionario	5	01AZH o 01CEF	
5	2	<b>01BNN</b>	Macchine elettriche in regime dinamico	4	01BNO	
5	3	<b>01BQH</b>	Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	01AYN	
5	1	<b>01BTI</b>	Modelli matematici A	3	01CQH o 01CGI	
5	2	<b>01BTJ</b>	Modelli matematici B	3	01BTI	
5	4	<b>01AWZ</b>	Ottica Quantistica	5		
5	1	<b>01BYI</b>	Processi tecnologici	5		
4	4	<b>01BZM</b>	Progettazione di sistemi digitali	5	01ATG	
3	4	<b>01CAU</b>	Progetto di sistemi digitali II	6	01CAT	01CEL 01CEM
4	2	<b>01CAX</b>	Progetto di sistemi operativi	6	01ADY	
4	4	<b>01CCT</b>	Protocolli per le applicazioni su Internet	5	01CEG o 01CAX	01AEQ 01CEH
5	1	<b>01CDY</b>	Reti di calcolatori II A	5	01CEH o 01CCT	
5	2	<b>01CDZ</b>	Reti di calcolatori II B	5	01CDY	
4	3	<b>01CEG</b>	Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	5	01EAN	01AEQ 01CEH
4	2	<b>01CEH</b>	Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	01AEQ	01CEG 01CCT
5	4	<b>01CEN</b>	Reti radiomobili cellulari	4	01CEH o 01CEG	
5	2	<b>01CGR</b>	Sicurezza delle reti e commercio elettronico	5	01CEG 01CCT	
5	2	<b>01CJF</b>	Sistemi per l'acquisizione dati	5	01ATL	
5	1	<b>01CNT</b>	Strumentazione programmabile	4	01ATL	
4	4	<b>01CON</b>	Sviluppo del software in C++ e JAVA	5	01CJC o 02CBK	01CNZ

*segue tab. 17*

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01EAH</b>	Tecniche di analisi dell'immagine	3	02CBK	
5	1	<b>01EAG</b>	Tecniche di sintesi dell'immagine	3	02CBK o 01ADU	
4	2	<b>01CQT</b>	Tecnologia dei dispositivi	5		
4	2	<b>01CXJ</b>	Trasmissione numerica su canali "reali"	5	01AIO o 01BUE	
5	3	<b>01CXK</b>	Trasmissione sul canale radiomobile	5	01BUE o 01CXM	

Ulteriori insegnamenti della tabella seguente (ai fini del raggiungimento dei 300 crediti saranno considerati al massimo 5 crediti):

**tab. 18**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
	2	<b>01AOD</b>	Diritto dell'ambiente	3
	2	<b>01DAO</b>	Estetica A (*)	3
	2	<b>01DAP</b>	Estetica B	2
	2	<b>01DAW</b>	Etica ambientale	3
	2	<b>01DAQ</b>	Filosofia della mente A (mente, cervello e computer)(*)	3
	2	<b>01DAR</b>	Filosofia della mente B (mente, cervello e computer)	2
	2	<b>01DAY</b>	Filosofia e scienza del novecento	3
	1	<b>01CCA</b>	Introduzione al pensiero contemporaneo	5
	1	<b>01CJQ</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa A	5
	1	<b>01CJR</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa B	5
	2	<b>01DAS</b>	Storia contemporanea A	3
	2	<b>01DAT</b>	Storia contemporanea B	2
	2	<b>01DAX</b>	Storia dell'innovazione (L'innovazione tecnologica prima e dopo la rivoluzione industriale)	3
	2	<b>01DAU</b>	Storia della filosofia contemporanea A (*)	3
	2	<b>01DAV</b>	Storia della filosofia contemporanea B	2
	1	<b>01CLW</b>	Storia della tecnica A (Società, economia, scienza)	5
	1	<b>01CLX</b>	Storia della tecnica B (L'età della tecnica: il XX secolo e lo spazio)	5
	2	<b>01DAZ</b>	Tecniche di scrittura	3

(\*) I corsi del secondo semestre costituiti da un corso base (A) seguito da un approfondimento tematico (B), i primi con valore di 3 crediti e i secondi con valore di 2 crediti, possono essere seguiti sia nella loro integrità (A+B) sia solamente nella prima parte (A).

### Corsi seminariali

Saranno attivati corsi seminariali, le cui modalità di erogazione, sostenimento e inserimento nel carico didattico verranno comunicate mediante affissione nella bacheca della segreteria didattica e sulle pagine web della Facoltà.

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

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

Sono obbligatori i seguenti insegnamenti:

### **Insegnamenti obbligatori al primo anno (51 crediti)(non attivato) tab. 1**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
1	3	<b>01AAU</b>	Algebra lineare e geometria analitica A	6	01ACF	
1	4	<b>01AAV</b>	Algebra lineare e geometria analitica B	5	01AAU	
1	1,2	<b>01ACF</b>	Analisi matematica I	12		
1	2	<b>01ADF</b>	Applicazioni e complementi di chimica	5	01AYT	
1	1,2	<b>01ASO</b>	Elementi di informatica	4		
1	1	<b>01AYT</b>	Fondamenti di chimica	5		
1	3	<b>01BOQ</b>	Meccanica	5		
1	3,4	<b>01CQH</b>	Tecniche di programmazione e linguaggi	5	01ASO	
1	4	<b>01CVP</b>	Termodinamica	4	01BOQ	

### **Insegnamenti obbligatori al secondo anno (62 crediti)(non attivato) tab. 2**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
2	3	<b>01ACJ</b>	Analisi matematica III *	5	01CGI	
2					01AGH	
2	3	<b>01AGG</b>	Calcolo delle probabilità *	4	01AGH	
2	2	<b>01AGH</b>	Calcolo in più variabili *	6	01AAV	
2	4	<b>01AGI</b>	Calcolo numerico	5	01ACF	01AGJ
					01CQH	01AGK
2	2	<b>01ASY</b>	Elementi di programmazione	5	01CHU	
2	1	<b>01ATC</b>	Elettromagnetismo	5	01CVP	
2	2	<b>01AWM</b>	Fenomeni ondulatori	6	01ATC	
2	4	<b>01BTR</b>	Modelli probabilistici e statistici	4	01AGG	
2	1	<b>01CGI</b>	Serie di funzioni *	5	01AAV	
2	1	<b>01CHU</b>	Sistemi di elaborazione, algoritmi e strutture dati	6	01CQH	
2	3	<b>01CTJ</b>	Teoria dei circuiti: fondamentali	5	01AWM	
2	4	<b>01CZY</b>	Teoria dei circuiti: reti dinamiche	6	01CTJ	

\* Insegnamenti ancora attivi

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

### Insegnamenti obbligatori (33 crediti)

**tab. 3**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	1	<b>01AEQ</b>	Architetture e protocolli	4		01CEG
3	3	<b>01BUC</b>	Modulazioni analogiche (TLC)	5	01CTW	
3	4	<b>01BUE</b>	Modulazioni numeriche (TLC)	6	01BUC	
4	2	<b>01CEH</b>	Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	01AEQ 01CCT	01CEG
3	2	<b>01CTW</b>	Teoria dei segnali aleatori (TLC)	6	01CTR 01AGG	01CXL
3	1	<b>01CTR</b>	Teoria dei segnali determinati (TLC)	6	01ACJ	01CXL

### Altri insegnamenti obbligatori (53 crediti)

**tab. 4**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	1	<b>01CZX</b>	Circuiti a parametri distribuiti (TLC)	5	01ATC 01AWM 01CTJ 01CZY	
4	2	<b>01AIK</b>	Circuiti per telecomunicazioni	5	01ATV	
4	1	<b>01ATV</b>	Elettronica digitale (TLC)	5	01ATY	
3	2	<b>01ATY</b>	Elettronica I: applicazioni	6	01ATZ	
3	1	<b>01ATZ</b>	Elettronica I: fondamentali	6	01CZY	
3	2	<b>01BEH</b>	Guide d'onda metalliche e dielettriche	6	01CZX	
3	3	<b>01BJG</b>	Irradiazione e antenne	6	01AGI 01CQH 01CZX	
4	3	<b>01CBI</b>	Programmazione ad oggetti	4	01ASY o 01ADU	
5	3	<b>01CNN</b>	Strumentazione elettronica di base (TLC)	4	01BUE 01ATY	
5	4	<b>01CNW</b>	Strumenti e metodi per telecomunicazioni	6	01CNN	

### Almeno 11 crediti dai seguenti insegnamenti

**tab. 5**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	3	<b>01CYV</b>	Analisi di sistemi dinamici (TLC)	5	01CZY 01ACJ	01ANA 01CCF 01BLV 01ABX 01CAR
4	3	<b>01ABX</b>	Analisi di sistemi lineari con retroazione	5	01BLV	01CYU 01AZZ
3	1	<b>01ANA</b>	Descrizione dei sistemi (*)	4	01ACJ	01CYU 01ABY

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

segue tab. 5

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	1,2	<b>01BLV</b>	Laboratorio di teoria dei sistemi (*)	4	01ANA 01CCF 01CYU 01ABY	
4	4	<b>01CAS</b>	Progetto di sistemi di controllo (TLC)	6	01CYV	01ANA 01CCF 01BLV 01ABX 01CAR
4	4	<b>01CAR</b>	Progetto di sistemi di controllo (spec.)	6	01ABX	01CYU 01AZX
3	2	<b>01CCF</b>	Proprietà strutturali di sistemi (*)	4	01ANA	01CYU 01ABY

\* Questi moduli richiedono obbligatoriamente di essere seguiti da 01ABX e 01CAR

### Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 6

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
3	4	<b>01AAD</b>	Acustica applicata e illuminotecnica	4	01AWM	
3	4	<b>01BOS</b>	Meccanica applicata	5	01CUA	
3	3	<b>01CUA</b>	Teoria dei sistemi meccanici	4		
3	3	<b>01CVQ</b>	Termodinamica applicata	5	01AWM	

### Almeno 9 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 7

Ai fini del raggiungimento dei 300 crediti saranno considerati al massimo 10 crediti.

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	4	<b>01EAM</b>	Bilancio e investimenti	4		
5	1	<b>02BFB</b>	Il sistema economico italiano	5		
5	3	<b>02BJN</b>	Istituzioni di economia A	5		
5	4	<b>02BJO</b>	Istituzioni di economia B	4	02BJN	
5	2	<b>02BMJ</b>	Lettura del bilancio ai fini gestionali	4	02BFB	
5	3	<b>01BVM</b>	Organizzazione e strategia	5		

### Almeno 23 crediti dai seguenti insegnamenti

tab. 8

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	4	<b>01ABE</b>	Amplificazione, modulazione e rivelazione ottica	5	01BEG 01APL	
4	3	<b>01ACP</b>	Analisi statistica dei segnali	5	01CTW	
4	1	<b>01ACV</b>	Antenne ad apertura	6	01BJA o 01BEG	
4	2	<b>01ACX</b>	Antenne filiformi, a microstriscia. Schiere	4	01ACV	
4	4	<b>01ADV</b>	Architettura dei sistemi di elaborazione	3	01CBI	
4	2	<b>01AIF</b>	Circuiti a microonde	5	01CBX	
5	4	<b>01AIN</b>	Codici a blocco e crittografia	5	01BAC	

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

segue tab. 8

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
4	1	<b>01AIO</b>	Codici di canale	6	01BUE	
4	4	<b>01ACL</b>	Codifica di immagine e video	4	01CTW	
5	1	<b>01AIX</b>	Commutazione di circuito e segnalazione	4		
5	2	<b>01AIY</b>	Commutazione di pacchetto e cella	5	01AIX	
4	2	<b>01AJQ</b>	Componenti per ottica integrata	5	01CBW	
5	4	<b>01ARU</b>	Effetti propagativi nei sistemi di telecomunicazione	4	01CBZ	
4	4	<b>01BWT</b>	Elettronica delle telecomunicazioni: Anelli ad aggancio di fase e interconnessioni	6	01AIJ o 01ATW	
4	3	<b>01AIJ</b>	Elettronica delle telecomunicazioni: Circuiti non lineari e convertitori A/D/A	5	01BUE 01ATY o 01ATW	
5	4	<b>01AYW</b>	Fondamenti di compatibilità elettromagnetica	5	01BJB	
5	3	<b>01BAC</b>	Fondamenti di teoria dell'informazione e codici	4	01CEH 01BUE	
3	4	<b>01BJA</b>	Introduzione ai sistemi radio. Elettromagnetismo numerico	5	01BJG	
5	3	<b>01BJB</b>	Introduzione alla compatibilità elettromagnetica	5	01BEG	
4	3	<b>01BMB</b>	Laser a semiconduttore	5	01BEG 01APL	
4	4	<b>01BTB</b>	Modelli a reti di code e reti di Petri	5	01BTH	
4	3	<b>01BTH</b>	Modelli Markoviani	5	01AGG 01CEH o 01CEG	
5	1	<b>01BXB</b>	Ponti radio e satelliti	5	01CEH o (01AIO e 01CXJ) 01BUE	
4	1	<b>01CBW</b>	Propagazione di fasci ottici	5	01CZW 01BEG	
4	1	<b>01CBX</b>	Propagazione guidata e componenti a microonde	5	01BJA o 01BEG	
5	3	<b>01CBZ</b>	Propagazione troposferica e ionosferica	5	01BJA o 01BEG	
5	4	<b>01CCV</b>	Qualità di servizio in reti telematiche	4	01CEH o 01CCT	
5	4	<b>01CEN</b>	Reti radiomobili cellulari	4	01CEH o 01CEG	
5	1,2	<b>01CHD</b>	Simulazione di sistemi di trasmissione	4	01BXB	
5	1	<b>01CIA</b>	Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva	5	01BUE	
4	4	<b>01CJC</b>	Sistemi operativi	3	01ADV	

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

segue tab. 8

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01CJG</b>	Sistemi radar e radioaiuti alla navigazione	4	01CEH o (01AIO o 01CXJ) o 01CTV	
5	3	<b>01CNZ</b>	Strumenti per l'offerta di servizi telematici	5	01CEH o 01CCT	01CON
5	3	<b>01CYR</b>	Telecomunicazioni in fibra ottica I	5	01BEH o 01BEG	
5	4	<b>01CYS</b>	Telecomunicazioni in fibra ottica II	5	01CYR 01BUE	
4	2	<b>01CTB</b>	Telerilevamento e diagnostica ambientale	5	01CTE	
4	1	<b>01CTE</b>	Telerilevamento: fondamentali teorici	5	01AWM	
4	2	<b>01CXJ</b>	Trasmissione numerica su canali "reali"	5	01AIO o 01BUE	
5	3	<b>01CXK</b>	Trasmissione sul canale radiomobile	5	01BUE	

Ulteriori insegnamenti tratti dalle precedenti e dalle seguenti tabelle:

### Altri insegnamenti:

tab. 9

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01AAZ</b>	Alimentatori a commutazione	6	01BIZ	
5	4	<b>01BPS</b>	Applicazioni delle teoria quantistica	5	01BPR	
5	1	<b>01ADX</b>	Architettura dei sistemi integrati	4	01CEM o 01CAU	
4	1	<b>01ADY</b>	Architettura dei sistemi operativi	6	01ASY	
4	3	<b>01AEA</b>	Architettura delle basi di dati	5	01ASY	
5	2	<b>01AEY</b>	Aspetti applicativi e sviluppo di casi	6	01CUD	
5	4	<b>01AJF</b>	Complementi di controllo digitale	5	01AZA	
4	4	<b>01AXH</b>	Complementi di fisica dello stato solido	4	01AXG	
5	2	<b>01ALB</b>	Controllo dei manipolatori industriali	5	01BTT	
4	3	<b>01APJ</b>	Dispositivi e circuiti di base	5	01ATW	
5	3	<b>01BPR</b>	Elementi di meccanica quantistica	5	01AWM	
4	3	<b>01ATG</b>	Elettronica ad alta velocità	5	(01ATW o 01ATU o 01ATV) e (01CEM o 01CAU)	
5	3	<b>01AWY</b>	Fisica dei laser	4	01AWM	
5	3	<b>01AXE</b>	Fisica delle superfici	5	01AWM	
5	1	<b>01AYE</b>	Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi	5	01ATW o 01ATL	
4	2	<b>01AYN</b>	Flusso su reti e elementi di programmazione intera	5	01CBU	

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

*segue tab. 9*

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	3	<b>01AZA</b>	Fondamenti di controllo digitale	5	01CAR o 01CAS	
4	3	<b>01AXG</b>	Fondamenti di fisica dello stato solido	5	01AWM	
4	4	<b>01BFA</b>	Il progetto delle basi di dati	5	01AEA	
4	3	<b>01BID</b>	Ingegneria del software	6	01CJC	
5	1	<b>01BIZ</b>	Interruttori e amplificatori	4	01ATW o 01AIK	
5	1,2	<b>01BKU</b>	Laboratorio di fisica matematica	3	01BTI	
5	4	<b>01BNB</b>	Localizzazione, scheduling e programmazione non lineare	5	01BQH	
5	3	<b>01BQH</b>	Metodi di ottimizzazione combinatoria	4	01AYN	
5	1	<b>01BTI</b>	Modelli matematici A	3	01CQH o 01CGI	
5	2	<b>01BTJ</b>	Modelli matematici B	3	01BTI	
4	2	<b>01BTS</b>	Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	5	01CUP	
5	1	<b>01BTT</b>	Modellistica dei manipolatori industriali	5	01BOS (01ABX o 01ABY o 01CYU)	
4	4	<b>01BUF</b>	Moduli funzionali complessi e strumenti CAD	5	01APJ	
5	4	<b>01AWZ</b>	Ottica quantistica	5		
5	1	<b>01BYI</b>	Processi tecnologici	5		
4	4	<b>01BZM</b>	Progettazione di sistemi digitali	5	01ATG	
5	1,2	<b>01CAW</b>	Progetto di sistemi integrati	3	01ADX o 01CRC	
4	2	<b>01CAX</b>	Progetto di sistemi operativi	6	01ADY	
4	1	<b>01CBU</b>	Programmazione lineare e allocazione di risorse	5	01AGH 01AAV	
5	1	<b>01CDY</b>	Reti di calcolatori II A	5	01CEH o 01CCT	
5	2	<b>01CDZ</b>	Reti di calcolatori II B	5	01CDY	
4	3	<b>01CEL</b>	Reti logiche A	5	01CQH	01CAT 01CAU
4	4	<b>01CEM</b>	Reti logiche B	5	01CEL	01CAT 01CAU
5	2	<b>01CJF</b>	Sistemi per l'acquisizione dati	5	01AIK	
5	1	<b>01CNI</b>	Strumentazione biomedica	4	01AYE	
5	1	<b>01CNT</b>	Strumentazione programmabile	4	01AIK	
4	4	<b>01CON</b>	Sviluppo del software in C++ e JAVA	5	01CJC	01CNZ

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

segue tab. 9

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
5	2	<b>01CQT</b>	Tecnologia dei dispositivi	5		
5	2	<b>01CRC</b>	Tecnologia dei sistemi integrati	3	01ADX	
5	1	<b>01CUD</b>	Teoria dell'automazione industriale	5	01CAR o 01CAS	
4	1	<b>01CUP</b>	Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio	5	01CCF o 01BLV	

Ulteriori insegnamenti della tabella seguente (ai fini del raggiungimento dei 300 crediti saranno considerati al massimo 5 crediti):

**tab. 10**

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
	2	<b>01AOD</b>	Diritto dell'ambiente	3
	2	<b>01DAO</b>	Estetica A (*)	3
	2	<b>01DAP</b>	Estetica B	2
	2	<b>01DAW</b>	Etica ambientale	3
	2	<b>01DAQ</b>	Filosofia della mente A (mente, cervello e computer)(*)	3
	2	<b>01DAR</b>	Filosofia della mente B (mente, cervello e computer)	2
	2	<b>01DAY</b>	Filosofia e scienza del novecento	3
	1	<b>01CCA</b>	Introduzione al pensiero contemporaneo	5
	1	<b>01CJQ</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa A	5
	1	<b>01CJR</b>	Sociologia delle comunicazioni di massa B	5
	2	<b>01DAS</b>	Storia contemporanea A	3
	2	<b>01DAT</b>	Storia contemporanea B	2
	2	<b>01DAX</b>	Storia dell'innovazione (L'innovazione tecnologica prima e dopo la rivoluzione industriale)	3
	2	<b>01DAU</b>	Storia della filosofia contemporanea A (*)	3
	2	<b>01DAV</b>	Storia della filosofia contemporanea B	2
	1	<b>01CLW</b>	Storia della tecnica A (Società, economia, scienza)	5
	1	<b>01CLX</b>	Storia della tecnica B (L'età della tecnica: il XX secolo e lo spazio)	5
	2	<b>01DAZ</b>	Tecniche di scrittura	3

### Corsi seminariali

Saranno attivati corsi seminariali, le cui modalità di erogazione, sostenimento e inserimento nel carico didattico verranno comunicate mediante affissione nella bacheca della segreteria didattica e sulle pagine web della Facoltà.

### Orientamento mirante al conseguimento del Master of science EECS della UIC

I corsi seguiti nell'ambito di tale programma vengono valutati globalmente come 90 crediti; di questi, 60 possono essere utilizzati dallo studente per soddisfare parte dei requisiti di cui alle tabelle precedenti secondo quanto approvato annualmente dalla Facoltà e 30 possono essere utilizzati come crediti derivanti dallo svolgimento della tesi di laurea.

Potrà essere comunque richiesto allo studente un completamento del lavoro di tesi per l'adeguamento agli standards.

## Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

### Orientamento mirante al conseguimento della doppia laurea con EURECOM

Lo studente che vuole partecipare all'iniziativa dovrà, prima della sua partenza, aver seguito i seguenti moduli:

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti	Precedenze	Esclusioni
1		<b>01AEQ</b>	Architetture e protocolli	4	01CTQ 01CTV	01CEG 01CCT
2		<b>01AIK</b>	Circuiti per telecomunicazioni	5	01ATY 01ATV	
1		<b>01ATV</b>	Elettronica digitale (TLC)	5	01ATY	
2		<b>01CEH</b>	Reti e protocolli per telefonia e per dati	6	01AEQ	01CEG 01CCT

Al suo ritorno verranno riconosciuti tutti i seguenti moduli per il primo semestre EURECOM approssimativamente per un totale di 30 crediti:

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
2		<b>01ACL</b>	Codifica di immagine e video	4
1		<b>01ACP</b>	Analisi statistica dei segnali	5
4		<b>01ADV</b>	Architettura dei sistemi di elaborazione	3
2		<b>01ACL</b>	Codifica di immagine e video	4
4		<b>01ATO</b>	Elettronica delle microonde	5
3		<b>02BJN</b>	Istituzioni di economia A	7
4		<b>02BJO</b>	Istituzioni di economia B	4
4		<b>01CJC</b>	Sistemi operativi	3

Verranno riconosciuti, inoltre, in dipendenza dell'orientamento seguito al secondo semestre ad EURECOM i seguenti moduli approssimativamente per un totale di 30 crediti:

### Multimedia

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
1		<b>01EAO</b>	Complementi di informatica avanzata	1
1,2		<b>01EAP</b>	Laboratorio di informatica grafica II	4
3		<b>01CIB</b>	Sistemi di radionavigazione e sincronizzazione	3
4		<b>01CNS</b>	Strumentazione per telecomunicazioni	6
2		<b>01EAH</b>	Tecniche di analisi dell'immagine	3
1		<b>01EAG</b>	Tecniche di sintesi dell'immagine	3
		<b>01CSG</b>	Tecnologie e applicazioni multimediali	11

### Corporate Communication

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
3		<b>01BID</b>	Ingegneria del software	6
		<b>01BWN</b>	Pianificazione ed economia delle reti	10
		<b>01CEE</b>	Reti d'impresa	10
4		<b>01CON</b>	Sviluppo del software in C ++ e JAVA	5

# Corso di Laurea in Ing. delle Telecomunicazioni

## Mobile

Anno	P.D.	Codici	Titolo	Crediti
	1	<b>01EAO</b>	Complementi di informatica avanzata	1
	4	<b>01CEN</b>	Reti radiomobili cellulari	4
		<b>LA790</b>	Reti e servizi per comunicazioni mobili	11
	3	<b>01CNN</b>	Strumentazione elettronica di base (TLC)	4
	4	<b>01CNW</b>	Strumentazione e metodi per le telecomunicazioni	6
	3	<b>01CXK</b>	Trasmissione sul canale radiomobile	5

### **CORRISPONDENZA TRA MODULI SPENTI A PARTIRE DALL'AA 2001/2002 E MODULI ACCESI**

A seguito dell'entrata in vigore delle nuove norme sul carico didattico e del progressivo spegnimento dei moduli del vecchio ordinamento quinquennale, vi sono studenti immatricolati nell'anno accademico 1999/2000 che non hanno potuto inserire nel loro carico didattico per l'anno accademico 2000/2001 moduli che quest'anno vengono spenti.

Il Consiglio di Presidenza ha deliberato la seguente tabella di corrispondenza tra moduli spenti e annualità o moduli che saranno impartiti nell'anno accademico 2001/2002:

<b>Modulo spento</b>	<b>Codice</b>	<b>Modulo corrispondente tenuto nell'a.a. 2001/2002</b>	<b>Cr.</b>
<b>01ACJ</b>	<b>05ACJ</b>	Matematica5 (CdL Ing. dell'Informazione, N.O.) vedi nota 1	5
<b>01AGG</b>		Vedi nota 2	4
<b>01AGH</b>		Vedi nota 3	6
<b>01AGI</b>	<b>01AGJ</b>	Calcolo Numerico A (CdL in Ing. Elettronica, V.O.)	5
<b>01APL</b>	<b>E1441</b>	Dispositivi Elettronici I (CdL Ing. dei Materiali, V.O.) II parte	5
<b>01ASY</b>	<b>01ECW</b>	Tecniche e linguaggi di programmazione (CdL in Ing. Informatica N.O)	5
<b>01ATC</b>	<b>02AXL</b>	Fisica Generale II (CdL Ing. Matematica.) I parte	4
<b>01AWM</b>	<b>02AXL</b>	Fisica Generale II (CdL Ing. Matematica.) II parte	4
<b>01BJD</b>	<b>05AUO</b>	Elettrotecnica I (N.O.)	5
<b>01BOI</b>	<b>E1441</b>	Dispositivi Elettronici I (CdL Ingegneria dei Materiali V.O.) I parte	5
<b>01BTR</b>	<b>03BTR</b>	Modelli probabilistici e statistici (CdL Ing. Matematica.)	6
<b>01CEF</b>	<b>02AUQ</b>	Elettrotecnica II (N.O.)	5
<b>01CEO</b>	<b>05AUO</b>	Elettrotecnica I (N.O.)	5
<b>01CGI</b>		Vedi nota 3	5
<b>01CHU</b>	<b>01EIP</b>	Algoritmi e programmazione avanzata (CdL in Ing. Informatica N.O)	5
<b>01CTJ</b>	<b>05AUO</b>	Elettrotecnica I (N.O.)	5
<b>01CZY</b>	<b>02AUQ</b>	Elettrotecnica II (N.O.)	5
<b>02AAX</b>	<b>01EIP</b>	Algoritmi e programmazione avanzata (CdL in Ing. Informatica N.O)	5
<b>02CBX</b>	<b>01ECW</b>	Tecniche e linguaggi di programmazione (CdL in Ing. Informatica N.O)	5

È prevista una prova integrativa qualora il modulo spento abbia un numero di crediti maggiore di quelli del modulo corrispondente.

L'inverso è vero solo per il modulo di Modelli probabilistici e statistici, nel qual caso l'accertamento per il modulo spento sarà un opportuno sotto-insieme di quello per il modulo corrispondente.

N.O.: Nuovo Ordinamento, V.O. Vecchio Ordinamento

## Corrispondenze

**Nota 1:** i primi 3 crediti possono essere mutuati dal modulo Matematica5 (Analisi Matematica III) del CdL in Ingegneria dell'Informazione N.O., i restanti 2 verranno erogati specificatamente.

**Nota 2:** il modulo 01AGG Calcolo delle probabilità verrà tenuto in via eccezionale anche nell'anno accademico 2001/2002, per dare modo a chi non lo ha potuto inserire nel carico didattico dell'anno corrente. **Chiunque sia in debito di tale modulo è obbligato a inserirlo nel carico didattico dell'anno accademico 2001/2002.**

**Nota 3:** i moduli 01AGH Calcolo in più variabili e 01CGI Serie di funzioni verranno tenuti in via eccezionale anche nell'anno accademico 2001/2002, per dare modo a chi non li ha potuti inserire nel carico didattico dell'anno corrente. **Chiunque sia in debito di tali moduli è obbligato a inserirli nel carico didattico dell'anno accademico 2001/2002.**

Modulo	Corrispondenza (anno accademico 2001/2002)	Modulo	Corrispondenza (anno accademico 2001/2002)
01AGG	Calcolo delle probabilità	01AGG	Calcolo delle probabilità
01AGH	Calcolo in più variabili	01AGH	Calcolo in più variabili
01CGI	Serie di funzioni	01CGI	Serie di funzioni
01AGG	Calcolo delle probabilità	01AGG	Calcolo delle probabilità
01AGH	Calcolo in più variabili	01AGH	Calcolo in più variabili
01CGI	Serie di funzioni	01CGI	Serie di funzioni
01AGG	Calcolo delle probabilità	01AGG	Calcolo delle probabilità
01AGH	Calcolo in più variabili	01AGH	Calcolo in più variabili
01CGI	Serie di funzioni	01CGI	Serie di funzioni
01AGG	Calcolo delle probabilità	01AGG	Calcolo delle probabilità
01AGH	Calcolo in più variabili	01AGH	Calcolo in più variabili
01CGI	Serie di funzioni	01CGI	Serie di funzioni
01AGG	Calcolo delle probabilità	01AGG	Calcolo delle probabilità
01AGH	Calcolo in più variabili	01AGH	Calcolo in più variabili
01CGI	Serie di funzioni	01CGI	Serie di funzioni
01AGG	Calcolo delle probabilità	01AGG	Calcolo delle probabilità
01AGH	Calcolo in più variabili	01AGH	Calcolo in più variabili
01CGI	Serie di funzioni	01CGI	Serie di funzioni
01AGG	Calcolo delle probabilità	01AGG	Calcolo delle probabilità
01AGH	Calcolo in più variabili	01AGH	Calcolo in più variabili
01CGI	Serie di funzioni	01CGI	Serie di funzioni

**Tabella delle corrispondenze degli insegnamenti tra nuovi codici e vecchi codici**

<i>Nuovo codice</i>	<i>Vecchio codice</i>	<i>Vecchia denominazione</i>
01AAD	F5955	Termodinamica applicata, acustica applicata e illuminotecnica
01AAD	FA304	Acustica applicata e illuminotecnica (corso ridotto)
01AAU	F2300	Geometria
01AAU	L2300	Geometria
01AAU	N2300	Geometria
01AAV	F2300	Geometria
01AAV	L2300	Geometria
01AAV	N2300	Geometria
01AAZ	L5011	Sistemi informativi I
01AAZ	L1760	Elettronica di potenza
01ABD	LA410	Elettronica
01ABE	L3870	Optoelettronica
01ABM	N5812	Teoria dei sistemi (discreti)
01ABX	L0842	Controlli automatici (spec)
01ABX	N0842	Controlli automatici (spec)
01ABY	N0841	Controlli automatici (gen)
01ACD	L0220	Analisi funzionale
01ACF	F0231	Analisi matematica I
01ACF	L0231	Analisi matematica I
01ACF	N0231	Analisi matematica I
01ACJ	F0234	Analisi matematica III (corso ridotto)
01ACJ	L0234	Analisi matematica III (corso ridotto)
01ACJ	N0234	Analisi matematica III (corso ridotto)
01ACL	F5802	Teoria dei segnali II
01ACP	F5802	Teoria dei segnali II
01ACV	L0270	Antenne
01ACX	L0270	Antenne
01ADF	F0620	Chimica
01ADF	L0620	Chimica
01ADF	N0620	Chimica
01ADS	N0460	Calcolatori elettronici
01ADU	L5011	Sistemi informativi I
01ADV	F5012	Sistemi informativi II
01ADW	N4883	Sistemi di elaborazione (distribuiti)
01ADX	L0300	Architettura dei sistemi integrati
01ADY	N5030	Sistemi operativi
01AEA	N0410	Basi di dati
01AEP	N4882	Sistemi di elaborazione II
01AEQ	F4531	Reti di telecomunicazioni I
01AEY	N0370	Automazione industriale
01AFH	N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione
01AGG	F0490	Calcolo delle probabilità
01AGG	L0494	Calcolo delle probabilità (corso ridotto)
01AGG	N0494	Calcolo delle probabilità
01AGH	F0232	Analisi matematica II
01AGH	L0232	Analisi matematica II
01AGH	N0232	Analisi matematica II

## Corrispondenze

<i>Nuovo codice</i>	<i>Vecchio codice</i>	<i>Vecchia denominazione</i>
01AGI	F0514	Calcolo numerico (corso ridotto)
01AGJ	L0510	Calcolo numerico
01AGK	L0510	Calcolo numerico
01AGN	N4882	Sistemi di elaborazione II
01AGZ	E5341	Struttura della materia (sperimentale)
01AIF	L3570	Microonde
01AIJ	L1740	Elettronica delle telecomunicazioni
01AIK	FA412	Elettronica II
01AIN	F5870	Teoria dell'informazione e codici
01AIO	F6040	Trasmissione numerica
01AIR	N5050	Sistemi per la progettazione automatica
01AIS	N5050	Sistemi per la progettazione automatica
01AIX	F4850	Sistemi di commutazione
01AIY	F4850	Sistemi di commutazione
01AJA	F4901	Sistemi di radiocomunicazione I
01AJF	N0870	Controllo digitale
01AJQ	L0770	Componenti e circuiti ottici
01ALA	N0390	Azionamenti elettrici per l'automazione
01ALB	N4580	Robotica industriale
01ANA	L5811	Teoria dei sistemi (continui)
01ANA	N5811	Teoria dei sistemi (continui)
01ANQ	FA290	Reti elettriche non lineari
01API	L6120	Elettronica delle microonde
01APJ	L3560	Microelettronica
01APL	L1441	Dispositivi elettronici I
01ARU	L4360	Propagazione
01ASO	L2170	Fondamenti di informatica
01ASO	N2171	Fondamenti di informatica
01ASY	F5011	Sistemi informativi I
01ATC	F1902	Fisica generale II
01ATC	L1902	Fisica generale II
01ATC	N1902	Fisica generale II
01ATG	L1730	Elettronica dei sistemi digitali
01ATH	NA411	Elettronica I
01ATL	NA412	Elettronica II
01ATM	NA412	Elettronica II
01ATO	L6120	Elettronica delle microonde
01ATU	NA411	Elettronica I
01ATV	FA412	Elettronica II
01ATW	LA410	Elettronica
01ATY	FA411	Elettronica I
01ATZ	FA411	Elettronica I
01AVC	L0220	Analisi funzionale
01AWH	E5692	Tecnologie e materiali per l'elettronica II
01AWM	F1902	Fisica generale II
01AWM	L1902	Fisica generale II
01AWM	N1902	Fisica generale II

<i>Nuovo codice</i>	<i>Vecchio codice</i>	<i>Vecchia denominazione</i>
01AWY	F1940	Fisica dei laser
01AWZ	F1940	Fisica dei laser
01AXE	E1994	Fisica delle superfici (corso ridotto)
01AXG	L2000	Fisica dello stato solido
01AXH	L2000	Fisica dello stato solido
01AYE	L5240	Strumentazione biomedica
01AYN	N4550	Ricerca operativa
01AYP	L3620	Misure a iperfrequenze
01AYT	F0620	Chimica
01AYT	L0620	Chimica
01AYT	N0620	Chimica
01AYV	FA290	Reti elettriche non lineari
01AYW	L0760	Compatibilità elettromagnetica
01AZA	N0870	Controllo digitale
01AZB	NA700	Ottimizzazione nei sistemi di controllo
01AZH	L1790	Elettrotecnica
01AZX	L0841	Controlli automatici (generale)
01BAC	F5870	Teoria dell'informazione e codici
01BEG	L0531	Campi elettromagnetici I
01BEH	F0531	Campi elettromagnetici I
01BFA	N0410	Basi di dati
01BFB	L1530	Economia ed organizzazione aziendale
01BID	N2941	Ingegneria del software I
01BIZ	L1760	Elettronica di potenza
01BJA	F0532	Campi elettromagnetici II
01BJB	L0760	Compatibilità elettromagnetica
01BJD	L1790	Elettrotecnica
01BJG	F0532	Campi elettromagnetici II
01BJN	F3040	Istituzioni di economia
01BJO	F3040	Istituzioni di economia
01BKK	N3070	Linguaggi e traduttori
01BKU	L2030	Fisica matematica
01BLV	L5811	Teoria dei sistemi (continui)
01BLV	N5811	Teoria dei sistemi (continui)
01BMB	L3870	Optoelettronica
01BMJ	L1530	Economia ed organizzazione aziendale
01BMX	N3070	Linguaggi e traduttori
01BNB	N8720	Ottimizzazione
01BNN	L3130	Macchine elettriche
01BNO	L3130	Macchine elettriche
01BOI	L1441	Dispositivi elettronici I
01BOQ	F1901	Fisica generale I
01BOQ	L1901	Fisica generale I
01BOQ	N1901	Fisica generale I
01BOS	FA240	Fondamenti di meccanica teorica e applicata
01BOS	LA240	Fondamenti di meccanica teorica e applicata
01BOS	NA240	Fondamenti di meccanica teorica e applicata

## Corrispondenze

<i>Nuovo codice</i>	<i>Vecchio codice</i>	<i>Vecchia denominazione</i>
01BPR	LA690	Meccanica quantistica
01BPS	LA690	Meccanica quantistica
01BQH	N8720	Ottimizzazione
01BRR	N0850	Controllo dei processi
01BTB	F4532	Reti di telecomunicazioni II
01BTD	LA760	Modelli numerici per l'elettromagnetismo
01BTE	LA760	Modelli numerici per l'elettromagnetismo
01BTH	F4532	Reti di telecomunicazioni II
01BTI	L2030	Fisica matematica
01BTJ	L2030	Fisica matematica
01BTR	F0490	Calcolo delle probabilità
01BTS	NA610	Modellistica e simulazione
01BTT	N4580	Robotica industriale
01BUB	L0802	Comunicazioni elettriche (spec)
01BUC	F0800	Comunicazioni elettriche
01BUC	F0802	Comunicazioni elettriche(spec.)
01BUD	L0802	Comunicazioni elettriche (spec)
01BUE	F0800	Comunicazioni elettriche
01BUE	F0802	Comunicazioni elettriche(spec.)
01BUF	L3560	Microelettronica
01BUT	L1570	Elaborazione dati e segnali biomedici
01BVM	N1530	Economia ed organizzazione aziendale
01BWT	L1740	Elettronica delle telecomunicazioni
01BXB	L4920	Sistemi di telecomunicazione
01BYI	L5691	Tecnologie e materiali per l'elettronica I
01BZJ	N5812	Teoria dei sistemi (discreti)
01BZM	L1730	Elettronica dei sistemi digitali
01CAH	N0850	Controllo dei processi
01CAP	N0841	Controlli automatici (gen)
01CAR	L0842	Controlli automatici (spec)
01CAR	N0842	Controlli automatici (spec)
01CAS	F0840	Controlli automatici (generale)
01CAT	N4540	Reti logiche
01CAU	N4540	Reti logiche
01CAW	L0300	Architettura dei sistemi integrati
01CAX	N5030	Sistemi operativi
01CBI	F5012	Sistemi informativi II
01CBK	N2172	Fondamenti di informatica II
01CBU	N4550	Ricerca operativa
01CBW	L0770	Componenti e circuiti ottici
01CBX	L3570	Microonde
01CBZ	L4360	Propagazione
01CCC	E5692	Tecnologie e materiali per l'elettronica II
01CCF	L5811	Teoria dei sistemi (continui)
01CCF	N5811	Teoria dei sistemi (continui)
01CCG	E5341	Struttura della materia (sperimentale)
01CCT	N4521	Reti di calcolatori I
01CCV	F5730	Telematica

## Corrispondenze

<i>Nuovo codice</i>	<i>Vecchio codice</i>	<i>Vecchia denominazione</i>
01CDY	N4522	Reti di calcolatori II
01CDZ	N4522	Reti di calcolatori II
01CEF	F5760	Teoria dei circuiti
01CEF	N1790	Elettrotecnica
01CEG	N4521	Reti di calcolatori I
01CEH	F4531	Reti di telecomunicazioni I
01CEL	L4540	Reti logiche
01CEM	L4540	Reti logiche
01CEN	F4902	Sistemi di radiocomunicazione II
01CEO	N1790	Elettrotecnica
01CGG	L4700	Sensori e trasduttori
01CGH	L4700	Sensori e trasduttori
01CGI	F0232	Analisi matematica II
01CGI	L0232	Analisi matematica II
01CGI	N0232	Analisi matematica II
01CGR	N4883	Sistemi di elaborazione (distribuiti)
01CHD	L4920	Sistemi di telecomunicazione
01CHS	N4881	Sistemi di elaborazione I
01CHU	F5011	Sistemi informativi I
01CIA	F4901	Sistemi di radiocomunicazione I
01CIB	L3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
01CJC	F5012	Sistemi informativi II
01CJF	L5260	Strumentazione e misure elettroniche
01CJG	L4920	Sistemi di telecomunicazione
01CNI	L5240	Strumentazione biomedica
01CNM	L3670	Misure elettroniche
01CNN	F3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
01CNS	L3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
01CNT	L5260	Strumentazione e misure elettroniche
01CNV	L3670	Misure elettroniche
01CNW	F3700	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
01CNZ	F5730	Telematica
01CON	N2941	Ingegneria del software I
01CPL	NA700	Ottimizzazione nei sistemi di controllo
01CPM	L1570	Elaborazione dati e segnali biomedici
01CPU	L3620	Misure a iperfrequenze
01CQH	F2170	Fondamenti di informatica
01CQH	L2170	Fondamenti di informatica
01CQH	N2171	Fondamenti di informatica
01CQT	L5691	Tecnologie e materiali per l'elettronica I
01CRC	L0300	Architettura dei sistemi integrati
01CTB	L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
01CTE	L5750	Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
01EAG	N2850	Informatica grafica
01EAL	N3000	Intelligenza artificiale
01EAN	N0460	Calcolatori elettronici
01CTH	L5770	Teoria dei circuiti elettronici
01CTI	L5770	Teoria dei circuiti elettronici

## Corrispondenze

<i>Nuovo codice</i>	<i>Vecchio codice</i>	<i>Vecchia denominazione</i>
01CTQ	L5801	Teoria dei segnali I
01CTR	F5801	Teoria dei segnali I
01CTV	L5801	Teoria dei segnali I
01CTW	F5801	Teoria dei segnali I
01CUA	FA240	Fondamenti di meccanica teorica e applicata
01CUA	LA240	Fondamenti di meccanica teorica e applicata
01CUA	NA240	Fondamenti di meccanica teorica e applicata
01CUD	N0370	Automazione industriale
01CUP	NA610	Modellistica e simulazione
01CVP	F1901	Fisica generale I
01CVP	L1901	Fisica generale I
01CVP	N1901	Fisica generale I
01CVQ	F5954	Termodinamica applicata (corso ridotto)
01CVQ	F5955	Termodinamica applicata, acustica applicata e illuminotecnica
01CXJ	F6040	Trasmissione numerica
01CXK	F4902	Sistemi di radiocomunicazione II
01CXL	L0801	Comunicazioni elettriche (gen)
01CXL	N0800	Comunicazioni elettriche
01CXM	L0801	Comunicazioni elettriche (gen)
01CXM	N0800	Comunicazioni elettriche
01CYR	F0810	Comunicazioni ottiche
01CYS	F0810	Comunicazioni ottiche
01CYU	L0841	Controlli automatici (generale)
01CYV	F0840	Controlli automatici (generale)
01CZW	L0531	Campi elettromagnetici I
01CZX	F0531	Campi elettromagnetici I
01CZY	F5760	Teoria dei circuiti
01EAD	N2850	Informatica grafica
01EAE	L5011	Sistemi informativi I
01EAF	L5011	Sistemi informativi I
01EAH	N2850	Informatica grafica
01EAK	N3000	Intelligenza artificiale
01EAM	N1530	Economia ed organizzazione aziendale
01EIF	N4881	Sistemi di elaborazione I
01EIG	N4881	Sistemi di elaborazione I
02AAU	F2300	Geometria
02AAU	L2300	Geometria
02AAU	N2300	Geometria
02AAV	F2300	Geometria
02AAV	L2300	Geometria
02AAV	N2300	Geometria
02AAX	N2172	Fondamenti di informatica II
02AAX	N2172	Fondamenti di informatica II
02ACF	F0231	Analisi matematica I
02ACF	L0231	Analisi matematica I
02ACF	N0231	Analisi matematica I
02ACJ	F0234	Analisi matematica III (corso ridotto)
02ACJ	L0234	Analisi matematica III (corso ridotto)
02ACJ	N0234	Analisi matematica III (corso ridotto)

## Corrispondenze

<i>Nuovo codice</i>	<i>Vecchio codice</i>	<i>Vecchia denominazione</i>
02ADF	F0620	Chimica
02ADF	L0620	Chimica
02ADF	N0620	Chimica
02AGG	F0490	Calcolo delle probabilità
02AGG	L0494	Calcolo delle probabilità (corso ridotto)
02AGH	F0232	Analisi matematica II
02AGH	L0232	Analisi matematica II
02AGH	N0232	Analisi matematica II
02AGI	F0514	Calcolo numerico (corso ridotto)
02APL	L1441	Dispositivi elettronici I
02ASO	F2170	Fondamenti di informatica
02ASO	L2170	Fondamenti di informatica
02ASO	N2171	Fondamenti di informatica
02ATC	F1902	Fisica generale II
02ATC	L1902	Fisica generale II
02ATC	N1902	Fisica generale II
02AWM	F1902	Fisica generale II
02AWM	L1902	Fisica generale II
02AWM	N1902	Fisica generale II
02AYT	F0620	Chimica
02AYT	L0620	Chimica
02AYT	N0620	Chimica
02AZH	L1790	Elettrotecnica
02AZH	N1790	Elettrotecnica
02BJD	L1790	Elettrotecnica
02BJD	N1790	Elettrotecnica
02BOI	L1441	Dispositivi elettronici I
02BOQ	F1901	Fisica generale I
02BOQ	L1901	Fisica generale I
02BOQ	N1901	Fisica generale I
02BTR	F0490	Calcolo delle probabilità
02CBK	L5011	Sistemi informativi I
02CBK	N2172	Fondamenti di informatica II
02CGI	F0232	Analisi matematica II
02CGI	L0232	Analisi matematica II
02CGI	N0232	Analisi matematica II
02CQH	F2170	Fondamenti di informatica
02CQH	L2170	Fondamenti di informatica
02CQH	N2171	Fondamenti di informatica
02CVP	F1901	Fisica generale I
02CVP	L1901	Fisica generale I
02CVP	N1901	Fisica generale I

## Corrispondenze

### Tabella delle corrispondenze degli insegnamenti tra vecchi codici e nuovi codici

#### VECCHIO CORSO

<b>FA304</b>	Acustica applicata e illuminotecnica (r)
<b>F0232</b>	Analisi matematica II
<b>F0232</b>	Analisi matematica II
<b>L0232</b>	Analisi matematica II
<b>L0232</b>	Analisi matematica II
<b>N0232</b>	Analisi matematica II
<b>N0232</b>	Analisi matematica II
<b>F0234</b>	Analisi matematica III (r)
<b>L0234</b>	Analisi matematica III (r)
<b>N0234</b>	Analisi matematica III (r)
<b>L0270</b>	Antenne
<b>L0270</b>	Antenne
<b>L0300</b>	Architettura dei sistemi integrati
<b>N0370</b>	Automazione industriale
<b>N0370</b>	Automazione industriale
<b>N0390</b>	Azionamenti elettrici per l'automazione
<b>N0390</b>	Azionamenti elettrici per l'automazione
<b>N0410</b>	Basi di dati
<b>N0410</b>	Basi di dati
<b>N0460</b>	Calcolatori elettronici
<b>N0460</b>	Calcolatori elettronici
<b>F0490</b>	Calcolo delle probabilità
<b>F0490</b>	Calcolo delle probabilità
<b>N0494</b>	Calcolo delle probabilità
<b>L0494</b>	Calcolo delle probabilità (r)
<b>L0510</b>	Calcolo numerico
<b>L0510</b>	Calcolo numerico
<b>F0514</b>	Calcolo numerico (r)
<b>F0531</b>	Campi elettromagnetici I
<b>F0531</b>	Campi elettromagnetici I
<b>L0531</b>	Campi elettromagnetici I
<b>L0531</b>	Campi elettromagnetici I
<b>L0531</b>	Campi elettromagnetici I
<b>F0532</b>	Campi elettromagnetici II
<b>F0532</b>	Campi elettromagnetici II
<b>L0760</b>	Compatibilità elettromagnetica
<b>L0760</b>	Compatibilità elettromagnetica
<b>L0770</b>	Componenti e circuiti ottici
<b>L0770</b>	Componenti e circuiti ottici
<b>F0800</b>	Comunicazioni elettriche
<b>F0800</b>	Comunicazioni elettriche
<b>N0800</b>	Comunicazioni elettriche

#### NUOVO MODULO

<b>01AAD</b>	Acustica applicata e illuminotecnica
<b>01AGH</b>	Calcolo in più variabili
<b>01CGI</b>	Serie di funzioni
<b>01AGH</b>	Calcolo in più variabili
<b>01CGI</b>	Serie di funzioni
<b>01AGH</b>	Calcolo in più variabili
<b>01CGI</b>	Serie di funzioni
<b>01ACJ</b>	Analisi matematica iii
<b>01ACJ</b>	Analisi matematica iii
<b>01ACJ</b>	Analisi matematica iii
<b>01ACV</b>	Antenne ad apertura/eln/tel
<b>01ACX</b>	Antenne filiformi, a microstriscia. Schiere
<b>01ADX</b>	Architettura dei sistemi integrati/eln/tel
<b>01CAW</b>	Progetto di sistemi integrati
<b>01CAW</b>	Progetto di sistemi integrati/eln/inf/tel
<b>01CRC</b>	Tecnologia dei sistemi integrati
<b>01AEY</b>	Aspetti applicativi e sviluppo di casi
<b>01CUD</b>	Teoria dell'automazione industriale /inf/tel/el
<b>01AFH</b>	Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata
<b>01ALA</b>	Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua
<b>01AEA</b>	Architettura delle basi di dati
<b>01BFA</b>	Il progetto delle basi di dati
<b>01ADS</b>	Architettura dei calcolatori/inf
<b>01EAN</b>	Sistemi di elaborazione a microproc.
<b>01AGG</b>	Calcolo delle probabilità
<b>01BTR</b>	Modelli probabilistici e statistici
<b>01AGG</b>	Calcolo delle probabilità
<b>01AGG</b>	Calcolo delle probabilità
<b>01AGJ</b>	Calcolo numerico a
<b>01AGK</b>	Calcolo numerico b
<b>01AGI</b>	Calcolo numerico
<b>01CZX</b>	circuiti a parametri distribuiti (tlc)
<b>01BEH</b>	Guide d'onda metalliche e dielettriche
<b>01CZW</b>	circuiti a parametri distribuiti (eln)
<b>01CZW</b>	circuiti a parametri distribuiti (eln)
<b>01BEG</b>	Guide d'onda e antenne elementari
<b>01BJA</b>	Introduzione ai sistemi radio. Elettromagnetismo numerico
<b>01BJG</b>	Irradiazione e antenne
<b>01AYW</b>	Fondamenti di compatibilità elettromagnetica
<b>01BJB</b>	Introduzione alla compatibilità elettromagnetica
<b>01AJQ</b>	Componenti per ottica integrata
<b>01CBW</b>	Propagazione di fasci ottici/tel/el
<b>01BUC</b>	Modulazioni analogiche (tlc)
<b>01BUE</b>	Modulazioni numeriche (tlc)
<b>01CXL</b>	Trasmissioni analogiche e pcm

## VECCHIO CORSO

<b>N0800</b>	Comunicazioni elettriche
<b>L0801</b>	Comunicazioni elettriche (gen)
<b>L0801</b>	Comunicazioni elettriche (gen)
<b>L0802</b>	Comunicazioni elettriche (spec)
<b>F0802</b>	Comunicazioni elettriche (spec)
<b>F0802</b>	Comunicazioni elettriche (spec.)
<b>F0802</b>	Comunicazioni elettriche (spec.)
<b>F0810</b>	Comunicazioni ottiche
<b>F0810</b>	Comunicazioni ottiche
<b>N0841</b>	Controlli automatici (gen)
<b>N0841</b>	Controlli automatici (gen)
<b>F0840</b>	Controlli automatici (generale)
<b>F0840</b>	Controlli automatici (generale)
<b>L0841</b>	Controlli automatici (generale)
<b>L0841</b>	Controlli automatici (generale)
<b>L0842</b>	Controlli automatici (spec)
<b>L0842</b>	Controlli automatici (spec)
<b>N0842</b>	Controlli automatici (spec)
<b>N0842</b>	Controlli automatici (spec)
<b>N0842</b>	Controlli automatici (spec)
<b>N0850</b>	Controllo dei processi
<b>N0850</b>	Controllo dei processi
<b>N0870</b>	Controllo digitale
<b>N0870</b>	Controllo digitale
<b>L1441</b>	Dispositivi elettronici I
<b>L1441</b>	Dispositivi elettronici I
<b>L1530</b>	Economia ed organizzazione aziendale
<b>L1530</b>	Economia ed organizzazione aziendale
<b>N1530</b>	Economia ed organizzazione aziendale
<b>N1530</b>	Economia ed organizzazione aziendale
<b>L1570</b>	Elaborazione dati e segnali biomedici
<b>L1570</b>	Elaborazione dati e segnali biomedici
<b>LA410</b>	Elettronica
<b>LA410</b>	Elettronica
<b>L1730</b>	Elettronica dei sistemi digitali
<b>L1730</b>	Elettronica dei sistemi digitali
<b>L6120</b>	Elettronica delle microonde
<b>L6120</b>	Elettronica delle microonde
<b>L1740</b>	Elettronica delle telecomunicazioni
<b>L1740</b>	Elettronica delle telecomunicazioni
<b>E1754</b>	Elettronica dello stato solido (R)
<b>L1760</b>	Elettronica di potenza
<b>L1760</b>	Elettronica di potenza
<b>FA411</b>	Elettronica I
<b>FA411</b>	Elettronica I
<b>NA411</b>	Elettronica I

## NUOVO MODULO

<b>01CXM</b>	Trasmissioni numeriche e compressione dati
<b>01CXL</b>	Trasmissioni analogiche e pcm
<b>01CXM</b>	Trasmissioni numeriche e compressione dati
<b>01BUB</b>	Modulazioni analogiche (eln)
<b>01BUD</b>	Modulazioni numeriche (eln)
<b>01BUC</b>	Modulazioni analogiche (tlc)
<b>01BUE</b>	Modulazioni numeriche (tlc)
<b>01CYR</b>	Telecomunicazioni in fibra ottica i
<b>01CYS</b>	Telecomunicazioni in fibra ottica ii
<b>01ABY</b>	Analisi di sistemi per il controllo/inf/elt
<b>01CAP</b>	Progetto di sistemi di controllo (spec.)
<b>01CYV</b>	Analisi di sistemi dinamici (tlc)
<b>01CAS</b>	Progetto di sistemi di controllo (tlc)
<b>01CYU</b>	Analisi di sistemi dinamici (eln)
<b>01AZX</b>	Fondamenti di progettazione
<b>01ABX</b>	Analisi di sistemi lineari con retroazione
<b>01CAR</b>	Progetto di sistemi di controllo (spec.)
<b>01ABX</b>	Analisi di sistemi lineari con retroazione
<b>01CAR</b>	Progetto di sistemi di controllo (spec.)
<b>01BRR</b>	Metodologie e progetto del controllo dei processi/eln/inf
<b>01CAH</b>	Progetto del controllo di un processo
<b>01AJF</b>	Componenti di controllo digitale
<b>01AZA</b>	Fondamenti di controllo digitale
<b>01APL</b>	Dispositivi e tecn. Per la microelettronica
<b>01BOI</b>	Materiali e dispositivi elettronici passivi
<b>02BFB</b>	Il sistema economico italiano
<b>02BMJ</b>	Lettura del bilancio ai fini gestionali
<b>01EAM</b>	Bilancio e investimenti
<b>01BVM</b>	Organizzazione e strategia
<b>01BUT</b>	Fondamenti di elaborazione di segnali biomedici
<b>01CPM</b>	Tecniche avanzate di elaborazione dei segnali biomedici
<b>01ABD</b>	Amplificatori operazionali e alimentatori stabilizzati/eln
<b>01ATW</b>	Elettronica digitale e tecnica delle forme d'onda
<b>01ATG</b>	Elettronica ad alta velocità
<b>01BZM</b>	Progettazione di sistemi digitali
<b>01API</b>	Dispositivi alle alte frequenze e optoelettronici
<b>01ATO</b>	Elettronica delle microonde
<b>01BWT</b>	Elettronica delle telecomunicazioni: anelli ad aggancio di fase e intercon.
<b>01AIJ</b>	Elettronica delle telecomunicazioni: circuiti non lineari e convert. a/d/a
<b>01ATR</b>	Elettronica dello stato solido
<b>01AAZ</b>	Alimentatori a commutazione
<b>01BIZ</b>	Interruttori e amplificatori/eln/tel/inf
<b>01ATY</b>	Elettronica i: applicazioni
<b>01ATZ</b>	Elettronica i: fondamenti/tel
<b>01ATH</b>	Elettronica analogica

## Corrispondenze

### VECCHIO CORSO

<b>NA411</b>	Elettronica I
<b>FA412</b>	Elettronica II
<b>FA412</b>	Elettronica II
<b>NA412</b>	Elettronica II
<b>NA412</b>	Elettronica II
<b>F1940</b>	Fisica dei laser
<b>F1940</b>	Fisica dei laser
<b>E1994</b>	Fisica delle superfici (corso ridotto)
<b>L2000</b>	Fisica dello stato solido
<b>L2000</b>	Fisica dello stato solido
<b>L2030</b>	Fisica matematica
<b>L2030</b>	Fisica matematica
<b>L2030</b>	Fisica matematica
<b>FA240</b>	Fondamenti di mecc. teorica e appl.
<b>FA240</b>	Fondamenti di mecc. teorica e appl.
<b>LA240</b>	Fondamenti di mecc. teorica e appl.
<b>LA240</b>	Fondamenti di mecc. teorica e appl.
<b>NA240</b>	Fondamenti di mecc. teorica e appl.
<b>NA240</b>	Fondamenti di mecc. teorica e appl.
<b>N2850</b>	Informatica grafica
<b>N2850</b>	Informatica grafica
<b>N2850</b>	Informatica grafica
<b>N2941</b>	Ingegneria del software I
<b>N2941</b>	Ingegneria del software I
<b>N3000</b>	Intelligenza artificiale
<b>N3000</b>	Intelligenza artificiale
<b>F3040</b>	Istituzioni di economia
<b>F3040</b>	Istituzioni di economia
<b>N3070</b>	Linguaggi e traduttori
<b>N3070</b>	Linguaggi e traduttori
<b>L3130</b>	Macchine elettriche
<b>L3130</b>	Macchine elettriche
<b>LA690</b>	Meccanica quantistica
<b>LA690</b>	Meccanica quantistica
<b>L3560</b>	Microelettronica
<b>L3560</b>	Microelettronica
<b>L3570</b>	Microonde
<b>L3570</b>	Microonde
<b>L3670</b>	Misure elettroniche
<b>L3670</b>	Misure elettroniche
<b>F3700</b>	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
<b>F3700</b>	Misure su sistemi di trasmissione e telemisure
<b>LA760</b>	Modelli numerici per l'elettromagnetismo
<b>LA760</b>	Mod. numerici per l'elettromagnet.
<b>NA610</b>	Modellistica e simulazione
<b>NA610</b>	Modellistica e simulazione

### NUOVO MODULO

<b>01ATU</b>	Elettronica digitale (inf)
<b>01AIK</b>	Circuiti per telecomunicazioni
<b>01ATV</b>	Elettronica digitale (tlc)
<b>01ATL</b>	Elettronica dei sistemi di acquisizione dati
<b>01ATM</b>	Elettronica dei sistemi di interconnessione/inf
<b>01AWY</b>	Fisica dei laser
<b>01AWZ</b>	Ottica quantistica
<b>01AXE</b>	Fisica delle superfici
<b>01AXH</b>	Complementi di fisica dello stato solido
<b>01AXG</b>	Fondamenti di fisica dello stato solido
<b>01BKU</b>	Laboratorio di fisica matematica
<b>01BTI</b>	Modelli matematici a
<b>01BTJ</b>	Modelli matematici b
<b>01BOS</b>	Meccanica applicata
<b>01CUA</b>	Teoria dei sistemi meccanici
<b>01BOS</b>	Meccanica applicata
<b>01CUA</b>	Teoria dei sistemi meccanici
<b>01BOS</b>	Meccanica applicata
<b>01CUA</b>	Teoria dei sistemi meccanici
<b>01EAD</b>	Laboratorio di informatica grafica
<b>01EAH</b>	Tecniche di 'analisi dell'immagine
<b>01EAG</b>	Tecniche di sintesi dell'immagine
<b>01BID</b>	Ingegneria del software
<b>01CON</b>	Sviluppo del software in c++ e java
<b>01EAL</b>	Applicazioni (avanzate) di intelligenza artificiale
<b>01EAK</b>	Fondamenti di intelligenza artificiale
<b>02BJN</b>	Istituzioni di economia a
<b>02BJO</b>	Istituzioni di economia b
<b>01BKK</b>	Laboratorio di compilatori
<b>01BMX</b>	Linguaggi formali e compilatori
<b>01BNN</b>	Macchine elettriche in regime dinamico
<b>01BNO</b>	Macchine elettriche in regime stazionario
<b>01BPS</b>	Applicazioni della teoria quantistica
<b>01BPR</b>	Elementi di meccanica quantistica
<b>01APJ</b>	Dispositivi e circuiti di base
<b>01BUF</b>	Moduli funzionali complessi e strumenti cad
<b>01AIF</b>	Circuiti a microonde
<b>01CBX</b>	Propagazione guidata e componenti a microonde/eln/tel
<b>01CNM</b>	Strumentazione elettronica di base/eln
<b>01CNV</b>	Strumenti e metodi per le misure elettroniche
<b>01CNN</b>	Strumentazione elettronica di base (tlc)
<b>01CNW</b>	Strumenti e metodi per telecomunicazioni
<b>01BTD</b>	Modelli di componenti passivi in strutture guidanti
<b>01BTE</b>	Modelli di strutture irradianti
<b>01BTS</b>	Modelli stocastici, identificazione e applicazioni
<b>01CUP</b>	Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio/inf/tel/el

## VECCHIO CORSO

- L3870** Optoelettronica
- L3870** Optoelettronica  
**N8720** Ottimizzazione
- N8720** Ottimizzazione  
**NA700** Ottimizzazione nei sistemi di controllo  
**NA700** Ottimizzazione nei sistemi di controllo  
**L4360** Propagazione
- L4360** Propagazione  
**N4521** Reti di calcolatori I
- N4521** Reti di calcolatori I  
**N4522** Reti di calcolatori II  
**N4522** Reti di calcolatori II  
**F4531** Reti di telecomunicazioni I  
**F4531** Reti di telecomunicazioni I  
**F4532** Reti di telecomunicazioni II  
**F4532** Reti di telecomunicazioni II  
**L4540** Reti logiche  
**L4540** Reti logiche  
**N4540** Reti logiche  
**N4540** Reti logiche  
**N4550** Ricerca operativa
- N4550** Ricerca operativa
- N4580** Robotica industriale  
**N4580** Robotica industriale
- L4700** Sensori e trasduttori  
**L4700** Sensori e trasduttori  
**F4850** Sistemi di commutazione
- F4850** Sistemi di commutazione  
**N4883** Sistemi di elaborazione (distribuiti)
- N4883** Sistemi di elaborazione (distribuiti)
- N4881** Sistemi di elaborazione I  
**N4881** Sistemi di elaborazione I
- N4882** Sistemi di elaborazione II  
**N4882** Sistemi di elaborazione II
- F4901** Sistemi di radiocomunicazione I
- F4902** Sistemi di radiocomunicazione II  
**F4902** Sistemi di radiocomunicazione II  
**L4920** Sistemi di telecomunicazione  
**L4920** Sistemi di telecomunicazione
- L4920** Sistemi di telecomunicazione
- L5011** Sistemi informativi I  
**L5011** Sistemi informativi I

## NUOVO MODULO

- 01ABE** Amplificazione, modulazione e rilev. Ottica
- 01BMB** Laser a semiconduttore  
**01BNB** Localizzazione, scheduling e programmazione non lineare
- 01BQH** Metodi di ottimizzazione combinatoria  
**01AZB** Fondamenti di controllo ottimo  
**01CPL** Tecniche avanzate di controllo ottimo  
**01ARU** Effetti propagativi nei sistemi di telecomunicazione
- 01CBZ** Propagazione troposferica e ionosferica  
**01CCT** Protocolli per le applicazioni su internet
- 01CEG** Reti e protocolli per il transf. Dei dati  
**01CDY** Reti di calcolatori ii a/elN/tel/inf  
**01CDZ** Reti di calcolatori ii b  
**01AEQ** Architetture e protocolli/elN/inf/tel  
**01CEH** Reti e protocolli per telefonia e per dati  
**01BTB** Modelli a reti di code e reti di petri  
**01BTH** Modelli markoviani  
**01CEL** Reti logiche a  
**01CEM** Reti logiche b  
**01CAT** Progetto di sistemi digitali 1  
**01CAU** Progetto di sistemi digitali 2  
**01AYN** Flusso su reti e elementi di programmazione intera
- 01CBU** Programmaz. Lineare e allocazione di risorse/inf/tel/elt/elN
- 01ALB** Controllo dei manipolatori industriali  
**01BTT** Modellistica dei manipolatori industriali/inf/tel/elN
- 01CGG** Sensori ottici  
**01CGH** Sensoristica classica/elN  
**01AIX** Commutazione di circuito e segnalazione/tel/inf/elN
- 01AIY** Commutazione di pacchetto e cella  
**01ADW** Architettura dei sistemi distribuiti/inf/elN
- 01CGR** Sicurezza delle reti e commercio elettronico
- 01EIF** Architetture avanzate di elaborazione  
**01EIG** Programmazione di sistema in ambiente windows
- 01AEP** Architetture distribuite  
**01AGN** Calcolo parallelo e architetture complesse
- 01CIA** Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva/tel/elN/inf
- 01CEN** Reti radiomobili cellulari (tlc, inf, elN)  
**01CXX** Trasmissione sul canale radiomobile  
**01BXB** Ponti radio e satelliti/tel/elN  
**01CHD** Simulazione di sistemi di trasmissione/tel/elN
- 01CJG** Sistemi radar e radioaiuti alla navigazione
- 01EAE** Algoritmi e strutture dati (elN)  
**01ADU** Microprocessori e reti informatiche

## Corrispondenze

### VECCHIO CORSO

- L5011** Sistemi informativi I  
**F5012** Sistemi informativi II  
**F5012** Sistemi informativi II  
**F5012** Sistemi informativi II  
**N5030** Sistemi operativi
- N5030** Sistemi operativi  
**N5050** Sistemi per la progettazione autom.  
**N5050** Sistemi per la progettazione autom.  
**L5240** Strumentazione biomedica
- L5240** Strumentazione biomedica  
**L5260** Strumentazione e misure elettroniche  
**L5260** Strumentazione e misure elettroniche  
**L5691** Tecnologie e mat. per l'elettronica I  
**L5691** Tecnologie e mat. per l'elettronica I  
**E5692** Tecnologie e mat. per l'elettronica II
- E5692** Tecnologie e mat. per l'elettronica II
- F5730** Telematica  
**F5730** Telematica
- L5750** Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica  
**L5750** Telerilevamento e diagnostica elettromagnetica
- L5770** Teoria dei circuiti elettronici  
**L5770** Teoria dei circuiti elettronici  
**F5801** Teoria dei segnali I  
**F5801** Teoria dei segnali I  
**L5801** Teoria dei segnali I  
**L5801** Teoria dei segnali I  
**F5802** Teoria dei segnali II  
**F5802** Teoria dei segnali II  
**L5811** Teoria dei sistemi (continui)  
**L5811** Teoria dei sistemi (continui)  
**L5811** Teoria dei sistemi (continui)  
**N5811** Teoria dei sistemi (continui)  
**N5812** Teoria dei sistemi (discreti)  
**N5812** Teoria dei sistemi (discreti)  
**F5870** Teoria dell'informazione e codici  
**F5870** Teoria dell'informazione e codici  
**F5954** Termodinamica applicata (r)  
**F5955** Termodinamica applicata, acustica applicata e illuminotecnica  
**F5955** Termodinamica applicata, acustica applicata e illuminotecnica
- F6040** Trasmissione numerica  
**F6040** Trasmissione numerica

### NUOVO MODULO

- 01EAF** Programmazione avanzata in c  
**01ADV** Architettura dei sistemi di elab.  
**01CBI** Programmazione ad oggetti  
**01CJC** Sistemi operativi  
**01ADY** Architettura dei sistemi operativi (inf, eln,tel)
- 01CAX** Progetto di sistemi operativi  
**01AIR** Collaudo di sistemi digitali i/inf/eln  
**01AIS** Collaudo di sistemi digitali ii  
**01AYE** Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi/eln/  
**01CNI** Strumentazione biomedica  
**01CJF** Sistemi per l'acquisizione dati  
**01CNT** Strumentazione programmabile/eln/tel  
**01BYI** Processi tecnologici/tel/inf/eln  
**01CQT** Tecnologia dei dispositivi  
**01AWH** Fasi cristalline e caratterizzazione dei materiali  
**01CCC** Proprietà e problematiche d'uso dei mater.  
**01CCV** Qualità di servizio in reti telematiche  
**01CNZ** Strumenti per l'offerta di servizi telematici  
**01CTB** Telerilevamento e diagnostica ambientale  
**01CTE** Telerilevamento: fondamenti teorici/tel/eln  
**01CTH** Teoria dei circuiti elettronici a/eln  
**01CTI** Teoria dei circuiti elettronici b  
**01CTW** Teoria dei segnali aleatori (tlc)  
**01CTR** Teoria dei segnali determ. (tlc)/inf  
**01CTV** Teoria dei segnali aleatori (eln)  
**01CTQ** Teoria dei segnali determinati (eln)  
**01ACP** Analisi statistica dei segnali  
**01ACL** Codifica di immagine e video  
**01ANA** Descrizione dei sistemi/eln  
**01BLV** Laboratorio di teoria dei sistemi/eln  
**01CCF** Proprietà strutturali di sistemi  
**01ANA** Descrizione dei sistemi/inf/tel  
**01BLV** Labor. di teoria dei sistemi/inf/tel  
**01CCF** Proprietà strutturali di sistemi  
**01ABM** Analisi dei sistemi ad eventi discreti  
**01BZJ** Progettazione di sistemi a reti di code  
**01AIN** Codici a blocco e crittografia  
**01BAC** Fondam. di teoria dell'inform.e codici  
**01CVQ** Termodinamica applicata  
**01AAD** Acustica applicata e illuminotecnica
- 01CVQ** Termodinamica applicata
- 01AIO** Codici di canale/tel/inf/eln  
**01CXJ** Trasmis. numerica su canali "reali"

### ■ DIPLOMA UNIVERSITARIO IN INGEGNERIA ELETTRONICA (SEDE DI TORINO)

I diplomati in Ingegneria Elettronica hanno una preparazione che li mette in grado di occuparsi della progettazione ed ingegnerizzazione di dispositivi, circuiti ed apparati elettronici, a qualsivoglia applicazione dedicati, della messa a punto ed utilizzo dei relativi strumenti di CAD, nonché dello sviluppo e soprattutto della gestione dei processi tecnologici per la realizzazione di qualunque prodotto elettronico, dal dispositivo più elementare all'apparato più complesso. Tra gli ambiti professionali propri di questo Diploma rientrano anche le attività di collaudo, gestione della qualità, manutenzione, servizi di misura e taratura.

Il profilo culturale del diplomato in Ingegneria Elettronica prevede, a fianco di una solida preparazione di base fisico matematica, anche una cultura trasversale a tutto il settore dell'Ingegneria dell'informazione e, in parte, anche dell'Ingegneria industriale, nonché una adeguata preparazione specialistica sulle materie proprie dell'Ingegneria Elettronica.

Il diplomato in Ingegneria Elettronica trova assorbimento sia presso l'industria elettronica vera e propria (produzione di componenti e apparati), che presso industrie che producono beni ad alto contenuto di elettronica (Informatica, Telecomunicazioni, Componenti, Automazione industriale, Avionica ecc.), e presso industrie di altri settori che vedono continuamente aumentare l'impatto dell'elettronica o della strumentazione elettronica sia nel loro prodotto che nel processo produttivo. Egli può trovare collocazione nelle attività progettuali, ma anche e soprattutto nella gestione della produzione, nei problemi di collaudo e manutenzione, nelle attività di marketing, di assistenza verso il cliente. Negli enti pubblici, nei servizi sanitari, nonché nel mondo dei servizi e del terziario potrà trovare collocazione per l'esercizio di apparati elettronici, negli uffici di acquisto e manutenzione, nelle attività di misura e taratura, ecc.

I 28 insegnamenti presenti nel piano degli studi sono ripartiti su tre anni accademici. Ogni insegnamento richiede un impegno di circa 60 ore fra lezioni ed esercitazioni, con frequenza obbligatoria. Durante l'ultimo anno gli allievi effettueranno un periodo di tirocinio presso aziende del settore, italiane o straniere.

Il naturale proseguimento degli studi per il diplomato universitario in Ingegneria Elettronica, che non intende inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica.

Per i Corsi di Diploma in Ingegneria Elettronica è possibile conseguire il doppio titolo (Italiano e Spagnolo) frequentando il 3° anno di corso presso l'Università Politecnica della Catalogna (UPC).

**Nota:** Il primo e il secondo anno non sono attivati

# Piani di Studio dei Corsi di Diploma Universitario

## Piano degli studi del Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	<b>0335L</b> Matematica I (A)	<b>0040L</b> Calcolo numerico (C)
	<b>0340L</b> Matematica II (A)	<b>0355L</b> Metodi matematici per l'ingegneria (C)
	<b>0245L</b> Fondamenti di informatica I (B)	<b>0215L</b> Fisica generale (D)
	<b>0250L</b> Fondamenti di informatica II (B)	<b>0460L</b> Struttura della materia (D)
	<b>0065L</b> Chimica	<b>0200L</b> Elettrotecnica I (E)
2	<b>0160L</b> Elettronica applicata I (F)	<b>0415L</b> Reti logiche
	<b>0165L</b> Elettronica applicata II (F)	<b>0050L</b> Campi elettromagnetici (I)
	<b>0030L</b> Calcolatori elettronici I	<b>0375L</b> Misure elettroniche
	<b>0520L</b> Teoria dei segnali	<b>0095L</b> Controlli automatici
	<b>0525L</b> Teoria dei sistemi	<b>0530L</b> Trasmissione numerica
3	<b>0170L</b> Elettronica dei sistemi digitali	<b>CP007</b> Lingua straniera (I)
	<b>0360L</b> Microelettronica	<b>0490L</b> Tecnologie e materiali per elettronica
	<b>0455L</b> Strumentazione elettronica di misura (2)	<b>0410L</b> Reti di telecomunicazione *
	<b>0080L</b> Compatibilità elettromagnetica	<b>0035L</b> Calcolatori elettronici II *
	<b>0110L</b> Costi di produzione e gestione aziendale	<b>0527L</b> Tirocinio I
	<b>CP003</b> Cultura europea	<b>0531L</b> Tirocinio II
		<b>CP002</b> Cultura Aziendale
	<b>CP004</b> Cultura umanistica	

**A / B / C / D / E / F /** moduli accorpati ai fini dell'esame

N.B. I moduli didattici contrassegnati con \* sono in alternativa, a scelta dello studente, con un tetto di 60 allievi caduno.

- (1) Il modulo di Lingua straniera è diviso in due parti distinte, A e B, che sono attivate rispettivamente nel primo e nel secondo periodo didattico. L'accertamento finale è unico.
- (2) Il modulo di Cultura umanistica è diviso in due parti distinte, A e B, che sono attivate rispettivamente nel primo e nel secondo periodo didattico. L'accertamento finale è unico.

■ **DIPLOMA UNIVERSITARIO IN INGEGNERIA ELETTRONICA  
(SEDE DI IVREA)**

I diplomati in Ingegneria Elettronica hanno una preparazione che li mette in grado di occuparsi della progettazione ed ingegnerizzazione di dispositivi, circuiti ed apparati elettronici, a qualsivoglia applicazione dedicati, della messa a punto ed utilizzo dei relativi strumenti di CAD, nonché dello sviluppo e soprattutto della gestione dei processi tecnologici per la realizzazione di qualunque prodotto elettronico, dal dispositivo più elementare all'apparato più complesso. Tra gli ambiti professionali propri di questo Diploma rientrano anche le attività di collaudo, gestione della qualità, manutenzione, servizi di misura e taratura.

Il profilo culturale del diplomato in Ingegneria Elettronica prevede, a fianco di una solida preparazione di base fisico matematica, anche una cultura trasversale a tutto il settore dell'Ingegneria dell'informazione e, in parte, anche dell'Ingegneria industriale, nonché una adeguata preparazione specialistica sulle materie proprie dell'Ingegneria Elettronica.

Il diplomato in Ingegneria Elettronica trova assorbimento sia presso l'industria elettronica vera e propria (produzione di componenti e apparati), che presso industrie che producono beni ad alto contenuto di elettronica (Informatica, Telecomunicazioni, Componenti, Automazione industriale, Avionica ecc.), e presso industrie di altri settori che vedono continuamente aumentare l'impatto dell'elettronica o della strumentazione elettronica sia nel loro prodotto che nel processo produttivo.

Egli può trovare collocazione nelle attività progettuali, ma anche e soprattutto nella gestione della produzione, nei problemi di collaudo e manutenzione, nelle attività di marketing, di assistenza verso il cliente. Negli enti pubblici, nei servizi sanitari, nonché nel mondo dei servizi e del terziario potrà trovare collocazione per l'esercizio di apparati elettronici, negli uffici di acquisto e manutenzione, nelle attività di misura e taratura, ecc.

I 30 insegnamenti presenti nel piano degli studi sono ripartiti su tre anni accademici. Ogni insegnamento richiede un impegno di circa 60 ore fra lezioni ed esercitazioni, con frequenza obbligatoria. Durante l'ultimo anno è possibile sostituire due insegnamenti con un periodo di tirocinio presso aziende del settore, italiane o straniere.

Nel II periodo didattico del 3° anno di corso gli allievi seguiranno tirocini di sperimentazione nell'ambito di realtà industriali presso le quali essi svilupperanno progetti esecutivi e relazioni tecniche critiche nel contesto di attività sperimentali o produttive. Tali relazioni potranno essere utilizzate per la preparazione di elaborati finali per il conseguimento del titolo. I corsi si svolgono a Ivrea, presso la sede staccata del Politecnico di viale Liberazione.

Il naturale proseguimento degli studi per il diplomato universitario in Ingegneria Elettronica, che non intende inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica.

Per i Corsi di Diploma in Ingegneria Elettronica è possibile conseguire il doppio titolo (Italiano e Spagnolo) frequentando il 3° anno di corso presso l'Università Politecnica della Catalogna (UPC).

**Nota:** Il primo e il secondo anno non sono attivati

# Piani di Studio dei Corsi di Diploma Universitario

## Piano degli studi del Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	<b>4335L</b> Matematica I (A)	<b>4040L</b> Calcolo numerico (C)
	<b>4340L</b> Matematica II (A)	<b>4355L</b> Metodi matematici per l'ingegneria (C)
	<b>4245L</b> Fondamenti di informatica I (B)	<b>4215L</b> Fisica generale (D)
	<b>4250L</b> Fondamenti di informatica II (B)	<b>4460L</b> Struttura della materia (D)
	<b>4065L</b> Chimica	<b>4200L</b> Elettrotecnica I (E)
2		<b>4205L</b> Elettrotecnica II (E)
	<b>4160L</b> Elettronica applicata I (F)	<b>4415L</b> Reti logiche
	<b>4165L</b> Elettronica applicata II (F)	<b>4455L</b> Strumentazione elettronica di misura (I)
	<b>4030L</b> Calcolatori elettronici I (G)	<b>4375L</b> Misure elettroniche (I)
	<b>4035L</b> Calcolatori elettronici II (G)	<b>4095L</b> Controlli automatici (H)
	<b>4520L</b> Teoria dei segnali (L)	<b>4530L</b> Trasmissione numerica (L)
	<b>4525L</b> Teoria dei sistemi (H)	<b>CP007</b> Lingua straniera*
3	<b>4170L</b> Elettronica dei sistemi digitali	<b>4490L</b> Tecnologie e materiali per elettronica
	<b>4360L</b> Microelettronica	<b>4527L</b> Tirocinio I
	<b>4050L</b> Campi elettromagnetici (I)	<b>4531L</b> Tirocinio II
	<b>4080L</b> Compatibilità elettromagnetica (I)	<b>CP004</b> Cultura umanistica**
	<b>4110L</b> Costi di produzione e gestione aziendale	<b>CP002</b> Cultura aziendale
		<b>CP003</b> Cultura europea

**A / B / C / D / E / F / G / H / I** moduli accorpatis ai fini dell'esame

- \* La prima parte del modulo di Lingua straniera è prevista nel corso del primo periodo didattico del primo anno.
- \*\* La prima parte del modulo di Cultura umanistica è prevista nel corso del primo periodo didattico del terzo anno.

■ **DIPLOMA UNIVERSITARIO IN INGEGNERIA INFORMATICA  
(SEDE DI IVREA)**

Il diplomato in Ingegneria Informatica dovrà essere qualificato per affrontare problemi dell'area tecnica relativa ai servizi e all'industria con una buona preparazione nelle discipline scientifiche di base, rivolta più agli aspetti applicativi che a quelli teorico- astratti, accompagnata da una formazione ingegneristica ad ampio spettro e da una formazione professionale nell'area informatica e delle sue applicazioni. In particolare dovrà essere qualificato per impostare, sviluppare ed attuare progetti esecutivi di sistemi di elaborazione, impianti informatici e sistemi informativi, da solo od in gruppo, secondo metodologie ben definite e consolidate.

In generale dovrà essere in grado di contribuire alla realizzazione ed alla gestione di sistemi informativi con varie finalità ed in vari contesti produttivi sia in ambito industriale sia in quello dei servizi.

Tenuto conto dell'ampio spettro di contesti applicativi e della necessaria diffusione sul territorio nazionale dei servizi informatici nel settore pubblico e privato, potrà rendersi opportuna la specificazione di indirizzi formativi in sede locale anche in relazione agli sbocchi professionali ed alle realtà produttive caratteristiche delle singole aree.

Le figure professionali, attualmente presenti nel mercato del lavoro, riconducibili al ruolo del diplomato in Ingegneria, possono risultare, ad esempio, le seguenti:

- analista-programmatore
- analista di applicazioni telematiche
- analisi di basi di dati
- progettista hardware di sistemi
- progettista di software di base
- sistemista di software applicativo
- sistemista di software di reti
- gestore di sistemi informatici
- manutentore hardware di sistemi
- manutentore di software di base o applicativo

Il diplomato in Ingegneria avrà la capacità di adattarsi ai vari strumenti per la realizzazione di sistemi informatici, a vari tipi di ambienti di sviluppo applicativo, sia tradizionali sia innovativi, e potrà pertanto ricoprire, nel settore delle applicazioni informatiche, nuove figure professionali create dall'evoluzione delle tecnologie.

Nel II periodo didattico del 3° anno di corso gli allievi seguiranno tirocini di sperimentazione nell'ambito di realtà industriali presso le quali essi svilupperanno progetti esecutivi e relazioni tecniche critiche nel contesto di attività sperimentali o produttive. Tali relazioni potranno essere utilizzate per la preparazione di elaborati finali per il conseguimento del titolo.

Le previsioni occupazionali portano ad una stima di assorbimento di circa 1500 diplomati in Ingegneria Informatica all'anno, su base nazionale.

Il naturale proseguimento degli studi per il diplomato universitario in Ingegneria Informatica, che non intende inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il Corso di Laurea in Ingegneria Informatica.

**Nota:** Il primo e il secondo anno non sono attivati

# Piani di Studio dei Corsi di Diploma Universitario

## Piano degli studi del Diploma Universitario in Ingegneria Informatica

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	<b>4335N</b> Matematica I (A)	<b>4040N</b> Calcolo numerico (C)
	<b>4340N</b> Matematica II (A)	<b>4355N</b> Metodi matematici per l'ingegneria (C)
	<b>4245N</b> Fondamenti di informatica I (B)	<b>4215N</b> Fisica generale (D)
	<b>4250N</b> Fondamenti di informatica II (B)	<b>4460N</b> Struttura della materia (D)
	<b>4065N</b> Chimica	<b>4200N</b> Elettrotecnica I
2	<b>4160N</b> Elettronica applicata I	<b>4255N</b> Fondamenti di informatica III
	<b>4165N</b> Elettronica applicata II	<b>4415N</b> Reti logiche (F)
	<b>4030N</b> Calcolatori elettronici I (E)	<b>4450N</b> Sistemi operativi (G)
	<b>4035N</b> Calcolatori elettronici II (E)	<b>4375N</b> Misure elettroniche (INF)
	<b>4520N</b> Teoria dei segnali (I)	<b>4095N</b> Controlli automatici
	<b>4525N</b> Teoria dei sistemi (F)	<b>4530N</b> Trasmissione numerica
3	<b>4400N</b> Reti di calcolatori I (G)	<b>CP007</b> Lingua straniera*
	<b>4436N</b> Calcolatori elettronici III (F)	<b>4410N</b> Reti di telecomunicazione
	<b>4027N</b> Basi di dati (H)	<b>4527N</b> Tirocinio I
	<b>4305N</b> Ingegneria del software (H)	<b>4531N</b> Tirocinio II
	<b>4110N</b> Costi di produzione e gestione	<b>CP004</b> Cultura umanistica**
		<b>CP002</b> Cultura aziendale aziendale
		<b>CP003</b> Cultura europea

**A / B / C / D / E / F / G / H** moduli accorpati ai fini dell'esame

\* La prima parte del modulo di Lingua straniera è prevista nel corso del primo periodo didattico del primo anno.

\*\* La prima parte del modulo di Cultura umanistica è prevista nel corso del primo periodo didattico del terzo anno.

### ■ DIPLOMA UNIVERSITARIO IN INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI (SEDE DI AOSTA)

I sistemi di telecomunicazione subiscono, in questi anni, una rapida evoluzione, per effetto dell'innovazione tecnologica e del suo trasferimento nella sfera applicativa. Questa evoluzione tocca i sistemi tradizionali, mutandone in modo anche radicale le diverse forme di attuazione, e introduce progressivamente sistemi nuovi, capaci di trasmettere volumi di informazione di ordini di grandezza superiori a quelli esistenti.

Naturale che le forze necessarie per gestire l'innovazione, traducendone i concetti sul piano attuativo, siano di gran lunga superiori a quelle richieste per la creazione di concezioni nuove. Ciò tanto più vero nei Paesi che non occupano posizioni di punta nella creazione di tecnologie avanzate, ma che hanno ugualmente raggiunto un livello di sviluppo tale da consentire un uso su ampia scala dei prodotti industriali che da quelle conseguono.

Il diploma universitario in Ingegneria delle Telecomunicazioni mira a formare una figura di ingegnere dotato della cultura necessaria per applicare nel progetto e nell'impianto di sistemi di telecomunicazioni i prodotti delle nuove tecnologie e della flessibilità mentale occorrente per seguirne gli sviluppi durante l'intera carriera professionale.

Pertanto al futuro diplomato in Ingegneria vengono impartiti corsi fondamentali di matematica, di fisica e di chimica, ponendo l'accento più sugli aspetti operativi e strumentali che non sull'apparato concettuale. Lo stesso spirito informa i corsi di Elettrotecnica, di Elettrotecnica, di Informatica, di Campi elettromagnetici, nei quali è riservato ampio spazio all'attività di laboratorio. Rispetto al corrispondente Corso di Laurea, la cultura di base viene impartita non nella prospettiva di fornire gli strumenti per fare avanzare un settore disciplinare, ma di provvedere le basi per applicare nella professione, in modo immediato, le conoscenze tecnologiche più avanzate del momento. Per gli stessi motivi, l'insieme delle conoscenze impartite ha un carattere settoriale specifico dell'ambito applicativo nel quale il diplomato dovrà prestare la propria attività.

La figura del diplomato in Ingegneria che ne risulta è pertanto adatta ad un impiego immediato sul mercato del lavoro. La flessibilità di apprendimento acquisita lo garantisce contro una rapida usura professionale, oggi inevitabile in chi non sia disposto, o non abbia i mezzi concettuali, per un continuo aggiornamento.

In prospettiva, la figura del diplomato in Ingegneria dovrebbe diventare l'asse portante dell'ingegneria di industria, riservandosi ai laureati solo quelle attività che richiedano una cultura scientifica ampia ed approfondita, diretta più allo sviluppo delle tecnologie del futuro che alla gestione delle risorse presenti. Il Corso di Diploma è attivato nella sede di Aosta.

Il naturale proseguimento degli studi per il diplomato universitario in Ingegneria delle Telecomunicazioni, che non intende inserirsi subito nell'attività lavorativa, è il Corso di Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni.

**Nota:** Il primo e il secondo anno non sono attivati

# Piani di Studio dei Corsi di Diploma Universitario

## Piano degli studi in Ingegneria delle Telecomunicazioni

Anno	1° periodo didattico	2° periodo didattico
1	<b>2335F</b> Matematica I (A)	<b>2040F</b> Calcolo numerico (C)
	<b>2340F</b> Matematica II (A)	<b>2355F</b> Metodi matematici per l'ingegneria (C)
	<b>2245F</b> Fondamenti di informatica I (B)	<b>2215F</b> Fisica generale (D)
	<b>2250F</b> Fondamenti di informatica II (B)	<b>2460F</b> Struttura della materia (D)
	<b>2065F</b> Chimica	<b>2200F</b> Elettrotecnica I (E)
2	<b>2515F</b> Teoria dei fenomeni aleatori (F)	<b>2055F</b> Campi elettromagnetici (H)
	<b>2520F</b> Teoria dei segnali (F)	<b>2365F</b> Microonde (H)
	<b>2155F</b> Elettronica applicata (G)	<b>2090F</b> Comunicazioni elettriche (I)
	<b>2170F</b> Elettronica dei sistemi digitali (G)	<b>2140F</b> Elaborazione numerica dei segnali (I)
	<b>2380F</b> Misure su sistemi di trasmissione	<b>2175F</b> Elettronica delle telecomunicazioni e telemisure
3	<b>2095F</b> Controlli automatici	<b>2110F</b> Costi di produzione e gestione aziendale
	<b>2005F</b> Antenne	<b>2435F</b> Sistemi di telecomunicazioni
	<b>2410F</b> Reti di telecomunicazioni (L)	<b>2527F</b> Tirocinio I
	<b>2075F</b> Commutazione (L)	<b>2531F</b> Tirocinio II
	<b>2445F</b> Sistemi informativi	

A / B / C / D / E / F / G / H / I / L / moduli accorpati ai fini dell'esame

## Commissioni Piani di Studio

### *Commissioni per l'esame dei piani di studio individuali*

Corsi di Laurea	Docenti	Istituti o Dipartimenti di Appartenenza
Coordinatore	Letizia Lo Presti	Dip. di Elettronica
Elettronica	Gianluca Piccinini	Dip. di Elettronica
Informatica	Fulvio Corno	Dip. di Automatica e Informatica
Informatica-Automatica	Michele Taragna	Dip. di Automatica e Informatica
Telecomunicazioni	Emanuele Viterbo	Dip. Elettronica
	Mario Vadacchino	Dip. di Fisica
	Pier Angela Barbera	Segreteria didattica di Facoltà
	Gabriella Laurini	Segreteria didattica di Facoltà

Facoltà: **Matematica**  
Sezione: **1**  
Scuola di Ingegneria: **DIAGNOSI**  
a corso: **2**

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso ha l'obiettivo di fornire allo studente le tecniche teoriche e sperimentali di diagnosi acustica e dell'illuminotecnica, e di apprestare per il futuro con informazioni tecniche sufficienti per il lavoro di ricerca e sviluppo in questi settori. Il corso ha un carattere di base del trattamento didattico è finalizzato per fornire allo studente conoscenze ed esperienze in questi due livelli ed infine con applicazioni.

## Prerequisiti

Conoscenza fondamentale di matematica, di fisica, della dinamica di sistemi meccanici basata su un corso di Fisica del liceo.

## Programmi

Acustica: teoria, applicazioni acustiche e campi sonori, suoni, onde e interferenze, effetti sonori, sorgenti sonore, acustica elettromeccanica, sorgenti sonore (12 h).

Diagnostica di vibrazioni: vibrazioni dell'insieme soggetto di lavoro, punti critici, parametri meccanici e vibrazionali del sistema (12 h).

Investigazione sonora in campo libero e trascritto e proprietà acustiche dei materiali, acustica degli ambienti chiusi, problemi di silenziosità, acustica in ambiente urbano (12 h).  
Illuminotecnica: definizione delle grandezze fotometriche, come misurare l'illuminazione e l'angolo di visione (12 h).

Colorimetria: criteri di definizione di un sistema colorimetrico, processo di visione per l'occhio, sistema CIE e diagrammi dei colori (12 h).

Sorgenti di luce artificiale ed apparecchi di illuminazione: problemi progettuali in campo illuminotecnico, strutturazione per natura (12 h).

Illuminotecnica di ambiente di lavoro di illuminazione (12 h).

## Bibliografia

Sono disponibili appunti del corso, sia sotto forma di file WORD in rete - sito di ASO, sia in forma cartacea presso la Segreteria Didattica Dipartimento Area Due Tech per l'aggiornamento degli studenti e per gli docenti.

G. Mancusi Le Scienze, E. Santolini "Acustica", Ed. Zanichelli

G. Mancusi Le Scienze, M. De Luca Voliani "Illuminotecnica", Ed. Zanichelli

## Controlli dell'apprendimento

Esami orali

## Modalità d'esame

Prova scritta riguardante la risoluzione di esercizi numerici sugli argomenti trattati nel corso.

# 01AAD ACUSTICA APPLICATA E ILLUMINOTECNICA

Docente:	Marco MASOERO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01AWM
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di fornire innanzitutto le nozioni teoriche fondamentali dell'acustica applicata e dell'illuminotecnica, sviluppando quindi una serie di applicazioni di interesse per il settore dell'informazione. Pur nella loro individualità, tali discipline vengono affrontate con un taglio metodologico comune: si parte da un richiamo sulla fisica del fenomeno acustico e luminoso, per passare poi alla percezione soggettiva del fenomeno da parte dell'uomo ed infine alle applicazioni.

## **Prerequisiti**

Nozioni fondamentali di meccanica, di teoria delle onde e di ottica normalmente fornite nei corsi di Fisica del biennio.

## **Programma**

Acustica fisica: grandezze acustiche e campi sonori; suoni puri e complessi; spettri sonori; sorgenti sonore; analogia elettroacustica; sorgenti sonore (6 h).

Elementi di psicoacustica: valutazione dell'intensità soggettiva di suoni puri e complessi; mascheramento e comprensione del parlato (4 h).

Propagazione sonora in campo libero e riverberato; proprietà acustiche dei materiali; acustica degli ambienti chiusi; problemi di fonoisolamento; strumentazione acustica (6 h).

Fotometria; definizione delle grandezze fotometriche; correlazione tra energia e flusso luminoso (2 h).

Colorimetria; criteri di definizione di un sistema colorimetrico; processi additivi e sottrattivi; sistema CIE e triangolo dei colori (2 h).

Sorgenti di luce artificiale ed apparecchi di illuminazione; problemi progettuali in campo illuminotecnico; strumentazione per misure illuminotecniche (4 h).

Illuminazione di ambienti di lavoro al videoterminale (2 h).

## **Bibliografia**

Sono disponibili appunti del corso, sia sotto forma di file WORD in rete - sito ULISSE, sia in forma cartacea presso la Segreteria Didattica Interdipartimentale Area Sud.

*Testi per l'approfondimento della teoria e per gli esercizi:*

G. Moncada Lo Giudice, S. Santoboni "Acustica", Ed. Masson

G. Moncada Lo Giudice, A. De Liero Vollaro "Illuminotecnica", Ed. Masson

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

Prova scritta riguardante la risoluzione di esercizi numerici sugli argomenti trattati nel corso.

## 01EAE ALGORITMI E STRUTTURE DATI (ELN)

Docente:	Aldo LAURENTINI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CQH
N. crediti:	3

---

### Obiettivi generali del corso

Fornire conoscenze relative alle principali strutture dati, alla teoria della complessità degli algoritmi ed agli algoritmi fondamentali.

### Programma

Complessità degli algoritmi

Esempi di analisi su algoritmi

Algoritmi di ordinamento

Tipi di dati astratti (Pile, code, liste...).

Alberi, alberi binari, visite.

Tecniche di ricerca. Ricerca binaria, tecniche *Hash*, code di priorità.

algoritmi paralleli (cenni)

Grafi (definizioni, usi, visite ampiezza, profondità, *minimum spanning tree*, cammini minimi, isomorfismo, planarità, *clique*, colorazione, grafi Euleriani ed Hamiltoniani)

### Bibliografia

Teoria:

Appunti delle lezioni disponibili presso la Segreteria Studenti

Sara Baase, "*Computer algorithms: introduction to design and analysis*", Addison Wesley

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, "*Algoritmi e strutture dati*", Levrotto e Bella

Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, "*Introduction to algorithms*", McGraw Hill

### Modalità d'esame

L'esame sarà scritto, con parte orale facoltativa. Per l'esame è necessario prenotarsi presso la segreteria studenti.

Ulteriori dettagli sono disponibili sul sito Internet [www.polito.it](http://www.polito.it)

## 01AAZ ALIMENTATORI A COMMUTAZIONE

Docente:	Franco MADDALENO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01BIZ
N. crediti:	6

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso di Alimentatori a Commutazione ha lo scopo di presentare sia gli aspetti teorici (modelli dei circuiti), sia gli aspetti progettuali e realizzativi dei più importanti circuiti alimentatori utilizzati nei sistemi elettronici di piccola potenza ( $<1\text{kW}$ ). Nel corso vengono esaminati gli alimentatori, visti dapprima come sistemi e poi più in dettaglio dal punto di vista circuitale. Vengono brevemente trattati i regolatori lineari e più in dettaglio quelli a commutazione ad onda quadra (*switching*).

### Prerequisiti

Essendo questo un corso di tipo circuitale applicativo, è richiesta una forte propensione per gli argomenti di tipo circuitale e un'ottima conoscenza dei corsi circuitali precedenti. È pure richiesta una buona conoscenza della strumentazione di laboratorio e di un simulatore circuitale.

### Programma

*Alimentatori dissipativi:* Conversione AC/DC, stabilizzazione serie e parallelo. Regolatori integrati e discreti.

*Analisi di alimentatori ad onda quadra:* Configurazioni fondamentali: *Buck*, *Boost* e *Buck-boost*. Caratteristiche stazionarie in modo continuo e discontinuo. Comportamento dinamico. Modelli linearizzati, media nello spazio degli stati, media degli interruttori, media del circuito. Linearizzazione. Controllo in voltage mode e current mode. Correttori di fattore di potenza.

*Configurazioni derivate:* Analisi e dimensionamento di alimentatori *Buck* derivati (*Forward*, *Push Pull*, Mezzo ponte e ponte intero). Analisi e dimensionamento di *fly-back*.

*Componenti magnetici:* Progetto di induttori e trasformatori ad alta frequenza. Scelta del nucleo con il prodotto delle aree. Scelta dei conduttori. Valutazione delle perdite.

*Circuiti ausiliari:* Reti snubber. Isolamento. Alimentazioni ausiliarie. Sensori di corrente. Saranno effettuate alcune esercitazioni sperimentali in laboratorio.

### Bibliografia

Il corso non segue fedelmente un libro di testo, ma gli argomenti trattati sono completamente coperti da ottimi appunti disponibili in copisteria (Politeko). Per alcuni argomenti vi sono dispense supplementari del docente e articoli su riviste indicate durante il corso.

#### Testi ausiliari

Erickson, "Fundamentals of Power Electronics" Chapman & Hall

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

Kassakian, Schlecht, Verghese, "Principles of Power Electronics", Addison Wesley

Pressman, "Switching Power Supply Design", second edition McGraw Hill

## Controlli dell'apprendimento

Ogni settimana saranno assegnati degli *homework* (esercizi o progetti) che devono essere consegnati nella data indicata (tipicamente dopo 7 giorni dall'assegnazione). Durante il corso sarà possibile svolgere (singolarmente o a gruppi) delle tesine. *Homework* e tesina sono facoltativi, ma fortemente consigliati. Le esercitazioni sperimentali di laboratorio possono essere degli utili momenti per l'autoverifica dell'apprendimento.

## Modalità d'esame

Vi sono due forme di esame, tradizionale oppure con homework e progetto. L'esame tradizionale è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria presso la segreteria di Elettronica) e da un orale. Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di circa 3 ore. Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto. L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o ad esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).

L'esame può anche essere superato svolgendo individualmente e consegnando ogni settimana gli homework (ed eventuale tesina). Il voto finale sarà basato per il 40% sugli esercizi, per il 40% sui progetti e il restante 20% sulla discussione degli homework.

# 01ABD AMPLIFICATORI OPERAZIONALI E ALIMENTATORI STABILIZZATI

Docente:	Vincenzo POZZOLO (I Corso), Francesco GREGORETTI (II Corso)
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CTI
N. crediti:	6

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso si prefigge di ampliare la formazione dello studente per quanto riguarda l'Elettronica circuitale, nel campo analogico. Viene posta particolare enfasi sulla parte di metodologia di progetto di circuiti, evidenziando le varie fasi che permettono di passare dalle specifiche di un circuito alla sua realizzazione, tenendo conto delle caratteristiche dei componenti reali.

## Prerequisiti

Per una proficua frequenza, gli studenti devono conoscere approfonditamente e padroneggiare con sicurezza tutti gli argomenti trattati nei moduli 01BJD, 01AZH, 01BOI, 01APL, 01CTH, 01CTI.

## Programma

- Non idealità dei circuiti (offset, derive, slew-rate, dinamica). circuiti elementari per operazionali (specchi di corrente, differenziale). Realizzazione di operazionali bipolari e MOS. Dipendenza dei parametri dell'operazionale dal circuito interno. Modelli dell'operazionale in linearità.
- Retroazione e stabilità: Posizione dei poli, risonanze. Compensazione a pole splitting, zero-polo, due poli e feed forward. Impedenze di ingresso e uscita.
- Utilizzo degli operazionali: Amplificatori da strumentazione. Uso dell'operazionale fuori linearità. Caratteristiche non lineari e lineari a tratti.
- Elettronica di ampio segnale: Amplificatori di potenza in classe A e B. SOA, resistenza termica e dissipatori. Alimentatori lineari e a commutazione. Regolatori di tensione.

## Bibliografia

V.Pozzolo: "Appunti dalle Lezioni", Politeko

Sedra, Smith, "Microelectronics Circuits", Saunders College Publishing

*Per la parte di utilizzo e progetto dei circuiti analogici:*

S. Franco, "Design with operational amplifier and analog integrated circuits", McGraw Hill

*Per le esercitazioni:*

Quaderno LADISPE numero 2, "Caratteristiche di componenti elettronici per i corsi di Elettronica", Politeko.

*Per il laboratorio:*

Quaderno LADISPE numero 3, "Guida alle esercitazioni di laboratorio per il corso di elettronica applicata", Politeko.

## Controlli dell'apprendimento

Nessuno.

## Modalità d'esame

L'esame è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria) e da un orale.

Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di 30 minuti.

All'esame si deve essere muniti di calcolatrice, libro delle caratteristiche dei componenti.

Durante lo scritto è possibile ritirarsi senza lasciare traccia, si possono consultare libri ed appunti.

L'orale ha luogo subito dopo lo scritto e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o a esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Pur non essendo fiscalmente richiesto il superamento dei corsi propedeutici, sono comunque possibili in sede di esame richiami ai contenuti dei moduli indicati nei prerequisiti.

# 01ABE AMPLIFICAZIONE, MODULAZIONE E RILEVAZIONE OTTICA

Docente:	Ivo MONTROSSET
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BEG, 01APL
N. crediti:	5

---

## **Programma**

Concetti base sulle proprietà dei vetri e cristalli drogati.

Interazione tra fotoni e ioni attivi in vetri e cristalli drogati in guide ottiche: pompaggio ottico equazioni di bilancio per occupazione stati negli ioni attivi e per i fotoni.

Amplificatori ottici in vetri drogati: struttura, problematiche realizzative, effetti di saturazione e cenni sulle caratteristiche di rumore.

Amplificatori ottici in materiali semiconduttori (SOA): struttura, problematiche realizzative, effetti di saturazione ed intermodulazione, applicazioni alla conversione di lunghezza d'onda.

Effetti di elettrorifrazione ed assorbimento in materiali semiconduttori.

Modulatori e commutatori in materiali semiconduttori massivi e a pozzi quantici: strutture, descrizione funzionamento, caratteristiche.

Modulatori e commutatori a controllo tutto ottico: introduzione, strutture.

Fotorivelatori: materiali, strutture PIN e APD, caratteristiche di rumore, banda.

Integrazione optoelettronica e fotonica: prospettive e realizzazioni recenti

## **Bibliografia**

Vengono dati come riferimenti capitoli di libri ed articoli e distribuiti appunti.

## **Modalità d'esame**

Orale.

# 01ABM ANALISI DEI SISTEMI AD EVENTI DISCRETI

Docente:	Donato CARLUCCI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01ACJ
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

La teoria dei sistemi discreti offre fondamenti metodologici per lo studio di fenomeni aventi variabili intere e rappresentabili mediante modelli matematici costituiti da equazioni differenziali.

Il corso si propone di fornire le conoscenze di base per l'analisi di sistemi dinamici ad eventi discreti, deterministici e stocastici, a tempo discreto e a tempo continuo. Esempi di fenomeni di questo tipo sono diffusi nei sistemi digitali di calcolo, nelle reti di calcolatori, nei sistemi di code (traffico di automobili su una rete viaria o di robot trasportatori in una fabbrica automatica), nella pianificazione di ridondanze e di scorte per sopperire al verificarsi di guasti casuali di elementi.

Seguendo il corso, l'allievo viene preparato alla impostazione matematica di questi problemi ed alla ricerca delle soluzioni, aiutato dalla conoscenza delle soluzioni dei problemi classici.

## **Prerequisiti**

Teoria della Probabilità. Trasformate di Fourier e di Laplace. Trasformata Zeta. Richiami su questi sono forniti dal docente in forma scritta per entrambe le parti teorica e applicativa.

## **Programma**

Il programma comprende i seguenti argomenti principali:

aspetti di base della teoria dei sistemi lineari;

catene di Markov a tempo continuo ed a tempo discreto;

processi di nascita e morte;

teoria delle code elementari: analisi statistica delle principali tipologie di code classiche;

code con gestione delle priorità di differenti classi di utenza.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni sono condotte in aula e comprendono, per ogni punto del programma, la presentazione sia di esercizi completamente svolti in aula dal docente sia di esercizi consigliati, da discutere con il docente dopo un approfondimento personale degli argomenti.

## **Bibliografia**

Donato Carlucci e Giuseppe Menga "Teoria dei Sistemi ad eventi Discreti", UTET, Torino, 1998.

Donato Carlucci: formulari ed esercizi.

## Testi ausiliari

M. Tibaldi: Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox, Progetto Leonardo, Bologna.

C. G. Cassandras: Discrete Event Systems: Modeling and Performance Analysis, Irwin and Aksen Associates, 1993.

## Modalità d'esame

È previsto che l'esame si svolga in forma scritta. Modi differenti di svolgimento dell'esame quali ad esempio lo svolgimento di temi particolari saranno eventualmente concordati con il docente previa presentazione in aula, a tutti gli allievi del corso, dei temi in oggetto.

# 01CYU ANALISI DEI SISTEMI DINAMICI (ELN)

Docente:	Enrico CANUTO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AZH, 01ACJ
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Gli obiettivi dell'insegnamento, rivolto ad allievi non specialisti, è di fornire una formazione di base nel campo dell'analisi di sistemi dinamici orientata al progetto di Unità di Controllo (UC) digitali, ovvero quelle conoscenze teoriche utili anche a chi non dovrà mai occuparsi di problemi specifici, come possibile trait d'union verso gli specialisti del controllo.

La formazione di base avrà come scopo la comprensione dei seguenti concetti: il concetto di stato e il principio di causalità, alla base della nozione di sistema dinamico; il metodo descrittivo delle equazioni di stato sia tempo-continue sia tempo-discrete alla base del moderno progetto delle UC.

## **Prerequisiti**

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

## **Programma**

Concetti introduttivi ed esempi

La descrizione matematica di sistemi dinamici:

fondamenti delle equazioni di stato discrete e continue, schemi a blocchi

elementi dinamici della fisica sperimentale

soluzione di equazioni di stato lineari e stabilità

equazioni di stato a dati campionati

il concetto di modello fine e semplificato, cenni ai simulatori numerici.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula e di laboratorio tenderanno a preparare l'allievo alla prova scritta. L'allievo dovrà apprendere ad eseguire e interpretare prove di analisi dinamica sia mediante un simulatore numerico, fornito dal docente, sia mediante l'ambiente MATLAB.

## **Bibliografia**

*Testo di guida per il laboratorio.*

E. Canuto, "Asservimento digitale di posizione ad un grado di libertà", CELID (Torino), 1996.

*Raccolta di lucidi delle lezioni.*

E. Canuto, "Principi di Controlli Automatici. Raccolta dei lucidi delle lezioni", in corso di pubblicazione.

## **Modalità d'esame**

La prova di esame sarà di norma scritta e consisterà in una serie di tre tipi di quesiti: quesiti a ventaglio di risposte (quiz), quesiti numerici e letterali.

## 01CYV ANALISI DEI SISTEMI DINAMICI (TLC)

Docente:	Vito CERONE
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CZY e 01ACJ
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il modulo presenta metodologie e strumenti per la rappresentazione, l'analisi e lo studio delle proprietà di sistemi dinamici sia a tempo continuo sia a tempo discreto. In particolare vengono considerati sistemi dinamici con un ingresso ed una uscita, lineari, stazionari a dimensione finita. Le problematiche relative alle rappresentazioni non lineari ed ai sistemi dinamici MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) saranno presentate sommariamente.

### **Prerequisiti**

Il modulo presuppone la conoscenza dei contenuti trattati nei corsi di Fisica (meccanica, elettrotecnica, termodinamica, dinamica dei fluidi), Elettrotecnica, Elettronica e Teoria dei Segnali.

### **Programma**

Rappresentazioni di sistemi dinamici.  
Movimento ed equilibrio nei sistemi lineari e stazionari.  
Analisi di stabilità dei sistemi dinamici.  
Proprietà strutturali delle rappresentazioni in variabili di stato lineari e stazionarie.  
Funzione di trasferimento.  
Risposta in frequenza.

### **Bibliografia**

Non esiste un testo ufficiale. Una buona parte dei contenuti del corso è riportata in: P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, *Fondamenti di controlli automatici*, McGraw-Hill Libri Italia srl, 1998.

*Un testo di riferimento per le esercitazioni di laboratorio (Matlab e Simulink) è il seguente:* Cavallo, R. Setola, F. Vasca, *Guida operativa a MATLAB, SIMULINK e Control Toolbox* Liguori Editore.

*Testi di approfondimento:*

S. Rinaldi, *Teoria dei Sistemi*, Clup, Milano.

A. Ruberti, A. Isidori, *Teoria dei Sistemi*, Boringhieri, Torino.

Ruberti, A. Isidori, *Teoria della stabilità*, Siderea, Roma.

### **Controlli dell'apprendimento**

Non previsti.

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta svolta in laboratorio (LAIB) con l'ausilio di un calcolatore. Indicazioni più dettagliate verranno date ad inizio corso.

# 01ABX ANALISI DI SISTEMI LINEARI CON RETROAZIONE

Docente:	Giuseppe MENGA
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BLV
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Questo è il primo dei due moduli di controlli automatici per l'indirizzo specialistico di automatica.

Si distingue dai corsi similari offerti dal Politecnico per due aspetti:

presuppone che gli studenti abbiano già basi di modellistica dei sistemi dinamici e di teoria dei sistemi, tali da permettere al docente di focalizzarsi fundamentalmente sugli aspetti di specifica e progetto del controllo.

Il corso presenta affiancate, ed in modo integrato, per il progetto le tecniche classiche basate sull'analisi in frequenza, e le tecniche moderne basate sulla rappresentazione in variabili di stato, permettendo un confronto delle due principali linee di tendenza presenti nella letteratura.

Questo primo modulo ha come obiettivo lo studio del comportamento di sistemi dinamici chiusi in controeazione, l'analisi della stabilità e la definizione delle specifiche di sistemi di controllo.

## **Prerequisiti**

Sono prerequisiti per poter seguire il corso:

le basi della teoria dei sistemi ed in particolare i principi della fisica (meccanica, elettrotecnica ed elettronica) per poter sviluppare modelli di sistemi dinamici in variabili di stato ed in forma di funzioni di trasferimento a partire da componenti elettrici (motori elettrici, circuiti elettrici), elettronici (amplificatori operazionali), meccanici (corpi rigidi in moto di traslazione e rotazione), termici (assorbimento e scambio del calore).

## **Programma**

Modellistica di sistemi dinamici, rappresentazioni in variabili di stato ed in frequenza; Sistemi a dati campionati e campionamento all'interno di un anello di controllo; Sistemi dinamici e spazi funzionali, norma di operatori ingresso-uscita, gramiani di osservabilità e controllabilità;

La struttura di un sistema controllato in catena chiusa - osservatore dello stato e reazione dello stato;

Il modello esteso - rappresentazione dell'incertezza e delle specifiche di prestazione in un sistema di controllo;

## **Bibliografia**

Donato Carlucci, Giuseppe Menga, Teoria dei sistemi ad eventi discreti, UTET 1998  
*Giuseppe Menga Controlli Automatici libro di dispense edito dal docente*

## **Modalità d'esame**

L'esame è costituito da una prova scritta. Se la prova viene superata i voti compresi fra 19 e 24 sono di norma esonerati dall'orale, le votazioni inferiori richiedono un orale per poter superare l'esame, le votazioni superiori richiedono un orale per avere confermato il voto della prova scritta.

# 01ABY ANALISI DI SISTEMI PER IL CONTROLLO

Docente:	Giovanni FIORIO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CEF e 01ACJ
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

L'insegnamento riguarda: l'analisi di sistemi fisici di varia natura ai fini di determinarne le leggi di funzionamento in regime transitorio, in vista di un loro inserimento all'interno di un sistema dotato di controllo.

## **Prerequisiti**

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

## **Programma**

Il problema del controllo automatico. Concetto di sistema. Ingressi (comandi e disturbi), uscite (primarie e secondarie). Enunciato del problema in forma descrittiva. Schema generale di un sistema dotato di controllo. Proprietà degli elementi componenti. Elenco delle competenze richieste ad un esperto di sistemi di controllo.

Costruzione dei modelli matematici di sistemi fisici. Rappresentazione grafica dei modelli: schemi a blocchi e loro regole di elaborazione. Modelli matematici approssimati di sistemi elettrici, meccanici, elettromeccanici, termici, idraulici e pneumatici.

Elementi di analisi di segnali e di sistemi. Risposte nel dominio del tempo e della frequenza. Cenni su processi stocastici e dinamica statistica. Concetto e verifica della stabilità.

Dinamica dei sistemi monovariabili (un comando e un'uscita) con retroazione. Criteri di Routh e di Nyquist. Costruzione dei diagrammi di Nyquist. Margini di stabilità. Costruzione dei luoghi delle radici.

## **Bibliografia**

- G. Fiorio "Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi", CLUT, 1992  
G. Fiorio e S.Malan: "Esercitazioni di controlli automatici", CLUT, 1990

## **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previsti. Sono previste ore ausiliare di allenamento all'uso di un supporto "software" presso i Laboratori di Informatica di Base, soprattutto in vista del loro uso nel successivo modulo 01CAP.

## **Modalità d'esame**

L'esame è scritto e riguarda domande di teoria ed esercizi relativi al programma. All'esame ogni studente porta con sé l'occorrente per scrivere e tracciare i grafici necessari, ed inoltre un solo foglio di formato A4 in cui deve concentrare tutti gli appunti che gli servono come aiuto alla memoria di informazioni non ricavabili dal ragionamento.

## 01ACP ANALISI STATISTICA DEI SEGNALI

Docente:	Letizia LO PRESTI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CTW
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo dell'insegnamento è quello di far conoscere per mezzo di lezioni in aula, ma soprattutto per mezzo di esercitazioni sperimentali presso il laboratorio di informatica, gli strumenti più moderni per l'analisi e l'elaborazione dei segnali. Partendo da una base teorica vengono presentati alcuni dei metodi numerici maggiormente utilizzati nelle applicazioni di ingegneria (per esempio, nei ricevitori per radiomobili). Tutti i metodi descritti vengono analizzati in laboratorio, utilizzando il linguaggio MATLAB.

### **Prerequisiti**

Teoria dei segnali determinati  
Teoria dei segnali aleatori

### **Programma**

Processi casuali a tempo discreto  
Stima spettrale classica e parametrica  
Stimatori lineari (predittori)  
Analisi modale  
Trasformate sul piano tempo-frequenza per la localizzazione temporale delle caratteristiche in frequenza dei segnali:  
trasformata di Fourier a breve termine  
distribuzioni della classe di Cohen

### **Bibliografia**

Dispense a cura dei docenti e fotocopie dei lucidi.

*Testi ausiliari*

S. Kay, "Modern Spectral Estimation", Prentice-Hall 1988

B. Porat, "Digital Processing of Random Signals", Prentice-Hall, 1994

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste nella discussione orale di una tesina. La tesina consiste in un elaborato scritto contenente le relazioni sulle esercitazioni svolte al LAIB durante il corso; essa deve essere corredata da commenti e osservazioni, dalle quali sia possibile valutare il grado di comprensione e approfondimento conseguito dallo studente. Tesine su temi specifici possono essere preventivamente concordate con il docente. La tesina andrà consegnata una settimana prima della data della prova orale, e costituirà elemento di valutazione indipendente. La prova orale verterà sul contenuto della tesina stessa, e costituirà elemento di valutazione indipendente.

## 01ACV ANTENNE AD APERTURA

Docente:	Mario OREFICE
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01BJA oppure 01BEG
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso intende approfondire la teoria e i criteri di progetto delle antenne ad apertura, con particolare risalto per gli aspetti applicativi e pratici. Esempi specifici ed esercizi verranno man mano svolti durante il corso senza distinzione tra lezione ed esercitazione. Il corso si svolgerà con 8 ore di lezione settimanali durante le quali saranno anche svolti esercizi; sono inoltre previste alcune ore in laboratorio e visite ad aziende.

### **Prerequisiti**

Esame propedeutico è "Campi Elettromagnetici e Circuiti"; è inoltre utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (Matlab, FORTRAN) per lo svolgimento di lavori individuali o di gruppo.

### **Programma**

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

Concetti fondamentali (4 ore):

irradiazione e nozioni generali sulle antenne.

Irradiazione da antenne ad apertura (14 ore):

campo vicino e lontano; trattazione di problemi elettromagnetici con metodi quasi ottici; metodi di calcolo del campo diffratto: metodo delle aperture, metodo dell'ottica fisica. Esempi di applicazioni.

Analisi e progetto di vari tipi di antenne ad apertura (36 ore):

trombe, paraboloide, cassegrain, antenna a fascio sagomato, lenti.

Teoria Geometrica della Diffrazione e sue applicazioni (8 ore):

Antenne ad onda progressiva (2 ore):

antenne "surface wave" e "leaky wave".

### **Bibliografia**

Appunti raccolti sotto forma di dispense.

*Testi ausiliari (per approfondimenti):*

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

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

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

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

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

### **Controlli dell'apprendimento**

Nessuna prova intermedia. Possibilità di iniziare già durante il corso, una tesina in sostituzione della prova scritta.

## **Modalità d'esame**

L'esame può essere sostenuto (congiuntamente o separatamente dall'altro modulo di Antenne) secondo due modalità distinte:

### *Esame tradizionale.*

L'esame tradizionale consiste in una prova scritta ed una prova orale che devono essere sostenute nella stessa sessione. Entrambe le prove vertono sull'intera materia del corso. Per accedere alla prova orale è necessario ottenere una valutazione della prova scritta superiore o uguale a 10/30. La valutazione in trentesimi dell'esame consiste nella media dei due voti ottenuti nella prova scritta e nella prova orale.

La prova scritta può essere consegnata non più di una volta per sessione.

### *Esame con tesina.*

L'esame con tesina consiste nello svolgimento, in sostituzione della prova scritta, di una tesina su un argomento proposto dal docente.

### *Tipologia delle prove.*

La prova scritta consiste in un esercizio di progetto o di analisi di una configurazione d'antenna.

Durante le prove scritte è possibile consultare qualunque testo.

# 01ACX ANTENNE FILIFORMI, A MICROSTRISCIA. SCHIERE

Docente:	Mario OREFICE
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ACV
N. crediti:	4

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso intende approfondire la teoria e i criteri di progetto delle antenne per radiodiffusione e per comunicazioni mobili, con particolare risalto per gli aspetti applicativi e pratici. Esempi specifici ed esercizi verranno man mano svolti durante il corso senza distinzione tra lezione ed esercitazione. Il corso si svolgerà con 8 ore di lezione settimanali durante le quali saranno anche svolti esercizi; sono inoltre previste alcune ore in laboratorio e visite ad aziende.

## Prerequisiti

Esame propedeutico e "Campi Elettromagnetici e Circuiti"; e' inoltre utile la conoscenza delle tecniche di programmazione su calcolatori (Matlab, FORTRAN) per lo svolgimento di lavori individuali o di gruppo. E' inoltre necessario il modulo "Antenne ad apertura" in cui vengono impartiti alcuni fondamenti di teoria delle antenne.

## Programma

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

Antenne a microstriscia (4 ore).

Irradiazione da antenne filiformi (16 ore): Tecniche di calcolo, accoppiamento tra antenne: mutua impedenza. Metodo dei momenti. Antenne per VLF, LF, MF: criteri generali ed esempi. Antenne ad elementi parassiti: Yagi - Uda, ecc. Antenne a larga banda: spirali coniche e piane, log-periodiche, ecc. Antenne ad elica in modo assiale e normale.

Schiere di antenne (12 ore): metodi di calcolo e di progetto. Schiere a scansione elettronica: criteri generali di progetto, vari tipi di realizzazione, loro applicazioni. Elementi irradianti delle schiere: trombe, dipoli, fessure, antenne stampate.

Misure su antenne (6 ore):

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

## Bibliografia

Appunti raccolti sotto forma di dispense.

*Testi ausiliari (per approfondimenti):*

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

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

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

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

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

## Controlli dell'apprendimento

Nessuna prova intermedia. Possibilità di iniziare già durante il corso, una tesina in sostituzione della prova scritta.

## Modalità d'esame

L'esame può essere sostenuto (congiuntamente o separatamente dall'altro modulo di Antenne) secondo due modalità distinte:

### *Esame tradizionale.*

L'esame tradizionale consiste in una prova scritta ed una prova orale che devono essere sostenute nella stessa sessione. Entrambe le prove vertono sull'intera materia del corso. Per accedere alla prova orale è necessario ottenere una valutazione della prova scritta superiore o uguale a 10/30. La valutazione in trentesimi dell'esame consiste nella media dei due voti ottenuti nella prova scritta e nella prova orale.

La prova scritta può essere consegnata non più di una volta per sessione.

### *Esame con tesina.*

L'esame con tesina consiste nello svolgimento, in sostituzione della prova scritta, di una tesina su un argomento proposto dal docente.

### *Tipologia delle prove.*

La prova scritta consiste in un esercizio di progetto o di analisi di una configurazione d'antenna.

Durante le prove scritte è possibile consultare qualunque testo.

# 01EAL APPLICAZIONI (AVANZATE) DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

Docente:	Elio PICCOLO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01ASR
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso si propone di approfondire le problematiche connesse all'intelligenza artificiale e le relative metodologie. I temi fondamentali riguardano i modelli base del comportamento intelligente, la costruzione di macchine che li simulino, la rappresentazione della conoscenza, i limiti per cui l'intelligenza è descritta dalla valutazione di regole, dall'inferenza, dalla deduzione e dal computo di pattern. Si prenderanno in esame le architetture dei sistemi di apprendimento e come essi rappresentano la loro conoscenza del mondo esterno. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente apprenderà l'uso di shell di sistemi aperti e di altri strumenti di intelligenza artificiale.

## Programma

Sistemi basati sulla conoscenza:

I sistemi esperti: problematiche e classificazioni, con particolare riguardo alle applicazioni degli stessi in ambiti tecnico-ingegneristici:

L'apprendimento automatico; interfaccia utente nell'ambito dei sistemi basata sulla conoscenza

Modelli sintattici e semantici per la comprensione del linguaggio naturale, traduzione automatica

Riconoscimento di configurazioni (*pattern recognition*):

- preelaborazione ed estrazione delle caratteristiche distintive (*features*)
- funzioni di decisione
- metodi di classificazione
- confronto mediante programmazione dinamica

- approccio statico e sintattico al riconoscimento di configurazioni

Architetture che imitano i sistemi biologici: reti neurali, connessionismo, memoria distribuita sparsa

Riconoscimento e comprensione:

- Il riconoscimento delle immagini
- Il riconoscimento del parlato

## Laboratori e/o esercitazioni

Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione, legati ad applicazioni tecnico-ingegneristiche: tecniche per la valutazione di regole; tecniche facenti uso di sistemi esperti in domini ristretti e shell di sistemi esperti; sistemi di riconoscimento del linguaggio; reti neurali; giochi intelligenti; riconoscitori di immagini o di parlato.

## Bibliografia

E. Rich, "Intelligenza artificiale", McGraw Hill, Milano

N.J. Nilsson, "Metodi per la risoluzione dei problemi nell'intelligenza artificiale", Angeli, Milano

Testi ausiliari

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

### Modalità d'esame

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

Il corso di Intelligenza Artificiale è un corso di base per gli studenti di Ingegneria e di Scienze della Informatica. Il corso è tenuto dal Prof. N. J. Nilsson, che è uno dei più famosi esperti del mondo in questo campo. Il corso è tenuto in lingua inglese e si svolge in un ambiente di lavoro molto stimolante. Il corso è tenuto in un ambiente di lavoro molto stimolante. Il corso è tenuto in un ambiente di lavoro molto stimolante.

Programma  
- sistemi basati sulla conoscenza  
- sistemi esperti: programmazione e classificazione, con particolare riguardo alle applicazioni  
- temi degli stessi in ambito tecnico-ingegneristico  
- l'apprendimento automatico: introduzione, tecniche di apprendimento, applicazioni  
- modelli statistici e neurali per la comprensione del linguaggio naturale, traduzione automatica

Intelligenza artificiale  
- riconoscimento di configurazioni (pattern recognition)  
- pianificazione ed estrazione delle caratteristiche distinte (feature extraction)  
- funzioni di decisione  
- metodi di classificazione  
- confronto mediante programmazione dinamica  
- approccio statico e analitico al riconoscimento di configurazioni  
- Architetture che imitano i sistemi biologici: reti neurali, connettivismo, memoria distribuita  
- Riconoscimento e comprensione  
- Il riconoscimento delle immagini  
- Il riconoscimento del parlato

Laboratori ed esercitazioni  
- Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione, legati ad applicazioni tecnico-ingegneristiche, tecniche per la valutazione di regole, tecniche (facolti uso di sistemi esperti in domini ristretti e stili di sistemi esperti, sistemi di riconoscimento del linguaggio, reti neurali, giochi intelligenti, riconoscimento di immagini e parlato).

Bibliografia  
E. Rich, "Intelligenza artificiale", McGraw Hill, Milano

## 01BPS APPLICAZIONI DELLA TEORIA QUANTISTICA

Docente:	Carla BUZANO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01BPR
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Questo corso fa seguito a quello di Elementi di Meccanica Quantistica (dedicato alle basi della teoria quantistica) e si propone di applicare la teoria quantistica allo studio di atomi e molecole, con alcuni cenni allo stato solido. In questo contesto vengono trattati concetti fondamentali quali momento angolare e spin, particelle identiche e postulato di simmetrizzazione e sviluppati metodi di approssimazione. Vengono inoltre dati elementi di statistica quantistica.

### **Prerequisiti**

Elementi di meccanica quantistica

### **PROGRAMMA**

- Potenziale costante a tratti. Stati legati, stati di diffusione. Densità di corrente di probabilità. Buca di potenziale finita. Barriera di potenziale (effetto tunnel). Potenziale periodico (bande di energia).
- Momento angolare, definizione, autovalori. Momento angolare orbitale. Rotatore rigido. Particella in un potenziale centrale. Atomo di idrogeno. Somma di momenti angolari.
- Atomo in campo magnetico. L'esperimento di Stern-Gerlach. Spin dell'elettrone. Teoria di Pauli dello spin. Somma di due spin.
- Particelle identiche: degenerazione di scambio. Postulato di simmetrizzazione (bosoni, fermioni). Stato fondamentale di un sistema di fermioni (di bosoni) non interagenti. L'atomo nell'approssimazione di campo centrale. Stato fondamentale dell'atomo e configurazione elettronica (tavola periodica elementi).
- Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo. Correzioni relativistiche per l'atomo: accoppiamento spin-orbita. Atomo di idrogeno: struttura fine. Effetto Zeeman. Atomo di Elio. Metodo variazionale.
- Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo (probabilità di transizione). Perturbazione armonica.
- Molecola nell'approssimazione di Born-Oppenheimer. Spettro vibrazionale e rotazionale. Cenni sugli stati elettronici.
- Stato solido: osservazioni generali. Approssimazione di Born-Oppenheimer. Approssimazione di Hartree-Fock. Cenni sulle vibrazioni reticolari, fononi.
- Elementi di statistica quantistica: entropia statistica; operatore densità per l'insieme canonico (distribuzione di Gibbs e funzione di partizione); statistiche di Bose-Einstein, Fermi-Dirac.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Vengono svolte delle esercitazioni al LAIB su buca e barriera di potenziale (effetto tunnel), sull'atomo di idrogeno. Viene inoltre proposto agli studenti lo sviluppo di alcune applicazioni.

## Bibliografia

Liboff: "Introductory Quantum Mechanics" (Addison-Wesley).

Sakurai: "Meccanica Quantistica Moderna" (Zanichelli).

Vengono distribuite agli studenti copie dei lucidi presentati a lezione.

## Modalità d'esame

Esame orale.

## 01EIH    **APPLICAZIONI MULTIMEDIALI INTERATTIVE E DISTRIBUITE (CORSO WEB)**

Docenti:	<b>Marco MEZZALAMA, Giovanni MALNATI</b>
Periodo:	3° e 4° PD
Precedenze obbligatorie:	
N° crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Fornire le conoscenze necessarie alla progettazione, alla creazione ed alla distribuzione di applicazioni multimediali interattive, con particolare attenzione allo sviluppo di servizi multimediali distribuiti. Il corso si propone non solo di offrire le competenze tecniche per il progetto e la produzione, ma anche di rendere consapevoli gli studenti del processo legato allo sviluppo di un'applicazione multimediale.

### **Prerequisiti**

Reti di calcolatori I oppure Reti di calcolatori II oppure Reti di Telecomunicazione

### **Programma**

1. Aspetti cognitivi legati alla multimedialità
  - Caratterizzazione delle fasi di analisi, raccolta della documentazione, progettazione, implementazione e realizzazione dei servizi multimediali
  - Definizione delle figure professionali coinvolte nei processi di comunicazione multimediale
  - Correlazione tra multimedialità e costruzione ipertestuale
  - Meccanismi di interazione tra destinatario e contenuti multimediali
2. Aspetti tecnologici
  - Singoli componenti di un'applicazione multimediale: tipologie, codifica, compressione e vincoli di elaborazione, memorizzazione e trasmissione
    - Immagini e test
    - Audio campionato e sintetizzato
    - Animazioni e filmati
  - Strumenti software e hardware per l'acquisizione, la gestione e la manipolazione dei flussi multimediali
  - Strumenti autore
3. Multimedialità in rete
  - Problemi legati alla trasmissione di flussi multimediali in rete: banda, latenza, sincronizzazione e qualità del servizio
  - Trasmissione multicast
  - Protocolli di trasporto dei flussi multimediali: RTP
  - Protocolli per la gestione delle sessioni di un servizio multimediale
  - Aspetti di sicurezza e tariffazione

### **Laboratori e/o Esercitazioni**

All'interno del corso è previsto lo sviluppo di alcuni esercizi pratici volti a consolidare l'apprendimento dei contenuti esposti. I lavori svolti concorreranno alla definizione del voto finale

## **Modalità di erogazione/fruizione**

Il corso sarà tenuto in parte (circa il 30%) in maniera tradizionale in aula dove il docente presenterà gli argomenti teorici fondamentali e, per la parte restante attraverso Internet: su un apposito sito Web saranno disponibili le lezioni teoriche e le esercitazioni il cui apprendimento e svolgimento è demandato a studio individuale. Attraverso una specifica mailing-list, a cui parteciperanno il docente e tutti gli studenti iscritti al corso, sarà possibile all'insegnante stimolare discussioni sugli argomenti trattati, agli studenti cooperare alla risoluzione dei problemi proposti dal docente o evidenziati da altri studenti.

## **Bibliografia**

N.P. Chapman, J. Chapman: "Digital Multimedia", John Wiley & Sons, 2000, ISBN 0471983861

Dispense e documentazione del corso

*Testi ausiliari:*

J.Crowcroft, M.Handley, I.Wakeman: "Internetworking Multimedia", Morgan Kaufmann Publisher, 1999, ISBN 0-7484-0807-X

R. Strauss: "Managing Multimedia Projects", Focal Press, 1997, ISBN 0240802446

## **Modalità di esame**

Il voto finale sarà determinato per il 40% da un colloquio orale, per il 40% dalle esercitazioni di laboratorio e per il 20% dalla partecipazione al corso che sarà principalmente valutata in base alla costanza ed alla qualità degli interventi sulla mailing-list.

# 01ADS ARCHITETTURA DEI CALCOLATORI

Docente:	Matteo SONZA REORDA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	02CBK
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso descrive l'architettura dei sistemi di elaborazione, analizzandone l'organizzazione (hardware e software) e descrivendo i principi di funzionamento delle CPU, delle memorie, delle strutture di interconnessione e dei dispositivi periferici di ingresso/uscita.

## Prerequisiti

Conoscenze informatiche di base (algebra booleana, sistemi di rappresentazione delle informazioni, elementi di programmazione).

## Programma

Evoluzione dei Calcolatori

Elementi di Progetto dei Circuiti Digitali: livello *gate*, livello *register*, livello *system*

I Processori: architettura e funzionamento, rappresentazione dell'informazione, linguaggi Assembler

Le Unità di Controllo: controllo cablato e microprogrammazione

Organizzazione della Memoria: tipi di memorie (RAM, dischi, CD), memoria virtuale, cache, CAM

L'Input-Output: principali dispositivi e modalità di gestione (interrupt, polling, DMA)

Le comunicazioni: i bus

## Bibliografia

V.C. Hamacher et al.: *Introduzione all'Architettura dei Calcolatori*, McGraw-Hill Italia, 1997

## Controlli dell'apprendimento

Non sono previsti controlli dell'apprendimento durante il corso.

## Modalità d'esame

L'esame si compone di una prova scritta di durata indicativamente pari ad 1 ora.

# 01ADV ARCHITETTURA DEI SISTEMI DI ELABORAZIONE

Docente:	Angelo SERRA
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CBI
N. crediti:	3

---

## Obiettivi generali del corso

Il modulo ha lo scopo:

- di fornire informazioni approfondite sulla architettura dei moderni elaboratori sia di tipo generale (famiglia Intel 80x86) che di quelle specializzate per l'elaborazione di segnali, DSP;
- di introdurre alla programmazione in linguaggio assembler dei microprocessori 80x86 e ADSP21xx.

Il modulo prevede lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni di laboratorio.

## Programma

- Concetti generali sull'architettura dei processori della serie Intel 80X86.
- Linguaggio assembler relativo: MASM86.
- Gestione dei periferici: interruzioni e DMA.
- Architettura di un microcalcolatore DSP a virgola fissa, l'ADSP 2101
- Linguaggio assembler relativo.
- Il sistema di sviluppo per ADSP2101 simulatore ed emulatore in tempo reale.
- Programmazione di funzioni modulari utilizzate nell'elaborazione dei segnali e nelle trasmissioni dati.

## Laboratori e/o esercitazioni

Verranno proposte alcune esercitazioni pratiche allo scopo di esemplificare e sperimentare le tecniche apprese durante il corso. Le esercitazioni saranno svolte utilizzando sia elaboratori della classe Personal Computer in linguaggio assembler MASM86 e C, ed elaboratori DSP in assembler ADSP2101.

arch1: uso del codeview; semplici esercizi in MASM86 utilizzando i vari tipi di indirizzamento

arch2: routine richiamabili da linguaggio C; esercizi di aritmetica in precisione multipla; esercizi su strutture dati più complesse

dsp1: uso del simulatore per ADSP2101; verifica di programmi per filtri FIR e IIR

dsp2: schema a blocchi di un trasmettitore e di un ricevitore di un modem QAM; realizzazione e prova di alcune routine.

## Bibliografia

Prinetto P., Rebaudengo M., Sonza Reorda M., "Assembler 8086/8088", Levrotto & Bella, Torino 1996.

Ingle V.K., Proakis J.G., "Digital Signal Processing Laboratory Using the ADSP 2101 microcomputer", Prentice Hall, 1991.

Yu-Cheng Liu, Glenn A. Gibson, "Microcomputer systems, the 8086 - 8088 family: architecture, programming, and design", Prentice Hall. Cap. 2-6.

Lucidi del corso, esempi, esercitazioni sono disponibili all'URL [www.polito.it/~Ulisse/F5012](http://www.polito.it/~Ulisse/F5012)

## Modalità d'esame

L'esame può essere superato nei modi seguenti.

- ESONERI in itinere (scritti): Votazione massima: 30 lode.
- PROVA SCRITTA IN AULA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- TESINA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- SOLO ORALE: qualora si abbia superato gli esoneri (scritti)  
oppure lo scritto oppure la tesina in almeno uno dei due  
rimanenti moduli del corso di Sistemi Informativi II: Votazione massima: 30
- SOLO ORALE su un sottoinsieme del programma: qualora  
la condizione precedentemente indicata non sia soddisfatta: Votazione massima: 24.

Gli esoneri prevedono prove scritte di teoria e di programmazione in MASM86 e assembler ADSP2101.

La prova scritta consiste nella programmazione in MASM86 e ADSP2101 di una applicazione di elaborazione di segnali.

Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

Per poter accedere alla prova orale occorre sia avere realizzato il programma funzionante (su dischetto da 3" \_ per verifica su PC) relativo al proprio elaborato, in MASM86 e assembler ADSP2101, sviluppato in occasione della prova scritta di programmazione, sia essere in possesso della raccolta delle proprie relazioni relative alle esercitazioni pratiche proposte durante il corso.

Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenze, esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

# 01ADW ARCHITETTURA DEI SISTEMI DISTRIBUITI

Docente:	Antonio LIOY
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CEG e 01CCT
N. crediti:	4

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso affronta le problematiche più avanzate della progettazione di sistemi elaborazione di tipo distribuito, ossia ove le reti giocano un ruolo fondamentale. In particolare ci si sofferma sugli aspetti teorici e pratici dei modelli architetturali di sistemi distribuiti, con particolare attenzione ai sistemi ad oggetti ed al ruolo del *middleware* e dei *directory*.

## Prerequisiti

Conoscenza delle reti TCP/IP  
programmazione in linguaggio C, C++ o Java

## Programma

Cenni sull'ingegneria del software per sistemi distribuiti (specifica, progettazione, implementazione)  
architetture distribuite client-server e peer-to-peer; implementazioni basate su scambio di messaggi, canali logici o RPC  
architetture di sistemi a due e tre livelli con interfacce di tipo World Wide Web  
sistemi distribuiti ad oggetti e ad agenti attivi  
*middleware* per sistemi distribuiti (CORBA, DCOM, DCE)  
sistemi di *directory* (X.500, LDAP, ActiveDir)

## Bibliografia

Copia dei lucidi usati a lezione  
R.Orfali, D.Harkey, J.Edwards, "The essential distributed objects survival guide", John Wiley & Sons, 1996

## Controlli dell'apprendimento

Non è previsto nessun controllo intermedio

## Modalità d'esame

Prova orale o, in alternativa, svolgimento di una tesina di approfondimento su uno degli argomenti del corso.

# 01ADX ARCHITETTURA DEI SISTEMI INTEGRATI

Docente:	Pierluigi CIVERA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CEM oppure 01CAU
N. crediti:	4

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso si inquadra nell'ambito di un curriculum di studi di indirizzo circuitale e verte principalmente sullo studio, analisi e progettazione di sistemi integrati su silicio, come circuiti a larga scala di integrazione (VLSI). Viene data particolare enfasi alla parte metodologica ed allo studio di sistemi da realizzare preferibilmente in forma digitale ed in tecnologia CMOS. Per lo svolgimento di progetti sperimentali il corso può essere affiancato da Progetto di Sistemi Integrati (01CAW).

## Prerequisiti

Il corso verte principalmente su aspetti di progettazione integrata di sistemi digitali pertanto è requisito necessario aver seguito o il corso di Reti Logiche, o preferibilmente il corso di Progettazione di Sistemi Digitali.

## Programma

- Analisi dei requisiti, decomposizione su più livelli funzionali, descrizione del comportamento, mappe di transizione tra gli stati. Tecniche di ripartizione e di scheduling, generazione di sotto-specifiche funzionali e di interfaccia, criteri di scelta e mappatura tecnologica.
- Analisi e caratterizzazione degli elementi base per la progettazione a livello architeturale. Sono ripresi e descritti i blocchi funzionali base, quali: circuiti combinatori, di memoria, logiche sequenziali ed i blocchi di interfaccia. Catalogazione degli elementi base secondo parametri di sistema.
- Macchine a stati finiti singole, multiple, cooperanti. Microsequenziatori, controllori microprogrammati. Architetture di data-path e architetture di unità di controllo.
- Tecniche di descrizione data-flow e control-flow. Regimi di funzionamento e protocolli di passaggio dati (sincroni ed asincroni), aree a comune regime temporale. Tecniche di parallelizzazione e di scalamento temporale (pipeline) delle operazioni.
- Strutture regolari (memorie), strutture logiche programmabili/configurabili. Architetture interne di processori (microcontrollori, microprocessori CISC e RISC e VLIW, scalari, vettoriali). Architetture specifiche per un dato dominio di applicazioni (Digital Signal Processor, filtri numerici, controllori dedicati di periferiche, codificatori e decodificatori).

## Bibliografia

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

### Testi ausiliari:

N.H.E. Weste, K. Eshraghian, "Principles of CMOS VLSI Design: A system perspective", Second Edition, Addison Wesley Publishing Company

J.H. Hennessy, D.A. Patterson, "Computer Architecture: A Quantitative Approach", Morgan Kaufmann Publishers, Inc. San Mateo CA

## Controlli dell'apprendimento

Durante lo svolgimento del corso non verranno svolti controlli formali dell'apprendimento.

## Modalità d'esame

Esame orale.

# 01ADY ARCHITETTURA DEI SISTEMI OPERATIVI

Docente:	Pietro LAFACE
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CHJ oppure 01ADU
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di introdurre alle problematiche dei Sistemi Operativi, cioè alla gestione concorrente da parte di più utenti delle risorse limitate di un sistema di elaborazione (processori, memorie, periferici, ecc.). In particolare, intende sviluppare i principi ed i metodi della programmazione concorrente ed analizzare la struttura dei moduli componenti un sistema operativo.

## **Prerequisiti**

Conoscenza del meccanismo delle interruzioni, e dei fondamentali tipi di strutture dati ed algoritmi. Buona conoscenza del linguaggio C.

## **Programma**

Sistema operativo come interfaccia utente, come gestore di risorse e come macchina gerarchica.

Definizione e struttura dei processi sequenziali e dei processi concorrenti.

Primitive di sincronizzazione e costrutti linguistici per la gestione della concorrenza.

Gestione dei processori e dei processi.

Programmazione di Unix script.

## **Bibliografia**

Silbershatz A., P. Galvin, "Operating System Concepts", Quinta Edizione, Addison Wesley Publishing Company, 1997

Cornes P., "The LINUX A-Z", Prentice Hall

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno durante il corso.

## **Modalità d'esame**

L'esame è scritto ed è richiesta:

la conoscenza degli algoritmi e delle strutture interne dei sistemi operativi presentati a lezione,

la conoscenza delle tecniche di programmazione concorrente

la capacità di implementare Unix script file.

# 01AEA ARCHITETTURA DELLE BASI DI DATI

Docente:	Claudio DEMARTINI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	02CBK oppure 01ADU
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso prevede un'ampia trattazione della tecnologia delle basi di dati introducendo anche i risultati più recenti conseguiti nell'ambito delle attività di ricerca del settore. Inoltre lo sviluppo di progetti di basi di dati per specifiche applicazioni permette agli allievi la sperimentazione di efficienti metodologie di analisi.

## **Prerequisiti**

Sono consigliabili conoscenze di base nell'area dell'informatica.

## **Programma**

Il corso prevede la trattazione dei seguenti argomenti:

I Principi Fondamentali ed Architettura delle Basi di Dati: fornisce un'ampia introduzione sui concetti dei sistemi di basi di dati;

I Sistemi Relazionali: tratta in modo esaustivo i concetti alla base dei sistemi relazionali con riferimenti a prodotti IBM quali DB2. Viene, inoltre, ampiamente trattato il linguaggio SQL (Structured Query Language);

Il Modello Relazionale: sviluppa una dettagliata analisi della teoria fondamentale propria del Modello Relazionale.

L'Ambiente della Base di Dati: esamina aspetti quali le procedure di Recovery di una base dati danneggiata, le regole per la gestione della Concorrenza negli accessi a dati condivisi, le regole per la Sicurezza ed Integrità dei dati.

## **Bibliografia**

C. J. Date, An Introduction to Database Systems, Sixth Edition, Addison Wesley Pub. Comp., 1996.

E. Baralis, C. Demartini, "Appunti di Basi di Dati", 1999.

P. Atzeni et al, "Basi di dati", Mc Graw Hill, 1999.

## **Controlli dell'apprendimento**

Effettuati nel contesto delle esercitazioni.

## **Modalità d'esame**

L'esame consta di un elaborato scritto.

E' previsto un colloquio orale per la discussione dell'elaborato.

# 01EIF ARCHITETTURE AVANZATE DI ELABORAZIONE

Periodo: 1°  
N° crediti 5

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso si propone di fornire agli allievi la conoscenza approfondita delle architetture, delle metodologie e delle tecnologie per la progettazione e la valutazione di sistemi di elaborazione di media complessità basati su processori dell'ultima generazione. Particolare enfasi viene data alle architetture a più livelli di bus basate su processori singoli o multipli. La gestione dei principali dispositivi periferici (memoria di massa, interfacce per video e rete locale) è analizzata sia dal punto di vista dell'hardware sia da quello del software di base. Si farà riferimento alla famiglia Intel x86 (Pentium, Itanium) ed ai relativi chipset.

## Prerequisiti

Calcolatori elettronici, Sistemi Operativi

## Programma

1. Architetture dei sistemi a microprocessore
  - Struttura ed organizzazione di sistemi basati su microprocessori a 16, 32 e 64 bit
  - La famiglia Intel 80x86
  - Architettura della famiglia Pentium
  - Funzionamento in modo protetto
  - I supporti hardware per la gestione dei processi e della memoria (centrale e virtuale)
  - Architettura e progetto della memoria centrale: DRAM, cache; tecniche di rilevamento e correzione di errori
  - Metodologie di gestione dei periferici e relativi dispositivi per la gestione di interrupt e DMA
  - Progetto di interfacce: I/O standard, CRT e video controller, disk controller, LAN controller
2. L'evoluzione dei microprocessori
  - Architetture CISC/RISC evolute (Pentium Pro, Pentium II, Pentium III, ...)
  - Tecniche per aumentare le prestazioni: parallelismo, pipeline, branch prediction, speculative computing
  - Cache on-chip e off-chip (multi level cache)
  - Chipset
  - Il problema dell'arbitraggio
  - La gestione della memoria comune e delle cache
  - Il protocollo MESI
  - Multitasking
3. Architetture multiprocessore
  - Architetture multiprocessore simmetriche
  - Architetture multiprocessore per la famiglia Pentium
  - Le diverse tipologie di interconnessione tra processori
  - Realizzazione di strutture a bus comune
4. Un caso di studio: la struttura dei Personal Computer
  - La gerarchia dei bus: bus di memoria, PCI, ISA, EISA, AGP

- Organizzazione di sistema e chipset
- Organizzazione interna del sistema operativo Windows
- Gestione dei periferici a livello DOS e Windows (Device Driver)
- Integrazione tra sistema operativo e hardware (il caso di Windows)

### **Laboratori e/o Esercitazioni**

Sono previsti interventi tecnici esterni per approfondire speciali tematiche di carattere applicativo ed industriale.

Non sono previste esercitazioni in laboratorio pianificate. Tuttavia, poiché è richiesto lo sviluppo di semplici tesine applicative, gli studenti potranno accedere ai laboratori specialistici del Dipartimento di Automatica e Informatica per lo sviluppo delle stesse.

### **Bibliografia**

H.P. Messmer: "The indispensable PC Hardware Book", 2nd edition, Addison Wesley  
Dispense e documentazione del corso

Testi ausiliari:

W. Stallings: "Computer Organization and Architecture", Prentice Hall

D.A. Patterson, J.L. Hennessy: "Struttura, organizzazione e progetto dei calcolatori", Jackson Libri

### **Modalità di esame**

Prova orale. È richiesto lo sviluppo di una tesina.

## 01AEP ARCHITETTURE DISTRIBUITE

Docente:	Angelo Raffaele MEO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CHJ
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso è dedicato alla presentazione di uno scenario delle architetture di elaborazione oggi più diffuse, con enfasi sulle architetture distribuite attraverso la Rete. La descrizione procede dallo scenario delle tecnologie per l'elaborazione e la trasmissione sino al supercomputer, passando attraverso il vecchio "main frame".

### **Prerequisiti**

I corsi di base dell'indirizzo informatico.

### **Programma**

Le tecnologie per l'elaborazione e la trasmissione dei dati;  
il supercomputer CRAY;  
il mondo Microsoft;  
le architetture di elaborazione orientate alla Rete;

### **Bibliografia**

Il materiale didattico è disponibile in rete.

### **Controlli dell'apprendimento**

Saranno attivati con prove scritte in aula.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta seguita da un breve colloquio orale.

## 01AEQ ARCHITETTURE E PROTOCOLLI

Docente:	Fabio NERI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il modulo ha l'obiettivo di fornire una introduzione ai concetti generali ed alla terminologia di base sulle reti di telecomunicazioni esistenti ed in corso di sviluppo, ponendo particolare attenzione alla rete Internet.

### **Prerequisiti**

Il modulo è di carattere introduttivo, per cui non sono richieste particolari conoscenze propedeutiche. È consigliabile avere nozioni di base di comunicazioni elettriche e teoria dei segnali.

### **Programma**

Funzioni nelle reti di telecomunicazione. Partendo dall'esperienza degli studenti con il sistema telefonico, si descriveranno le quattro funzioni di una rete di telecomunicazione: segnalazione, commutazione, trasmissione, gestione.

Topologie di rete. Saranno brevemente descritte le caratteristiche delle principali topologie per reti di telecomunicazione: maglia completamente connessa, albero, stella, maglia, anello, bus.

Servizi di telecomunicazione. Verrà presentata una classificazione dei servizi in reti di telecomunicazione, con particolare riferimento alla normativa relativa alle reti integrate ad alta velocità.

Qualità di servizio. Verranno messe in evidenza le relazioni tra servizi, caratteristiche di emissione delle sorgenti e traffico in reti di telecomunicazione; verrà presentato il problema relativo al progetto di una rete di telecomunicazione e si indicheranno gli strumenti usati per un approccio quantitativo al problema di progetto.

Tecniche di commutazione. Saranno brevemente illustrate le tecniche della commutazione di circuito e di pacchetto, evidenziando i relativi pregi e difetti rispetto ai requisiti di qualità di servizi di tipo diverso.

Tecniche di segnalazione. Saranno brevemente illustrate le tecniche di segnalazione su canale associato e su canale comune e si discuteranno gli aspetti relativi alle informazioni di numerazione.

Architetture e protocolli. Verranno fornite le definizioni relative alle architetture ed ai protocolli di una rete di telecomunicazione e saranno presentati alcuni esempi.

Le architetture OSI e Internet. Verrà presentata in qualche dettaglio l'architettura OSI, introducendo gli aspetti principali della nomenclatura e descrivendo gli oggetti più importanti e le loro relazioni, fornendo brevi descrizioni delle funzioni relative ai 7 livelli. Si descriverà la Internet Protocol Suite, che verrà descritta in maggior dettaglio nel successivo modulo "Architetture e protocolli" (01AEQ).

Tecniche ARQ. Saranno descritte e studiate le tre principali tecniche ARQ, note con i nomi stop and wait, go back n, selective repeat.

Cenni a problematiche di sicurezza nelle reti.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Si organizzeranno alcune esercitazioni in laboratorio per istruire gli studenti nell'utilizzo di Internet.

## **Bibliografia**

Dispense del corso e copia delle trasparenze presentate a lezione.

*Testi ausiliari:*

J.F. Kurose, K.W. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet", Addison-Wesley, 2000.

Gai, P.L. Montessoro, P. Nicoletti, "RETI LOCALI: Dal cablaggio all'internetworking", Edizioni Scuola Superiore G. Reiss Romoli, L'Aquila.

U.Black, "Tcp/Ip and Related Protocols", McGraw-Hill Series on Computer Communications, 1997.

A.S. Tanenbaum, "Computer networks", 2nd ed., Prentice Hall, 1988.

Bertsekas, R. Gallager, "Data networks", Prentice Hall, 1987.

## **Controlli dell'apprendimento**

Discussioni in aula.

## **Modalità d'esame**

Test scritto a risposta multipla.

## **01AEY ASPETTI APPLICATIVI E SVILUPPO DI CASI**

Docente:	<b>Francesco DONATI</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CUD
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Si tratta del secondo modulo di un corso che ha come obiettivo quello di avviare l'allievo alla progettazione di sistemi per l'automazione. Il modulo ha contenuto applicativo, presentando lo sviluppo di un caso in tutti i suoi passi progettativi.

### **Prerequisiti**

Si richiede la conoscenza della metodologia progettuale sviluppata nel modulo: Teoria dell'automazione industriale.

### **Programma**

Le fasi di sviluppo di un progetto: specifica dei requisiti, concezione di sistema e analisi di fattibilità, progetto esecutivo, logica di controllo, simulazione, realizzazione e collaudo.

Nozioni elementari di affidabilità, tolleranza ai guasti, autodiagnostica e dependability. Sviluppo di un caso concreto dalla specifica dei requisiti, alla selezione dei componenti hardware, allo sviluppo della logica di controllo.

### **Bibliografia**

M. Athans et al.: "Systems, Networks and Computation Multivariable Methods", McGraw-Hill, New York

V. Strejc: "State Space Theory of Discrete Linear Control", J. Wiley and Sons, New York

### **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno

### **Modalità d'esame**

Prova scritta, immediatamente seguita da correzione e prova orale.

## 01AFH AZIONAMENTI AD ALTE PRESTAZIONI IN CORRENTE ALTERNATA

Docente:	Alfredo VAGATI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01ALA e 01BNN
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il modulo prosegue il viaggio nel mondo degli azionamenti ad alte prestazioni, descrivendo le moderne tipologie di controllo di macchina, facenti uso di motori in corrente alternata.

### **Programma**

- Servoazionamenti Brushless: generalità. Schemi di principio trapezoidale e sinusoidale.
- Motore Brushless e relativa modellistica: flusso concatenato prodotto dai magneti permanenti. Progettazione di tipo trapezoidale. Progettazione di tipo sinusoidale.
- Auto e mutue induttanze. Relazione tensione-corrente e modello magnetico. Bilancio energetico ed equazioni di coppia.
- Controllo di coppia di tipo trapezoidale (scalare): corrente equivalente.
- Analisi della commutazione del Brushless trapezoidale: caso six-step, caso con controllo del bus in continua.
- Controllo PWM del servomotore trapezoidale: tecniche di comando bipolare e unipolare.
- Tachimetro brushless: descrizione e particolarità di impiego.
- Controllo di coppia di tipo sinusoidale (vettoriale). Trasformazioni di assi. Equazioni di macchina in assi rotorici.
- Controllo vettoriale di corrente. Diverse tecniche di realizzazione e loro specificità.
- Tecniche di modulazione e loro limiti. Comportamento in saturazione di tensione.
- Misura della posizione angolare (resolver, encoder).
- Brushless anisotropo e sue problematiche di impiego.
- Azionamento di motori a induzione a controllo vettoriale: modello dinamico della macchina e principio generale di controllo.
- Individuazione del riferimento. Stimatori  $V$ ,  $I$  e  $I_w$ . Osservatore di flusso di ordine ridotto. Osservatore di ordine pieno.
- Schemi vari di controllo (diretto, indiretto, ecc.)
- Prestazioni dell'azionamento a induzione nel campo a potenza costante.
- Azionamenti con motori sincroni a riluttanza: generalità e tecniche costruttive di macchina.
- Moderni motori ad alta anisotropia a laminazione trasversale.
- Prerogative di controllo del motore sincrono a riluttanza.
- Motore sincrono a riluttanza assistito da magneti permanenti: motivazioni e controllo.
- Considerazioni comparative tra le diverse soluzioni in corrente alternata e conclusioni applicative.

## Laboratori e/o esercitazioni

Verranno effettuate dimostrazioni pratiche del funzionamento di azionamenti in corrente alternata per asse e per mandrino. Saranno utilizzati azionamenti impiegati industrialmente, con visualizzazione dei segnali di stato (10 ore).

## Bibliografia

Raccolta slides di presentazione

## Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale, comprensiva anche degli argomenti inerenti il modulo 1.

## 01EAM BILANCIO E INVESTIMENTI

Docente:	Tommaso VALLETTI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	4

---

### **Prerequisiti**

I requisiti indicati nel piano ufficiale.

### **Programma**

Il corso è dedicato allo studio del Bilancio Aziendale e degli strumenti di contabilità analitica. Il tema è introdotto dall'illustrazione dei principi generali di redazione, delle fonti di riferimento e della normativa civilistica. Su queste basi si fonda lo studio degli schemi generali di redazione e l'interpretazione del contenuto particolareggiato delle diverse voci. Le nozioni impartite sono propedeutiche alla comprensione del funzionamento contabile del Bilancio in partita doppia, tema che costituisce il nucleo fondamentale del secondo modulo. Il modulo mira inoltre a fornire gli strumenti di analisi atti a sintetizzare le informazioni relative all'andamento economico e finanziario dell'impresa, introducendo gli studenti all'utilizzo delle tecniche di riclassificazione dello Stato Patrimoniale e del Conto Economico, all'analisi dei flussi finanziari e all'analisi per indici. Il fine di questo ciclo di lezioni è quello di impartire le nozioni fondamentali per la redazione del prospetto delle fonti e degli impieghi, individuando le fonti di finanziamento e le opportunità di investimento. Inoltre, gli studenti apprendono a gestire le informazioni di Bilancio definendo una serie di indici atti a riassumere, in forma sintetica, la situazione strutturale dell'azienda, la prestazione economica, le eventuali fonti di tensione finanziaria, il grado di rischiosità dell'indebitamento ed alcuni aspetti della gestione operativa.

Inoltre, questo modulo è dedicato allo studio delle tecniche per la valutazione della redditività economica degli investimenti. Gli studenti imparano ad utilizzare il concetto di tasso di sconto, di valore attuale dei flussi di cassa e di rischiosità degli investimenti. Sulla base di queste nozioni, il corso mira a fornire agli studenti gli strumenti quantitativi necessari alla valutazione della convenienza di un investimento in beni materiali ed immateriali. Le tecniche utilizzate vanno dalle classiche valutazioni per indici quali il valore attuale netto, il tasso interno di rendimento e il periodo di recupero a metodologie più avanzate, quale il metodo delle options, atte ad introdurre nell'analisi gli aspetti non deterministici del problema.

### **Bibliografia**

Testi consigliati:

- P. Milgrom e J. Roberts, "Economia, Organizzazione e Management", Il Mulino, 1994.
- S. Rossetto, "Manuale di Economia e Organizzazione d'Impresa", UTET, 1999
- H. Varian, "Microeconomia", Cafoscarina, 1993.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta e prova orale.

## 01AGG CALCOLO DELLE PROBABILITÀ

Docente:	da nominare
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AGH
N. crediti:	4

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso si propone di presentare i primi concetti di Calcolo delle Probabilità; vengono sottolineati, soprattutto con lo svolgimento di esempi, quegli argomenti di speciale interesse per le applicazioni alla Teoria dei Segnali, ai Controlli, alla Simulazione, all'Informazione e alla Qualità.

### Programma

Probabilità. Eventi e insiemi. Spazi di probabilità.

Probabilità classica (simmetrica). Proprietà delle probabilità.

Probabilità condizionata. Dipendenza e indipendenza di eventi.

Formula della probabilità totale. Formula di Bayes. Canale binario.

Probabilità definite tramite una probabilità condizionata.

Cenni ai teoremi di estensione.

Densità di probabilità su un insieme discreto.

Spazi non numerabili: lo schema di Bernoulli.

Variabile aleatoria o casuale, definizione. Legge di una variabile aleatoria.

Esempi di variabili aleatorie discrete e loro leggi.

Valore atteso. Valore atteso per variabili aleatorie non negative.

Teorema della convergenza dominata. Diseguaglianza di Cebicev.

Valore atteso di variabili casuali reali. Valore atteso di trasformazioni. Diseguaglianza di Jensen.

Schema di bernoulli finito: il numero di successi. Distribuzione binomiale.

Schema di bernoulli infinito: il tempo di attesa per il primo uno.

Distribuzione geometrica.

Ripasso delle variabili aleatorie discrete, loro densità e valore atteso.

Variabili aleatorie continue. Densità, funzione di distribuzione, momenti, varianza.

Distribuzioni congiunte (i.e. distribuzioni di vettori aleatori, o variabili aleatorie vettoriali). Covarianza e correlazione.

Distribuzioni notevoli. La normale in astronomia, metrologia e manifattura.

Alternative: uniforme, platicurtiche e leptocurtiche.

L'esponenziale e la Weibull in sopravvivenza e affidabilità.

La Pareto come distribuzione del reddito. La Poisson in statistiche temporali e spaziali (processi uni- e bidimensionali).

Trasformazioni di variabili aleatorie e loro leggi. Esempi sia discreti che continui. Il jacobiano non si usa nel caso discreto.

Distribuzione della somma di variabili aleatorie.

Funzione caratteristica e funzioni generatrici dei momenti e dei cumulanti.

Distribuzioni condizionate e distribuzioni marginali.

Valore atteso condizionato.

Distribuzione gaussiana univariata. T, F e chi-quadro.  
Distribuzione gaussiana multivariata. Trasformazioni lineari.  
Distribuzioni gaussiane condizionate.  
Cenni al teorema limite centrale e alla centralità della normale.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

5 sessioni, una per ciascuna settimana, con svolgimento da cattedra e individuale.

### **Bibliografia**

Pistone, G. e Fagnola, F. Primo semestre di probabilità. CLUT, Torino.  
Ross, S. A first course in probability, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.)

### **Modalità d'esame**

Lo scritto consiste di esercizi e quiz da svolgersi in 2 ore.  
Segue un breve colloquio orale basato sulla discussione della prova scritta.

# 01AGH CALCOLO IN PIÙ VARIABILI

Docente:	da nominare
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AAV
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

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

## **Programma**

- 1) Funzioni di più variabili: continuità, calcolo differenziale, formula di Taylor, massimi e minimi liberi
- 2) Calcolo differenziale su curve e superfici, funzioni implicite, massimi e minimi vincolati
- 3) Calcolo integrale in più variabili: misura degli insiemi, integrali multipli
- 4) Integrali su curve e superfici, integrali di linea e di flusso, campi vettoriali, Teoremi di Green, Gauss, Stokes

## **Laboratori e/o esercitazioni**

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

## **Bibliografia**

*Libro di testo:*

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica II*, Levrotto & Bella, Torino 1991

*Testi ausiliari:*

A. Bacciotti, P. Boieri, D. Farina, *Esercizi di Analisi Matematica II, Calcolo differenziale e integrale in più variabili*, Progetto Leonardo, Bologna, 1999.

M. Mascarello, L. Mazzi, *Temi d'esame di Analisi Matematica II del Politecnico di Torino*, Progetto Leonardo, Bologna, 1996

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste di una prova scritta, della durata di 2 ore, che verte sia su esercizi che su argomenti di teoria.

Maggiori dettagli sulle modalità dell'esame saranno fornite all'inizio del corso.

## 01AGJ    CALCOLO NUMERICO A

Docente:	Giovanni MONEGATO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AGH, 01CQH
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base per problemi di algebra lineare, di approssimazione di funzioni e di dati sperimentali, per la risoluzione di equazioni non lineari, e di analizzare la costruzione e le caratteristiche principali di tali metodi (condizioni di applicabilità, efficienza sia in termini di complessità computazionale che di occupazione di memoria).

### **Prerequisiti**

Nozioni e risultati fondamentali dell'Algebra Lineare e dell'Analisi Matematica I, conoscenza di un linguaggio di programmazione.

### **Programma**

- Aritmetica del calcolatore e algoritmi numerici. Condizionamento di un problema, stabilità di un algoritmo
- Metodi diretti e iterativi per la risoluzione di sistemi lineari (metodo di Gauss e sue varianti, metodi di Jacobi, Gauss-Seidel, SOR).
- Metodi per il calcolo di autovalori di matrici (Potenze, potenze inverse, QR).
- Approssimazione di dati e di funzioni con polinomi, con funzioni polinomiali a tratti e con splines. Interpolazione, minimi quadrati.
- Risoluzione di equazioni e di sistemi di equazioni non lineari. (secanti, Newton, metodi iterativi in generale)

### **Bibliografia**

G.Monegato, Fondamenti di Calcolo Numerico, CLUT Ed., Torino, 1998.

### **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno

### **Modalità d'esame**

Prova scritta della durata di 1h30m, di norma comprendente sei quesiti (esercizi, algoritmi e domande di natura sia teorica che pratica). Non è consentito l'uso di testi né di calcolatrici.

# 01AGK    CALCOLO NUMERICO B

Docente:	Giovanni MONEGATO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AGJ
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha lo scopo di illustrare i metodi numerici di base per il calcolo di integrali, la risoluzione di problemi descritti da equazioni differenziali (sia ordinarie che alle derivate parziali), e di analizzare la costruzione e le caratteristiche principali di tali metodi.

## **Prerequisiti**

Nozioni e risultati fondamentali dell'Analisi Matematica I e II e del Calcolo Numerico A

## **Programma**

- Calcolo di integrali (formule di Newton Cotes e Gaussiane, formule composte, routines automatiche)
- Equazioni differenziali ordinarie. Problemi a valori iniziali (metodi Runge-Kutta, metodi di Adams). Convergenza e stabilità dei metodi numerici. Sistemi stiff. Problemi con valori ai limiti.
- Equazioni alle derivate parziali. Classificazione delle equazioni quasi-lineari di ordine 2. Metodi alle differenze finite. Metodi dei residui pesati (collocazione, Galerkin); elementi finiti.

## **Bibliografia**

G.Monegato, Fondamenti di Calcolo Numerico, CLUT Ed., Torino, 1998.

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

Prova scritta della durata di 1h 30m, di norma comprendente sei quesiti (esercizi, risoluzione di problemi specifici e domande di natura sia teorica che pratica). Non è consentito l'uso di testi ne` di calcolatrici.

## **01AGN    CALCOLO PARALLELO E ARCHITETTURE COMPLESSE**

Docente:	<b>Angelo Raffaele MEO</b>
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CHJ
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Partendo da una rapida rassegna delle architetture complesse per l'elaborazione, con enfasi sul calcolo parallelo, si presentano le soluzioni per lo sviluppo di applicazioni "web based". Il corso si svolgerà prevalentemente in laboratori ove saranno attivati ambienti di sviluppo software sia del mondo Microsoft sia di quello del software libero.

### **Prerequisiti**

I corsi di base dell'indirizzo informatico.

### **Programma**

Le architetture complesse per l'elaborazione e la trasmissione di dati;  
la programmazione in visual basic;  
lo sviluppo di applicazioni "web based" per l'ambiente Microsoft;  
la programmazione di applicazioni "web based" negli ambienti del software libero.

### **Bibliografia**

La documentazione didattica sarà disponibile in rete.

### **Controlli dell'apprendimento**

Si effettueranno controlli in laboratorio basati sullo sviluppo di programmi applicativi.

### **Modalità d'esame**

Breve prova scritta, seguita essenzialmente dallo sviluppo di un programma sul calcolatore.

## 01A1F CIRCUITI A MICROONDE

Docente:	Gian Paolo BAVA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CBX
N. crediti:	5

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso è dedicato a fornire metodi di studio e di progetto di circuiti per sistemi a microonde avanzati: Pertanto una prima parte riguarda i risonatori e filtri nel campo delle microonde. Una seconda parte riguarda i problemi di rumore nei sistemi a microonde e le tecniche di conversione di frequenza anche a scopo di modulazione.

### Prerequisiti

È indispensabile la conoscenza dei contenuti delle materie fondamentali, in particolare il modulo di *Propagazione guidata e componenti a Microonde*.

### Programma

A) Risonatori elettromagnetici: tecniche di progetto, loro applicazioni e limitazioni; circuiti equivalenti a banda stretta. Problematiche di rumore nei sistemi a microonde; esemplificazioni varie.

B) Filtri a microonde: tecniche di progetto basate su modelli concentrati oppure su modelli distribuiti; sviluppi recenti nelle tecniche di progetto con esempi di applicazione.

F) Fenomeni non lineari che originano mescolazione di frequenza ed uso nei sistemi a microonde, sia per la conversione di frequenza sia per tecniche avanzate di modulazione.

### Bibliografia

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

*Testi ausiliari, per approfondimenti:*

R.E. Collin, *Foundations for microwave engineering*, McGraw-Hill, 1992.

### Controlli dell'apprendimento

Durante il periodo didattico saranno assegnati esercizi da svolgere a casa; sulle soluzioni di tali esercizi lo studente potrà autocontrollare l'apprendimento.

### Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta, basata sullo sviluppo di alcuni brevi elaborati (esercizi numerici e/o discussione su tematiche sviluppate nel corso); non si richiedono dimostrazioni.

Se l'esito della prova scritta è positivo lo studente può accettare il voto proposto o chiedere di sostenere la prova orale. Se l'esito dello scritto corrisponde ad un voto compreso tra 15 e 17/30, la prova orale è obbligatoria.

## 01CZW CIRCUITI A PARAMETRI DISTRIBUITI (ELN)

Docente:	Renato ORTA (I Corso), Patrizia SAVI (II Corso)
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01ATC, 01AWM, 01BJD, 01AZH, 01ACJ
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire le basi per l'analisi dei circuiti a parametri distribuiti. Viene presentata l'analisi delle linee di trasmissione nel dominio della frequenza e nel dominio del tempo. Si introduce il formalismo della matrice scattering per la caratterizzazione delle discontinuità. Si discute la tecnica di progetto di circuiti di adattamento.

### **Prerequisiti**

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie  
Programma

Analisi nel dominio della frequenza.

Equazioni delle linee e loro soluzione. Impedenza e coefficienti di riflessione. Linee con perdite. Calcolo della potenza.

Adattamento di impedenza

Adattatore di uniformità a L, stub. Adattatore energetico a L. Adattatore a quarto d'onda.

Matrice scattering

Definizione e proprietà. Connessione di due strutture: matrice S risultante. Matrice di trasmissione

*Transienti su linee di trasmissione*

Soluzione generale delle equazioni linee nel dominio del tempo. Velocità di gruppo. Riflessioni multiple su linea ideale disadattata agli estremi. Diagramma a traliccio.

### **Bibliografia**

R. Orta, "Teoria delle linee di trasmissione", CLUT

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

L.Matekovits, G.Perrone, P.Pirinoli, D.Trincherò, "Campi Elettromagnetici, linee di trasmissione e guide d'onda". Società Editrice Esculapio, Bologna, 1999,

P.Savi, G.Vecchi, "Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti", CLUT

*Testi ausiliari*

G. Franceschetti, "Campi Elettromagnetici", Boringhieri

G. Conciauro, "Introduzione alle onde elettromagnetiche", McGraw Hill

### **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previste prove durante il corso.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta e orale facoltativo.

# 01CZX CIRCUITI A PARAMETRI DISTRIBUITI (TLC)

Docente:	Rodolfo ZICH
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01ATC,01AWM,01BJD, 01AZH
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso ha lo scopo di fornire le basi per l'analisi dei circuiti a parametri distribuiti. Viene presentata l'analisi delle linee di trasmissione nel dominio della frequenza e nel dominio del tempo. Si introduce il formalismo della matrice scattering per la caratterizzazione delle discontinuità. Si discute la tecnica di progetto di circuiti di adattamento a frequenza singola e a larga banda.

## Prerequisiti

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie

## Programma

Linee di trasmissione nel dominio della frequenza.

Modello fenomenologico di una linea di trasmissione. Equazioni delle linee nel dominio della frequenza e loro soluzione. Definizione di impedenza e coefficienti di riflessione. Linee con perdite. Calcolo della potenza.

Adattamento di impedenza

Adattatori a frequenza singola di uniformità ed energetici (a L, T, P e quarto d'onda).

Adattatori a larga banda e teoria delle piccole riflessioni.

Matrice scattering

Definizione e uso della matrice scattering per la caratterizzazione di componenti a microonde. Proprietà: dispositivi attivi, passivi, reciproci e senza perdite. Spostamento dei piani di riferimento. Matrice scattering della cascata di due strutture. Matrice di trasmissione.

*Transitori su linee di trasmissione*

Soluzione generale delle equazioni linee nel dominio del tempo. Velocità di gruppo. Riflessioni multiple su linea ideale disadattata agli estremi. Diagramma a traliccio.

## Bibliografia

R. Orta, "Teoria delle linee di trasmissione", CLUT

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

L.Matekovits, G.Perrone, P.Pirinoli, D.Trincherò, "Campi Elettromagnetici, linee di trasmissione e guide d'onda". Società Editrice Esculapio, Bologna, 1999,

P.Savi, G.Vecchi, "Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti", CLUT

*Testi ausiliari*

G. Franceschetti, "Campi Elettromagnetici", Boringhieri

G. Conciauro, "Introduzione alle onde elettromagnetiche", McGraw Hill

D.M. Pozar, "Microwave engineering", Addison Wesley, 1990.

## Controlli dell'apprendimento

Compiti a casa durante il corso.

## Modalità d'esame

Prova scritta.

# 01AIK CIRCUITI PER TELECOMUNICAZIONI

Docente:	Claudio SANSOÈ
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ATV
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di ampliare le conoscenze di elettronica analogica già in possesso dello studente, completando ed integrando le nozioni acquisite nel corso di Elettronica I.

## **Prerequisiti**

Lo studente deve avere dimestichezza con le leggi dell'elettrotecnica e saper risolvere semplici circuiti con amplificatori operazionali. Devono essere noti i concetti di stabilità e di risposta in frequenza.

## **Programma**

Richiami sugli amplificatori operazionali: parametri statici e dinamici, circuiti fondamentali.

Filtri attivi: progettazione di filtri del I e del II ordine. Sintesi di filtri di ordine superiore.

Principio delle capacità commutate: circuiti di base, filtri del I e II ordine, limiti di frequenza.

Anelli ad aggancio di fase (PLL): Analisi linearizzata, comportamento in presenza di rumore, analisi sul piano delle fasi e circuiti per realizzare PLL. Esempi di impiego.

Sistemi di acquisizione dati: studio di caratteristiche statiche e dinamiche e errori; schemi circuitali dei componenti principali; convertitori speciali: pipeline, PCM-log, differenziali.

Il corso prevede tre esercitazioni di laboratorio di quattro ore l'una per verificare in pratica ed approfondire gli argomenti sviluppati nella parte teoria.

## **Bibliografia**

Dispense disponibili in rete, sul sito Ulisse del corso, relative a filtri attivi e a capacità commutate.

*Per approfondimenti su questa parte:*

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

*Per la parte restante:*

D. Del Corso: "Elettronica delle Telecomunicazioni", Levrotto & Bella, 1995.

I quaderni del LADISPE, n.2, "Caratteristiche di componenti elettronici", Politeko

I quaderni del LADISPE, n. 6, "Esercitazioni sperimentali per il corso Elettronica II tlc", Politeko.

## **Controlli dell'apprendimento**

Le esercitazioni di laboratorio prevedono la compilazione di una relazione tecnica, che viene valutata in sede di esame.

## **Modalità d'esame**

Scritto breve (1 ora) seguito da orale. Lo scritto viene corretto interattivamente durante l'orale. È possibile sostenere un esame congiunto con il modulo 01ATV (un solo scritto).

Nella prima sessione, al termine delle lezioni, scritto da 2 ore. Se è superato, è possibile accettare il voto risultante o accedere ad un orale integrativo. I dettagli saranno spiegati dal docente durante la prima lezione del modulo e si trovano sul sito web del corso, accessibile dal servizio Ulisse.

# 01AIN CODICI A BLOCCO E CRITTOGRAFIA

Docente:	Michele ELIA
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BAC
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso espone principi e metodi della teoria dei codici a blocco per la correzione degli errori sui canali rumorosi ed i principi base della crittografia per la protezione dell'informazione. La metodologia seguita per svolgere gli argomenti è volta a fornire le basi indispensabili ad una comprensione dei principi e tale da consentire una padronanza tecnico-operativa delle nozioni teoriche. Il corso ha carattere prettamente teorico, ancorché i concetti astratti sviluppati siano di immediata pratica applicazione.

## **Prerequisiti**

Lo studente deve avere una buona conoscenza delle nozioni fornite dai corsi di matematica e dai corsi di teoria dei segnali e comunicazioni elettriche. Una conoscenza dei principi della statistica, della teoria della probabilità e dell'algebra consente di seguire il corso con maggior frutto e minor fatica.

## **Programma**

Codici BCH e codici di Goppa. Decodifica algebrica dei codici ciclici e di Goppa. Algoritmi di decodifica. Complessità di codificatori e decodificatori. Probabilità di errore e valutazione delle prestazioni sul canale BSC. Principi di crittografia. Scenario applicativo. Crittografia in chiave privata e Crittografia in chiave pubblica. Firma elettronica. Autenticazione e controllo degli accessi. Protocolli per la protezione dell'informazione nelle trasmissioni su reti pubbliche e private. Il problema della distribuzione delle chiavi.

## **Bibliografia**

F.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane, "The Theory of Error-Correcting Codes," North-Holland, 1977.  
N. Koblitz, "A Course in Number Theory and Cryptography," Springer-Verlag, 1987.  
M. Elia, Note di Crittografia.

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta sugli argomenti base del programma.

## 01A10 CODICI DI CANALE

Docente:	Sergio BENEDETTO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01BUE
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi per l'analisi e il progetto dei codici per proteggere l'informazione numerica durante la trasmissione sul canale di comunicazione. Particolare attenzione viene riservata ai codici cosiddetti a traliccio, per i quali l'algoritmo di decodifica è l'algoritmo di Viterbi. Nella parte finale del corso, vengono descritti i "turbo" codici, che hanno trovato recenti applicazioni negli standard per i sistemi cellulari di terza generazione.

### **Prerequisiti**

Elementi di trasmissione numerica su canale Gaussiano.

### **Programma**

I codici a blocco lineari. I codici ciclici. I codici convoluzionali lineari. Algoritmi di decodifica. L'algoritmo di Viterbi. Analisi delle prestazioni dei codici lineari su canale Gaussiano. Le modulazioni codificate a traliccio. I "turbo" codici.

### **Bibliografia**

S. Benedetto - E. Biglieri: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications. Ed. Plenum-Kluwer, New York, 1999.

### **Controlli dell'apprendimento**

Prova scritta a fine corso. Eventuale tesina durante il corso.

### **Modalità d'esame**

La valutazione si basa sullo scritto di fine corso e sull'eventuale tesina.

## 01ACL CODIFICA DI IMMAGINE E VIDEO

Docente:	Gabriella OLMO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CTW
N. crediti:	4

---

### Obiettivi generali del corso

Scopo dell'insegnamento è di fornire allo studente gli strumenti per la comprensione dei più importanti metodi di codifica di immagini e video. A tale fine, verrà data particolare enfasi alle tecniche di trasformazione dei segnali numerici generalmente impiegate nei codificatori, quali la Discrete Cosine Transform (DCT) e soprattutto la Discrete Wavelet Transform (DWT). Si enfatizzeranno gli aspetti più importanti da tenere in considerazione nel progetto di un codificatore, inclusi quelli legati alla trasmissione su canali di comunicazione affetti da errore (wireless), o su reti soggette a congestione. Si discuteranno gli aspetti relativi alla valutazione della qualità di un codificatore di immagini o video. I più importanti schemi di codifica di immagini fisse, quali JPEG, SPIHT, JPEG2000 verranno analizzati in dettaglio. I concetti fondamentali legati alla codifica video, quali la predizione del movimento e le tecniche di trasformazione 3D, verranno discussi e illustrati mediante l'analisi di codificatori della classe MPEG e H263. Esercitazioni pratiche verranno svolte con cadenza settimanale per consentire allo studente di acquisire la necessaria pratica con gli algoritmi descritti a lezione.

### Prerequisiti

Teoria dei segnali determinati  
Teoria dei segnali aleatori

### Programma

#### 1. Rappresentazioni ortonormali e biortogonali di segnali discreti (12 ore)

- Concetto di rappresentazione tempo-scala
- La Discrete Wavelet Transform (DWT)
- la Discrete Cosine Transform (DCT)

#### 2. Principi generali di codifica a trasformate (4 ore)

- schema generale di un codificatore
- la quantizzazione
- la codifica entropica

#### 3. Codifica di immagini fisse (24 ore)

- generalità sul trattamento di segnali bidimensionali;
- codifica basata sulla DCT e lo standard JPEG;
- il concetto di codifica progressiva e di ottimizzazione rate distortion
- codifica basata sulla DWT: EZW, SPIHT, JPEG2000

#### 4. Codifica video (8 ore) generalità sul trattamento di segnali video

- la predizione del movimento
- la codifica a trasformate 3D
- cenni su codificatori della classe MPEG e H.263

(le ore vanno intese come somma di lezioni e esercitazioni sperimentali al LAIB)

## **Bibliografia**

Dispense e articoli scientifici messi a disposizione a cura del docente

### *Testi ausiliari*

S. Mallat, "A Wavelet Tour of Signal Processing", Academic Press, 1998

M. Vetterli, J. Kovacevic, "Wavelets and Subband Coding", Prentice Hall, 1995

Per le esercitazioni al LAIB, verrà fatto uso di MATLAB 5 e del toolbox WaveLab sviluppato e distribuito gratuitamente dall'Università di Stanford

## **Controlli dell'apprendimento**

Verrà attribuita particolare importanza alle esercitazioni LAIB, ritenute essenziali per acquisire la necessaria familiarità con le tecniche descritte a lezione.

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste nella discussione orale di una tesina. La tesina consiste in un elaborato scritto contenente le relazioni sulle esercitazioni svolte al LAIB durante il corso; essa deve essere corredata da commenti e osservazioni, dalle quali sia possibile valutare il grado di comprensione e approfondimento conseguito dallo studente. Tesine su temi specifici possono essere preventivamente concordate con il docente. La tesina andrà consegnata una settimana prima della data della prova orale, e costituirà elemento di valutazione indipendente. La prova orale verterà sul contenuto della tesina stessa, e costituirà elemento di valutazione indipendente.

# 01AIR COLLAUDO DI SISTEMI DIGITALI I

Docente:	Paolo PRINETTO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CAU oppure 01CEM
N. crediti:	4

---

## Programma

- Introduzione al collaudo dei sistemi digitali [4]
- Collaudo strutturale fault oriented [4]
- Tecniche di Design for Testability [4]
- Tecniche BIST e relativi esempi [8]
- Il collaudo delle memorie [4]
- Il collaudo dei processori [2]
- Il collaudo delle piastre ed il Boundary Scan (1149.1) [4]
- Il collaudo dei core e lo standard P1500 [2]
- Introduzione agli ATE [2]
- Esempi di collaudo [6].

## Bibliografia

Copie dei lucidi utilizzati a lezione

## Modalità d'esame

Esame Orale.

## 01AIS COLLAUDO DI SISTEMI DIGITALI II

Docente: Paolo PRINETTO

Periodo: 2°

Precedenze obbligatorie: 01AIR

N. crediti: 5

---

### **Programma**

- Introduzione alla qualità [2]
- Collaudo on-line [4]
- Affidabilità [4]
- Codici [2]
- Architetture Fault Tolerant [4]
- Presentazione di esperienze industriali [12]
- Revisioni periodiche dello stato di avanzamento dei progetti [14].

### **Bibliografia**

Copie dei lucidi utilizzati a lezione

### **Modalità d'esame**

Svolgimento di un lavoro individuale.

## 01AIX COMMUTAZIONE DI CIRCUITO E SEGNALAZIONE

Docente:	Guido ALBERTENGO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Scopo del corso è fornire agli allievi le conoscenze di base relative ai sistemi di commutazione a circuito sia analogici sia numerici ed alla segnalazione utilizzata nelle reti telefoniche.

### **Prerequisiti**

Opportune le conoscenze di base relative alle reti di telecomunicazione ed ai protocolli.

### **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 non bloccanti e reti non bloccanti riarrangiabili: teoremi di Clos e di Slepian-Daguid. Reti di connessione a minima complessità: rete di Benes e rete di Cantor.
- Reti di concentrazione e reti di copia. Reti Banyan. Autoinstradamento in reti Banyan. Generalizzazione delle reti Banyan: utilizzo di matrici  $N \times N$  anziché  $2 \times 2$ .
- La segnalazione nelle reti telefoniche. Segnalazione d'utente. Segnalazione di rete. Il sistema di segnalazione a canale comune n.7. Gestione delle chiamate. La rete intelligente.

### **Bibliografia**

- J.H.Hui, "Switching and Traffic Theory for Integrated Broadband Networks", Kluwer Academic Publisher  
J.R.Boucher, "Voice Teletraffic System Engineering", Artech House

### **Controlli dell'apprendimento**

Non previsti.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta in tutte le sessioni in cui si presentano almeno 10 allievi, prova orale altrimenti. In entrambi i casi l'accertamento avviene tramite la soluzione di un problema puntuale.

## 01AIY COMMUTAZIONE DI PACCHETTO A CELLA

Docente:	Guido ALBERTENGO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AIX
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Scopo del corso è fornire agli allievi le conoscenze di base relative ai sistemi di commutazione a pacchetto e cella.

### **Prerequisiti**

Opportune le conoscenze di base relative alle reti di telecomunicazione ed ai protocolli.

### **Programma**

La commutazione di pacchetto. Confronto fra commutazione veloce di pacchetto e commutazione di circuito.

La tecnica di commutazione ATM. Funzionalità di un commutatore veloce di pacchetto per ATM. Uso di commutatori ATM per reti B-ISDN. Servizi e protocolli della rete ATM. Il livello ATM Adaptation Layer (AAL). Tecniche di controllo d'accesso e di flusso in reti ATM. Architetture di commutatori ATM e loro prestazioni.

La tecnica di commutazione IP. Funzionalità di un commutatore di pacchetto per IP. Uso di commutatori IP nella rete Internet. Commutazione veloce di pacchetto in una rete IP: commutazione a livello 2 e commutazione a livello 3/4. Principali prodotti per la commutazione IP.

Multi Protocol Label Switching (MPLS).

Architetture di commutazione con buffer all'ingresso. Algoritmi di schedulazione e loro applicazioni in architetture di commutazione a cella (ATM) e pacchetto (IP).

Sistemi di commutazione via satellite. Commutazione veloce di circuito. Sistemi di commutazione a pacchetto via satellite.

### **Bibliografia**

S. Giorcelli (a cura di), "La Tecnica ATM nelle Reti ad Alta Velocità", CSELT

S. Giorcelli (a cura di), "La Tecnica ATM nell'Evoluzione delle Reti e dei Servizi", CSELT, Distribuzione UTET Libreria

L. Licciardi (a cura di), "Aspetti Tecnologici per ATM", CSELT, Distribuzione UTET Libreria

F. Ferrero (a cura di), "Prodotti per Reti ATM", CSELT, Distribuzione UTET Libreria

### **Controlli dell'apprendimento**

Non previsti.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta in tutte le sessioni in cui si presentano almeno 10 allievi, prova orale altrimenti. In entrambi i casi l'accertamento avviene tramite la soluzione di un problema progettuale.

## **01AJF    COMPLEMENTI DI CONTROLLO DIGITALE**

Docente:	<b>Maurizio VALLAURI</b>
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01AZA
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso intende presentare alcuni argomenti e problemi che completano la formazione di base sui sistemi lineari campionati e il loro controllo, e una introduzione ad alcuni moderni sviluppi che pongono in stretta relazione i sistemi ad eventi discreti e i sistemi campionati classici.

### **Prerequisiti**

Nozioni propedeutiche indispensabili: fondamenti di controllo digitale.

### **Programma**

Principi di identificazione e stima. Richiami di probabilità.

Il filtro di Kalman.

Principi di regolazione adattiva. Generalità sui regolatori adattivi con modello di riferimento (MRAS) (con particolare riguardo a concetti fondamentali sulla iperstabilità) e sui regolatori adattivi con modello di identificazione (MIAS).

Alcuni fondamenti dello studio di sistemi dinamici a eventi discreti mediante la teoria di automi finiti rappresentati in forma algebrica lineare, con la possibilità di applicare a detti sistemi metodologie classiche sviluppate per i sistemi campionati.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

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

### **Bibliografia**

All'inizio del corso viene messa a disposizione degli Allievi una copia riproducibile di note manoscritte che coprono una parte limitata del programma.

*Per eventuali approfondimenti possono essere utilmente consultati:*

- V.Strejč: State Space Theory of Discrete Linear Control, John Wiley & Sons, New York, 1981.

- D.Franke: Sequentielle Systeme, Vieweg-Verlag, Braunschweig 1994.

- D.Abel, K.Lemmer (Hrsg.): Theorie ereignisdiskreter Systeme, R.Oldenbourg Verlag, Muenchen Wien, 1998.

Altri riferimenti bibliografici vengono forniti durante il corso.

### **Modalità d'esame**

Consiste in due prove scritte: lo svolgimento di un tema di carattere teorico senza materiale di riferimento e, immediatamente dopo, la risoluzione di uno o più problemi, con libera consultazione di libri, note ecc. Eventuale successivo accertamento orale se il candidato, che abbia riportato una votazione media o bassa dello scritto, lo desidera.



# 01AJQ COMPONENTI PER OTTICA INTEGRATA

Docente:	Renato ORTA
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CBW
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Questo corso mira a fornire una conoscenza di base dell'ottica moderna, nota anche con il nome di Fotonica. In particolare, verranno discussi gli argomenti connessi con la propagazione guidata in fibra ottica e nelle strutture per ottica integrata.

La presentazione degli argomenti è bilanciata tra discussione dei fondamenti teorici e descrizione di applicazioni. Si farà uso di programmi di simulazione e sono previste esercitazioni di laboratorio.

## **Prerequisiti**

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie.

## **Programma**

Guide dielettriche planari:

Guida dielettrica planare. Modi guidati e irradati, onde leaky. Eccitazione delle guide dielettriche: accoppiatori a prisma, reticoli

Strutture periodiche:

Strutture dielettriche stratificate periodiche, onde di Bloch e relative curve di dispersione. Riflettori di Bragg, Reticoli di diffrazione

Metodi analitici e numerici per l'analisi di guide diffuse:

Metodi numerici. Metodo WKB. Guide dielettriche tridimensionali: metodo dell'indice di rifrazione efficace e "beam propagation method"

Fibre ottiche:

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

Accoppiamento modale:

Teoria dell'accoppiamento modale codirezionale e controdirezionale. Effetto elettroottico e acustoottico

## **Bibliografia**

B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", Wiley 1991

D. Marcuse, "Light transmission optics", Van Nostrand Reinhold 1972

R. Orta, "Appunti di componenti e circuiti ottici" CLUT

## **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previste prove durante il corso.

## **Modalità d'esame**

Esame orale.

# 01ALA CONTROLLO DEGLI AZIONAMENTI. AZIONAMENTI IN CORRENTE CONTINUA

Docente:	Alfredo VAGATI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CAP oppure 01CAR oppure 01AZX
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo ha lo scopo di introdurre al mondo degli azionamenti controllati, in particolare a quelli ad alte prestazioni (macchine utensili, robotica, ecc.). Si fa riferimento ai soli azionamenti in corrente continua in quanto quelli, più moderni, in corrente alternata vengono trattati nel secondo modulo.

## **Programma**

- Elementi caratteristici di un azionamento.
- Tipologie applicative varie.
- Azionamenti ad alte prestazioni: "assi" e "mandrini"
- Controllo di macchina e Controllo di azionamento.
- Equazioni del motore a corrente continua. Approccio induttivo alla struttura di controllo in cascata.
- Limitazioni fisiche, compensazione PI ed effetto coda, fenomeno del wind-up.
- Effetto dinamico degli accoppiamenti elastici, lato tachimetro e lato carico.
- Effetto dell'ondulazione tachimetrica sulle prestazioni del controllo di velocità.
- Possibile impiego e limiti delle tecniche di osservazione del carico.
- Moderni materiali magnetici permanenti e loro impiego motoristico.
- Servomotori a corrente continua: descrizione, specificità e modello termico.
- Amplificatori switching (chopper) per il controllo dei servomotori in corrente continua. Quadranti di funzionamento, tecniche di comando e di modulazione.
- Perdite dovute alla modulazione e dimensionamento energetico in frenatura.
- Cenni sui componenti elettronici di potenza (Mosfet, IGBT). Commutazione non assistita (monoquadrante). Commutazione assistita al turn-on e al turn-off.
- Cenni sulla struttura a bus risonante. Cenni sui circuiti di pilotaggio, ausiliari e di protezione.
- Riepilogo sul controllo di macchina del servomotore a corrente continua. Estensione al caso di un azionamento per mandrino (deflussaggio, stima del flusso).
- Limitazioni degli azionamenti in corrente continua e motivazioni fisico-pratiche verso l'impiego dei motori in corrente alternata.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Non sono previste esercitazioni di laboratorio.

## **Bibliografia**

Raccolta slides di presentazione

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova orale, che verrà svolta congiuntamente a quella relativa al modulo 2, per coloro che seguono entrambi i moduli.

## 01ALB CONTROLLO DEI MANIPOLATORI INDUSTRIALI

Docente:	<b>Basilio BONA</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01BTT
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il modulo non si rivolge soltanto a quanti sono strettamente interessati alla robotica industriale, ma possiede carattere generale, in quanto presenta, applicandole ad una struttura elettromeccanica complessa, una serie di metodologie e di tecniche utili anche per coloro che si occuperanno di automatica e controlli in senso lato. Il modulo fornisce la conoscenza delle moderne tecniche di controllo dei robot industriali, presentando sia le tecniche adottate a livello industriale sia alcune metodologie di controllo avanzato, utili in generale anche per la soluzione di problemi di controllo non strettamente legati al settore della robotica. Il modulo si svolge in parte presso il Laboratorio Sperimentale di Robotica, dove si utilizzeranno architetture HW/SW digitali per la progettazione e l'applicazione di algoritmi di controllo a strutture reali.

### **Prerequisiti**

Oltre alla conoscenza degli argomenti del modulo 01BTT, si richiede una conoscenza di base di Teoria dei Sistemi e Controlli Automatici. Si dà per acquisita la conoscenza del modello dinamico dei motori in corrente continua. Per le esercitazioni sperimentali è richiesta una conoscenza di base dei linguaggi MATLAB, SIMULINK e C oppure C++ (che verranno dati per noti), nonché una certa predisposizione (o la volontà di imparare) a lavorare su apparecchiature complesse, "delicate" e costose, che richiedono una certa attenzione da parte di chi le usa.

### **Programma**

#### **Controllo lineare [8 ore]:**

controllo a giunti indipendenti, problematiche dovute alla non linearità e variabilità nel tempo dei parametri dinamici.

#### **Controllo non lineare [12 ore]:**

controllo di coppia calcolata, linearizzazione globale esatta ingresso-uscita, linearizzazione approssimata, controllo robustificante.

#### **Controllo di forza [6 ore]:**

interazione del robot con l'ambiente esterno, vincoli cinematici, controllo di rigidità a uno e più gradi di libertà, controllo mediante retroazione di forza, controllo di impedenza, impostazione e problematiche del controllo ibrido forza/posizione.

#### **Controllo adattativo [10 ore]:**

illustrazione di tecniche di controllo adattativo basate sulla coppia calcolata e sulla conservazione della proprietà di passività, analisi della stabilità mediante funzione di Liapunov.

#### **Esercitazioni sperimentali in laboratorio [10-12 ore]:**

verrà utilizzato un manipolatore planare controllato da una scheda DSP collegata ad un PC. Gli studenti porteranno a termine alcune esercitazioni di base (movimento del manipolatore nello spazio dei giunti, nello spazio cartesiano, raccolta dati ed esperimenti vari di monitoraggio e tracciamento di grafici) e potranno progettare e realizzare semplici leggi di controllo digitale.

## Bibliografia

- B. Bona, M. Indri, "Modellistica, Pianificazione e Controllo di Robot Industriali", Politeko, Torino.
- L. Sciacvico, B. Siciliano, "Robotica Industriale. Modellistica e Controllo di manipolatori", Mc-Graw Hill Italia, 1995.

## Controlli dell'apprendimento

È obbligatorio presentare una breve relazione relativa alle prove svolte durante le esercitazioni sperimentali.

## Modalità d'esame

Gli esami consistono in una prova orale sugli argomenti sviluppati a lezione e potranno venire poste anche domande sulla relazione di cui al punto precedente.

## 01ANA DESCRIZIONE DEI SISTEMI

Docente:	Mario MILANESE
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01ACJ
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è di fornire agli studenti la capacità di:

- Costruire modelli di semplici sistemi fisici (meccanici, elettrici, termici, pneumatici, idraulici).
- Simulare su calcolatore sistemi anche complessi.
- Analizzare le proprietà di comportamento dinamico, la stabilità sia locale che in grande, la risposta a regime periodico

### **Programma**

#### **I sistemi dinamici:**

Definizione. Concetto di stato. Classificazione dei sistemi dinamici. Sistemi di equazioni differenziali e alle differenze lineari e loro soluzioni.

#### **Sistemi lineari invarianti:**

Trasformate di Laplace e Z. Equivalenza di sistemi dinamici. Forme canoniche.

#### **Movimenti, equilibri e stabilità:**

Movimenti e stati di equilibrio. Linearizzazione nell'intorno di un movimento. Stabilità alla Lyapunov semplice e asintotica. Criteri di stabilità per sistemi lineari varianti e invarianti nel tempo.

#### **Criteri di stabilità per sistemi nonlineari:**

Criteri di stabilità di Lyapunov e di Krasowski. Criterio di instabilità di Lyapunov. Teorema di Lyapunov per la stabilità asintotica di sistemi lineari invarianti. Criteri di stabilità e instabilità per linearizzazione. Regione di asintotica stabilità. Criterio di La Salle.

#### **Risposte a regime:**

Risposta a regime di ingressi periodici. Diagrammi di Bode.

#### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni in aula sono volte a:

1. Addestrare gli studenti ad applicare le metodologie e gli algoritmi presentati a lezione.
2. Costruzione di modelli di sistemi dinamici di varia natura (meccanici, elettrici, termici, pneumatici, idraulici, economici, biologici,...) a cui applicare le metodologie sviluppate nel corso.

### **Bibliografia**

S. Rinaldi, "Teoria dei Sistemi", Clup, Milano 1993  
Milanese, "Sinossi di Teoria dei Sistemi", Celid, Torino 1995.

# 01API    **DISPOSITIVI ALLE ALTE FREQUENZE E OPTOELETTRONICI**

Docente:	Carlo NALDI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01APL e 01BEH
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Dopo una breve parte iniziale volta a garantire la conoscenza di alcuni strumenti fisici di base per l'esame dei dispositivi si studiano i più importanti dei dispositivi nel campo delle alte frequenze per telecomunicazioni, comprese le frequenze ottiche, non rinunciando al tentativo di presentarne lo studio in modo sistematico al fine di suggerire una metodologia per la comprensione di altri dispositivi non esaminati. Di ogni dispositivo si esaminano le principali applicazioni.

## **Prerequisiti**

È richiesta una adeguata conoscenza delle proprietà dei semiconduttori e delle basi sui dispositivi a semiconduttore.

## **Programma**

Cenni di meccanica quantistica e statistica:  
Equivalenza pacchetto d'onde-particella. Distribuzioni di Maxwell, di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac. Maser all'ammoniaca [11 ore]  
Elettrone in un reticolo:  
Teorema di Bloch e modello di Krönig-Penney [6 ore]  
Semiconduttori per applicazioni in alta frequenza:  
Proprietà dei semiconduttori composti III-V, II-VI, I-VII. Eterostrutture: adattamento reticolare e strati sotto tensione. Leghe ternarie e quaternarie [4 ore]  
Fenomeni di trasporto:  
Condizioni di non equilibrio. Collisioni con impurità ionizzate e con vibrazioni reticolari. Fononi acustici e ottici. Interazione elettrone-fonone. Curva velocità-campo [4 ore]  
Principi generali sul rumore nei dispositivi:  
Rumore termico e di diffusione [2 ore]  
Dispositivi a effetto di volume:  
Diodi Gunn. Mobilità differenziale negativa. Operazioni con circuito risonante.  
Tecniche di progetto di oscillatori a resistenza negativa [4 ore]  
Fenomeni di breakdown:  
Soglia per la valanga. Dispositivi a valanga e tempo di transito.  
Diodi IMPATT. Tecnologia del dissipatore integrato [4 ore]  
Tecnologia dell'arseniuro di gallio:  
Crescita monocristallina. Semiisolante (compensazione dislocazioni-carbonio).  
Tecniche epitassiali: LPE, MOCVD, MBE.  
MESFET epitassiale e per impiantazione ionica [3 ore]  
Dispositivi a superreticolo:  
*Multi-quantum well* e modulazione del drogaggio;  
HEMT, pseudomorfici; transistori bipolari a eterogiunzione  
HBT. Dispositivi a tunneling risonante [6 ore]

Fenomeni di generazione-ricombinazione:

Centri di ricombinazione; teoria SRH, proprietà delle superfici [4 ore]

Dispositivi optoelettronici:

Diodi a emissione di luce (LED);

Laser a omostruttura e a eterostruttura: a striscia, a reazione distribuita;

Fotorivelatori: fotoconduttore, fotodiodi PIN e APD.

Celle solari: al silicio policristallino e amorfo, a eterogiunzione, Schottky, con concentrazione e con *spectral splitting* [10 ore]

## **Bibliografia**

Copie dei lucidi presentati a lezione vengono distribuite agli studenti

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

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

L'accertamento comprende una prova scritta.

## **01APJ    DISPOSITIVI E CIRCUITI DI BASE**

Docente:	<b>Francesco GREGORETTI</b>
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01ATW
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si prefigge di fornire le conoscenze e gli strumenti metodologici per l'analisi e la progettazione di semplici circuiti utilizzati come componenti di circuiti integrati VLSI.

### **Prerequisiti**

Per una proficua frequenza, gli studenti devono conoscere approfonditamente e padroneggiare con sicurezza tutti gli argomenti trattati nei moduli di cui è richiesta la precedenza obbligatoria. E, in particolare, i contenuti dei moduli 01BOI, 01APL, 01ABD, 01ATW

### **Programma**

Transistore MOS

Richiami su equazioni caratteristiche e parametri parassiti e analisi dei fenomeni del 2° ordine

Tecnologie di fabbricazione, regole di progetto e metodologie di layout

Circuiti elementari

Circuiti invertitori

Logiche statiche, dinamiche e regolari

Moduli funzionali analogici

### **Bibliografia**

F.Gregoretti: "Fotocopia dei lucidi delle lezioni"

Weste, Esraghian "Principles of CMOS VLSI Design", Addison-Wesley

J. Rabaey, "Digital Integrated Circuits", Prentice-Hall C.Passarone

### **Controlli dell'apprendimento**

Le esercitazioni di laboratorio sono svolte in gruppi di massimo 3 studenti con l'ausilio di strumenti CAD commerciali e richiedono la stesura di relazioni su un quaderno il quale viene corretto durante il modulo e valutato alla fine dello stesso con l'assegnazione di un punteggio da 0 a 3 punti.

### **Modalità d'esame**

L'esame è costituito da una prova scritta della durata media di 2 ore (prenotazione obbligatoria) che permette di raggiungere la votazione massima di 27/30. Il voto finale è dato dalla somma dell'esame con il voto assegnato alle esercitazioni di laboratorio.

All'esame scritto, si deve essere muniti di calcolatrice. Durante lo scritto è possibile ritirarsi senza lasciare traccia, e non si possono consultare libri ed appunti.

Pur non essendo fiscalmente richiesto il superamento dei corsi propedeutici, sono comunque possibili in sede di esame richiami ai contenuti dei moduli indicati nei prerequisiti.

# 01ARU EFFETTI PROPAGATIVI NEI SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE

Docente:	Giovanni PERONA
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CBZ
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso intende descrivere l'uso della propagazione delle radio onde per la trasmissione ed il reperimento di informazioni (ponti radio, radiodiffusioni, radar) nonché i vincoli imposti dalla propagazione stessa sulle specifiche tecniche degli apparati e dei sistemi usati.

## **Prerequisiti**

Oltre alla precedenza obbligatoria richiesta, i prerequisiti sono di carattere generale (fisica, analisi matematica ed elementi di informatica).

## **Programma**

### **I. Ottica geometrica**

Approfondimenti

### **II. Indice di rifrazione nei plasmi**

Approssimazione fluidodinamica dei plasmi ed indice di rifrazione.

Vettore di Poynting generalizzato.

Velocità di fase e di gruppo.

Ionogrammi e proprietà della propagazione delle radioonde per incidenza obliqua.

### **III. Effetti propagativi e sistemi di telerilevamento e telecomunicazione**

Emissione, assorbimento e scattering a microonde: applicazioni radiometriche e radarmeteorologiche.

Scattering da superfici ruvide e clutter: applicazioni ai Radar ad Apertura Sintetica.

Propagazione dei segnali GPS e dei ponti radio.

Modellazione degli effetti propagativi nei sistemi di telecomunicazione analogici e digitali.

## **Bibliografia**

Quaderni su vari capitoli del corso e copia delle trasparenze sono disponibili su un sito Internet reso accessibile agli studenti mediante password.

## **Controlli dell'apprendimento**

Esercitazioni in aula.

## **Modalità d'esame**

Nell'appello immediatamente successivo al corso, gli esami si svolgeranno in forma scritta al calcolatore; in forma orale nei rimanenti appelli.

# 01BPR ELEMENTI DI MECCANICA QUANTISTICA

Docente:	Carla BUZANO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AWM
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso è dedicato alla teoria quantistica, strumento fondamentale per la comprensione di molti fenomeni naturali che non trovano spiegazione nella fisica classica. L'insegnamento si propone di fornire le basi concettuali della meccanica quantistica e di sviluppare semplici applicazioni per permettere agli studenti di seguire con profitto corsi successivi che utilizzano nozioni basilari di meccanica quantistica.

## **Prerequisiti**

Analisi matematica I e II, Geometria e Fisica I e II.

## **Programma**

- Cenni di meccanica analitica (Lagrangiana, Hamiltoniana).
- Le origini della teoria quantistica: esperienze e intuizioni storicamente fondamentali.
- Discussione di esperienze di interferenza e polarizzazione della luce e prime basi della teoria quantistica.
- Principio di sovrapposizione e caratterizzazione degli stati dinamici mediante vettori. Variabili dinamiche e operatori. Teoria della rappresentazione. Postulati della misura. Stato puro e stato miscelato. Operatore densità. Relazione di indeterminazione di Heisenberg.
- Impostazione dello studio di un sistema quantistico. Relazioni di commutazione fondamentali. Costruzione dello spazio degli stati.
- Dinamica di un sistema quantistico. Operatore di evoluzione temporale. Descrizione di Schrödinger della dinamica. Teorema di Ehrenfest. Stati stazionari. Relazione di indeterminazione tempo-energia.
- Meccanica ondulatoria. Funzione d'onda. Equazione di Schrödinger.
- Altre descrizioni della dinamica: descrizione di Heisenberg, di interazione.
- Particella libera. Particella in una buca di potenziale infinita. Particella in una scatola.
- Oscillatore armonico. Operatore di distruzione, di creazione, operatore numero (bosoni e fermioni). Stati coerenti.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Vengono sottolineati, con esempi ed esercizi, aspetti particolarmente importanti degli argomenti trattati a lezione. Vengono inoltre svolte delle esercitazioni al computer su particella libera, buca di potenziale infinita, oscillatore armonico.

## **Bibliografia**

Liboff: "Introductory Quantum Mechanics" (Addison-Wesley).  
Sakurai: "Meccanica Quantistica Moderna" (Zanichelli).  
W. H. Louisell: "Quantum Statistical Properties of Radiation" (Wiley).  
Vengono distribuite agli studenti copie dei lucidi presentati a lezione.

## **Modalità d'esame**

Esame orale.

# 01ATY ELETTRONICA I: APPLICAZIONI

Docente:	da nominare
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ATZ
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo di Elettronica I - Applicazioni si prefigge di illustrare allo studente le applicazioni di base dell'elettronica analogica attraverso lo studio di circuiti lineari e non lineari con amplificatori operazionali.

## **Prerequisiti**

È richiesta una buona conoscenza degli argomenti trattati nei moduli di Teoria dei Circuiti - Fondamenti, Teoria dei Circuiti - Reti Dinamiche e Elettronica I - Fondamenti

## **Programma**

Amplificatori operazionali ideali. Generalità e proprietà della reazione: reazione negativa; studio della stabilità con i diagrammi di Bode. Generatori di corrente a transistor. Stadi di potenza a transistor. Amplificatori differenziali. Amplificatori operazionali reali. Configurazioni base di amplificatori operazionali. Amplificatori da strumentazione. Raddrizzatori di precisione. Comparatori di soglia con isteresi. Generatori di segnali con amplificatori operazionali. Oscillatori sinusoidali con amplificatori operazionali.

## **Bibliografia**

Richard C. Jaeger, "Microelettronica", McGraw-Hill Sedra, Smith, "Microelectronics Circuits", Saunders College Publishing.

## **Modalità d'esame**

L'esame è costituito da una prova scritta di opportuna durata seguita da una prova orale facoltativa. La prova scritta si compone di due parti.

Esercizio: è possibile consultare libri ed appunti.

Teoria: non è possibile consultare libri ed appunti.

Durante la prova scritta è possibile ritirarsi senza che sia ritirato lo statino. Al termine della prova scritta lo statino sarà comunque ritirato assieme all'elaborato.

A seguito della prova scritta è possibile:

Accettare il voto come voto del modulo

Integrare la prova scritta con una domanda orale. In questo caso il voto finale sarà la media del voto dello scritto e del voto di orale. La partecipazione alla prova orale comporta in ogni caso la registrazione del voto (anche se negativo o rifiutato)

Rifiutare il voto: anche in questo caso viene registrata la bocciatura.

# 01ATZ ELETTRONICA I: FONDAMENTI

Docente:	da nominare
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CZY
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo di Elettronica I - Fondamenti si prefigge di fornire allo studente le conoscenze di base dell'elettronica analogica attraverso lo studio dei dispositivi principali e dei loro modelli circuitali.

## **Prerequisiti**

È richiesta una buona conoscenza degli argomenti trattati nei moduli di Teoria dei Circuiti - Fondamenti e Teoria dei Circuiti - Reti Dinamiche.

## **Programma**

Richiami di teoria dei circuiti. Filtri elementari. Partitore compensato. Circuiti equivalenti di doppi bipoli. Funzioni di trasferimento al variare della frequenza: definizione di frequenze di taglio. Risposte al gradino ed all'onda quadra. Accenni di fisica dei semiconduttori. Diodi: circuiti equivalenti e circuiti fondamentali di impiego; diodi in reti RC. Raddrizzatori ed alimentatori. Funzionamento dinamico dei diodi. Transistori: caratteristiche e circuiti fondamentali di impiego; funzionamento in regime di piccolo segnale.

## **Bibliografia**

Richard C. Jaeger, "Microelettronica", McGraw-Hill Sedra, Smith, "Microelectronics Circuits", Saunders College Publishing.

## **Modalità d'esame**

L'esame è costituito da una prova scritta di opportuna durata seguita da una prova orale facoltativa. La prova scritta si compone di due parti.

Esercizio: è possibile consultare libri ed appunti.

Teoria: non è possibile consultare libri ed appunti

Durante la prova scritta è possibile ritirarsi senza che sia ritirato lo statino. Al termine della prova scritta lo statino sarà comunque ritirato assieme all'elaborato.

A seguito della prova scritta è possibile:

Accettare il voto come voto del modulo

Integrare la prova scritta con una domanda orale. In questo caso il voto finale sarà la media del voto dello scritto e del voto di orale. La partecipazione alla prova orale comporta in ogni caso la registrazione del voto (anche se negativo o rifiutato)

Rifiutare il voto: anche in questo caso viene registrata la bocciatura.

## 01ATG ELETTRONICA AD ALTA VELOCITÀ

Docente:	Eros PASERO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	(01ATW oppure 01ATU oppure 01ATV) e (01CEM oppure 01CAU)
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

L'obbiettivo del corso è di mettere in grado lo studente di comprendere il funzionamento dei moderni circuiti utilizzati negli attuali sistemi digitali, quali PC, workstation, controllori digitali ecc. Verranno inoltre presentati gli standard di connessione attualmente utilizzati in questi sistemi (SCSI, USB, IRDA, Rs232, parallelo Centronics ecc.).

### **Prerequisiti**

Elettronica analogica e digitale di base.

### **Programma**

Il corso riprende i concetti dei circuiti digitali di base per presentare le problematiche che si trovano nell'interfacciare questi circuiti nei sistemi attuali. La prima parte del corso presenta le famiglie logiche dell'ultima generazione, quali le Low Voltage, le BiCMOS, le ECLips, e i circuiti integrati ad altissima densità di integrazione. Nella seconda parte verranno sviluppati gli aspetti di interfaccia di questi circuiti quando vengono inseriti in un sistema. Verranno in particolare affrontate le tecniche di progettazione di circuiti stampati e le definizioni degli standard di collegamento più utilizzati quali SCSI, PCI, USB, IRDA, Rs232, parallelo Centronics ecc. Nell'ultima parte del corso verranno presentati i circuiti di memoria oggi presenti sul mercato quali memorie dinamiche, statiche, Video Ram, EEPROM, NVRAM ecc. All'inizio del corso verranno presentate alcune "tesine" che gli studenti potranno sviluppare a integrazione o sostituzione di parti del corso.

### **Bibliografia**

- H. Haznedar "Digital Microelectronics", The Benjamin/Cummings Company Inc.
- E. Pasero, "Appunti delle lezioni di Elettronica dei Sistemi Digitali".
- H.W. Johnson, M. Graham "High Speed Digital Design", Prentice Hall International
- D. Del Corso, H. Kirmann, J.D. Nicoud "Bus e interconnessioni per sistemi a microprocessori", Addison Wesley Masson.

### **Modalità d'esame**

Un accertamento scritto sulla parte teorica e un esercizio scritto sulla parte di esercitazione numerica. A richiesta sarà possibile sostenere anche un orale integrativo. Verranno inoltre proposte tesine sperimentali che potranno fornire un "bonus" opportuno al voto finale.

# 01ATH ELETTRONICA ANALOGICA

Docente:	Marco GIORDANA
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CEF
N. crediti:	7

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni di base relative al funzionamento dei dispositivi e dei sistemi elettronici con riferimento alle applicazioni analogiche, con particolare riferimento all'uso dell'amplificatore operazionale.

## **Prerequisiti**

Conoscenza della elettrotecnica di base.

## **Programma**

Introduzione  
Amplificatori  
Alimentatori stabilizzati

## **Bibliografia**

Sergio Franco- "Operational Amplifiers and Analog Integrated Circuits" McGraw Hill

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno

## **Modalità d'esame**

Esame orale con domande sia di teoria sia di calcolo relativamente a semplici circuiti.

# 01ATL ELETTRONICA DEI SISTEMI DI ACQUISIZIONE DATI

Docente:	Maurizio ZAMBONI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ATU e 01ATH
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso intende competere la formazione elettronica degli allievi informatici, iniziata con i primi tre corsi di Elettronica.

## Prerequisiti

Conoscenza dei principi base dell'elettrotecnica e dell'elettronica analogica e digitale.

## Programma

- Teoria del campionamento nel dominio del tempo e della frequenza

Teorema di Nyquist, Aliasing, Quantizzazione

Schema a blocchi di un sistema di acquisizione dati

- Condizionamento del segnale

Amplificatori, Amplificatori per Strumentazione, Filtri

Multiplexer

- Convertitori Digitali/Analogici

Errori/prestazioni

DAC a resistenze pesate

DAC a rete a scala R-2R

DAC a capacità commutate

Multiplying DAC

- Convertitori Analogici/Digitali

Errori/prestazioni

ADC ad inseguimento e ad approssimazioni successive

ADC flash e subranging flash

ADC a doppia rampa

ADC per applicazioni speciali (sigma-delta)

- Sample and Hold

Errori/prestazioni

Analisi dei principali circuiti

- Convertitori Frequenza/Tensione e Tensione/Frequenza

circuiti a duty cycle fisso (VCO)

circuiti a duty cycle variabile

- Trasduttori (dal punto di vista elettronico)

rilevamento del segnale (trasduttori di posizione, velocità,

accelerazione, forza, coppia, prossimità, temperatura)

amplificazione e filtraggio

- Attuatori (interfacciamento elettrico)

pilotaggio di un solenoide

pilotaggio di un motore corrente continua, brushless,

passo passo

## **Esercitazioni in aula**

Sistemi di Acquisizione Dati

- progetto di blocchi base (DAC, ADC, S/H)
- progetto di filtri analogici e digitali
- accenni alle problematiche dei Digital Signal Processors
- pilotaggio di solenoidi e motori passo passo

## **Laboratorio**

Sistemi di acquisizione dati I (ADC, DAC, filtri analogici)

Sistemi di acquisizione dati II (Filtri numerici)

Sensori e attuatori (sensore di temperatura, di posizione, motorino passo passo)

## **Bibliografia**

M. Zamboni, M. Divià "Elettronica dei sistemi di interconnessione ed acquisizione dati", CLUT, 1996

G. Masera, M. Zamboni, "Quaderni del LADISPE n. 4: Laboratorio di Elettronica Applicata 2", 1996 (disponibile anche su web nel sito del corso)

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno durante il corso.

## **Modalità d'esame**

Prova scritta.

Le modalità d'esame complete, i temi d'esame ed i risultati si trovano su:

<http://www.vlsilab.polito.it/~maurizio/el2>

# 01ATM ELETTRONICA DEI SISTEMI DI INTERCONNESSIONE

Docente:	Maurizio ZAMBONI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01ATU e 01ATH
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso intende ampliare la formazione elettronica degli allievi informatici, iniziata con i primi due corsi di Elettronica.

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

## **Prerequisiti**

Conoscenza dei principi base dell'elettrotecnica e dell'elettronica analogica e digitale

## **Programma**

- Classificazione dei sistemi di interconnessione
- Interconnessioni tra sistemi
- Interconnessioni tra sottosistemi
- Interconnessioni nei circuiti integrati (VLSI)
- Canali di comunicazione
- Bus paralleli
- Comunicazione seriale (con accenni al formato RS232)
- Accenni ai Bus ottici
- Protocolli di comunicazione e loro realizzazione con componenti elettronici
- Standard di comunicazione (VME, SBUS, IEEE488, PCI)
- Circuiti di interfaccia
- Problemi elettrici
- Teoria delle linee, riflessioni, coefficiente di riflessione, metodi per il calcolo delle riflessioni con componenti lineari e non
- Terminazioni, adattamento
- Disturbi sulle linee (crosstalk di vario tipo)
- Disturbi sull'alimentazione (Ground Bounce, etc..)
- Driver e ricevitori
- Metastabilità

## **Esercitazioni in aula**

- Interfacciamento di canali di comunicazione
- progetti di semplici circuiti per la gestione di protocolli
- descrizione di bus standard (VME, SBUS, PCI)
- riflessioni e disturbi
- Descrizione di una scheda basata sul microcontrollore 68HC11 che sarà usata nelle esercitazioni di laboratorio.

## **Laboratorio**

- Interfacciamento con 68HC11
- Riflessioni e disturbi

## **Bibliografia**

M. Zamboni, M. Divià "Elettronica dei sistemi di interconnessione ed acquisizione dati", CLUT, 1996

G. Masera, M. Zamboni, "Quaderni del LADISPE n. 4: Laboratorio di Elettronica Applicata 2", 1996 (disponibile anche su web nel sito del corso)

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno durante il corso

## **Modalità d'esame**

Prova scritta.

Le modalità d'esame complete, i temi d'esame ed i risultati si trovano su:

<http://www.vlsilab.polito.it/~maurizio/elN2>

# 01ATO ELETTRONICA DELLE MICROONDE

Docente:	Carlo NALDI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01APL, 01BEG
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso si occupa dei dispositivi e dei circuiti integrati a microonde ibridi e monolitici e intende fornire metodologie di progetto per applicazioni lineari e non lineari. Parte essenziale del modulo è costituita da un progetto individuale di un circuito integrato (monolitico o ibrido) a microonde.

## Prerequisiti

È necessario conoscere le basi della teoria delle linee di trasmissione compresa la descrizione con i parametri *scattering*.

## Programma

### Tecnologia dell'arseniuro di gallio:

Crescita monocristallina. Semiconduttore (compensazione dislocazioni-carbonio). Tecniche epitassiali: LPE, MOCVD, MBE. Impiantazione ionica [6 ore]

### MESFET all'arseniuro di gallio:

Principio di funzionamento, scelta del semiconduttore. MESFET epitassiali e per impiantazione. Tecnologia dei dispositivi epitassiali e per impiantazione. Tecnica SAINT. [3-0-0]

### Applicazioni lineari del MESFET:

circuito equivalente di piccolo segnale, frequenza di taglio. [4-0-0]

### Metodi di analisi di circuiti a microonde:

Grafi di flusso e Regola di Mason. Guadagno di trasduzione, operativo e disponibile. Massimo del Guadagno di trasduzione. [4-0-0]

### Gli strumenti di simulazione:

programmi Touchstone e ACCAD [2- 4 -2]

### Stabilità:

Fattore di Stabilità. Progetto di compromesso tra guadagno e stabilità [2-0-0]

### Amplificatore a banda stretta:

Tecniche di sintesi di reti di adattamento e interconnessione. Il progetto [2 + 2 + 2]

### Rumore:

Meccanismi di rumore. Rapporto segnale/rumore. Progetto di amplificatori a basso rumore. [3-0-0]

Amplificatore a larga banda:

Metodi di progetto. Amplificatore bilanciato. [2-0-0]

### Circuiti Integrati Monolitici (MMIC):

Elementi passivi distribuiti e quasi concentrati e loro modelli. Linee di trasmissione e loro sintesi [2-2-0]

### Applicazioni nonlineari:

I dispositivi: limiti potenza-frequenza; strutture a *gate* recesso. Progetto del dispositivo. Modelli di dispositivi per ampio segnale.

Amplificatori di potenza. Classi A, AB, C e D. *Power added efficiency*. Distorsione. Rapporto di intermodulazione di terz'ordine. [2-0-0]

### **Principi del CAD non lineare:**

Metodi di analisi non lineare nel tempo. Modelli Spice. Metodi di Shooting.

Metodi Quick Steady State di bilancio armonico.

Progetto di amplificatori di potenza a microonde. Tecnica del *source stepping*.

Valutazione dei prodotti di intermodulazione. [6-0-0]

### **Progetti degli allievi:**

Definizione dei progetti individuali di un amplificatore integrato e loro esecuzione presso il LAIB [2+ 4 + 8]

### **Bibliografia**

Copie dei lucidi presentati a lezione e altro materiale vengono distribuiti agli studenti

### **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

### **Modalità d'esame**

La valutazione comprende una prova orale e la valutazione del progetto.

# **01BWT ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI: ANELLI AD AGGANCIO DI FASE E INTERCONNESSIONI**

Docente:	Dante DEL CORSO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01AIJ oppure 01ATW
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il principale obiettivo dei due moduli di Elettronica delle Telecomunicazioni è sviluppare le capacità di progetto a livello circuiti e sistemi. Questo modulo è dedicato all'analisi e al progetto dei circuiti ad aggancio di fase (PLL), dei quali sono analizzati il comportamento esterno e le realizzazioni con circuiti analogici, numerici, e logiche programmabili, e ai problemi di interconnessione in sistemi ad alta velocità (integrità dei segnali e protocolli).

## **Prerequisiti**

Il corso presuppone la capacità di applicare quanto appreso nei corsi di Teoria dei Circuiti Elettronici, Elettronica Analogica e digitale, e nel precedente modulo di Elettronica delle Telecomunicazioni.

## **Programma**

Anelli ad aggancio di fase (PLL): descrizione e analisi funzionale, componenti base (VCO e demodulatori di fase).

Applicazioni dei PLL: demodulatori AM, FM, PM, FSK, PSK, separazione del clock, moltiplicazione e risincronizzazione di segnali di cadenza.

Generatori di segnali e modulatori con PLL e con sintesi digitale diretta.

Logiche programmabili: sviluppo di semplici applicazioni di telecomunicazioni (filtri, PLL).

Strutture di interconnessione per sottosistemi numerici: propagazione di segnali digitali, integrità di segnale, tecniche di sincronizzazione, problemi di EMC nelle interconnessioni, protocolli di comunicazione.

Il corso è integrato da seminari tenuti da progettisti operanti nell'industria, su argomenti quali controllo qualità, metodi di progetto, gestione di progetti, documentazione, collaudo.

Il modulo comprende esercitazioni di progetto e di laboratorio, sulle quali deve essere stesa una relazione, che viene valutata in sede di esame.

## **Bibliografia**

D. Del Corso, "Elettronica delle telecomunicazioni", Levrotto&Bella, Torino (edizione 1995, con CD-ROM integrativo edizione 2000).

Manuale per lo svolgimento delle esercitazioni (Quaderno LADISPE e CD-ROM).

Alcuni testi ausiliari sono indicati nei vari capitoli del testo di riferimento.

Dal servizio Ulisse (<http://www.polito.it/Ulisse/CORSI/ELN/L1740/materiale/>) sono disponibili informazioni aggiornate sulla organizzazione del corso, istruzioni per le esercitazioni, esercizi svolti, calendario e altro materiale didattico.

## **Controlli dell'apprendimento**

Vedi modalità di esame

L'esame comprende uno scritto e un orale opzionale. Nel determinare il voto d'esame vengono valutate anche le relazioni di laboratorio. È possibile svolgere tesine su argomenti attinenti il corso; per ciascuna tesina deve essere presentata una relazione scritta, e deve essere fatta una breve presentazione in aula. Vengono assegnati punteggi aggiuntivi per le tesine e per i migliori quaderni di appunti e di laboratorio. Le modalità dettagliate sono riportate sul servizio Ulisse.

Obiettivi generali del corso

Il principale obiettivo del corso è quello di fornire allo studente le conoscenze e le capacità di progettare e realizzare sistemi di telecomunicazione a livello circuitale e sistemistico. Lo studente dovrà essere in grado di analizzare e progettare sistemi di telecomunicazione a livello di sistema e di realizzare prototipi di sistemi di telecomunicazione a livello di sistema e di realizzare prototipi di sistemi di telecomunicazione a livello di sistema.

Prerequisiti

Il corso presuppone la capacità di applicare quanto appreso nei corsi di Teoria dei Circuiti, Elettrotecnica, Elettrotecnica Analitica e Digitale, e nel precedente modulo di Teoria delle Telecomunicazioni.

Programma

Analisi ed progetto di fase (PLL): descrizione e analisi funzionale, componenti passivi (VCO e demodulatori di fase). Applicazioni dei PLL: demodulatori AM, FM, FSK, PSK, separazione dei canali. Modulazione e demodulazione di segnali di frequenza. Generazione di segnali e modulazione con PLL e con sintesi digitale diretta. Logica programmabile: sviluppo di semplici applicazioni di telecomunicazione (PLL, FSK, PSK, PSK, PSK) per telecomunicazione per applicazioni numeriche, propagazione di segnali digitali, tecniche di modulazione, problemi di EMC nella telecomunicazione. Il corso è organizzato da esperti tenuti da progettisti operanti nell'industria, su richiesta degli studenti, quali: metodi di progetto, gestione di progetti, documentazione, collaudi. Il modulo comprende esercitazioni di progetto e di laboratorio, alle quali deve essere stata una relazione che viene valutata in sede di esame.

Bibliografia

D. Di Corso "Elettronica delle telecomunicazioni", Leonardo-Bla, Torino (edizione 1995), con CD-ROM integrativo edizione 2000. Manuale per lo svolgimento delle esercitazioni (Quaderno LADISPE e CD-ROM). Alcuni testi necessari sono indicati nei vari capitoli del testo di riferimento. Dal servizio Ulisse (http://www.ulisse.it/ulisse/CORSI/ELN/LL1740/materiale) sono disponibili informazioni riguardanti sulla organizzazione del corso, strumenti per le esercitazioni, esercizi svolti, calendario e altre materiale didattico.

Controlli dell'apprendimento

## **01AIJ      ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI: CIRCUITI NON LINEARI E CONVERTITORI A/D/A**

Docente:	Dante DEL CORSO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BUE, (01ATY oppure 01ATN)
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il principale obiettivo dei due moduli di Elettronica delle Telecomunicazioni è sviluppare le capacità di progetto a livello circuiti e sistemi. Questo modulo è dedicato allo studio e al progetto dei circuiti non lineari e sistemi di conversione A/D/A usati nei sistemi di telecomunicazione. Di questi si analizzano il comportamento esterno e le realizzazioni con circuiti a componenti discreti e integrati, approfondendo i legami tra aspetti circuitali e comportamento dei sottosistemi.

### **Prerequisiti**

Il corso presuppone la capacità di applicare quanto appreso nei corsi di Teoria dei Circuiti Elettronici ed Elettronica Analogica e digitale.

### **PROGRAMMA**

Transistori fuori linearità; loro applicazione come limitatori, moltiplicatori di frequenza, negli amplificatori accordati e negli oscillatori sinusoidali.

Circuiti lineari con amplificatori operazionali: amplificatori AC a larga banda; filtri attivi.

Circuiti non lineari con amplificatori operazionali: convertitori logaritmici ed esponenziali, miscelatori e moltiplicatori, diodo ideale, convertitore AC-DC.

Sistemi di conversione A/D/A: principi generali, progetto del filtro anti-aliasing, rumore di quantizzazione, classificazione, analisi degli errori. Convertitori a residui, a sovracampionamento, per uso telefonico, log-PCM, differenziali.

Aspetti sistemistici dell'integrazione di sottosistemi analogici.

Il corso è integrato da seminari tenuti da progettisti operanti nell'industria, su argomenti quali controllo qualità, metodi di progetto, gestione di progetti, documentazione, collaudo.

Il modulo comprende esercitazioni di progetto e di laboratorio, per le quali deve essere stesa una relazione, che viene valutata in sede di esame.

### **Bibliografia**

D. Del Corso, "Elettronica delle telecomunicazioni", Levrotto&Bella, Torino (edizione 1995, con CD-ROM integrativo edizione 2000).

Manuale per lo svolgimento delle esercitazioni (Quaderno LADISPE e CD-ROM).

Alcuni testi ausiliari sono indicati nei vari capitoli del testo di riferimento.

Dal servizio Ulisse (<http://www.polito.it/Ulisse/CORSI/ELN/L1740/materiale/>) sono disponibili informazioni aggiornate sulla organizzazione del corso, istruzioni per le esercitazioni, esercizi svolti, calendario e altro materiale didattico.

### **Controlli dell'apprendimento**

Vedi modalità di esame

## Modalità d'esame

L'esame comprende uno scritto e un orale opzionale. Nel determinare il voto d'esame vengono valutate anche le relazioni di laboratorio. È possibile svolgere tesine su argomenti attinenti il corso; per ciascuna tesina deve essere presentata una relazione scritta, e deve essere fatta una breve presentazione in aula. Vengono assegnati punteggi aggiuntivi per le tesine e per i migliori quaderni di appunti e di laboratorio.

**Le modalità dettagliate sono riportate sul servizio Ulisse.**

# 01ATR ELETTRONICA DELLO STATO SOLIDO

Docente:	da nominare
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01APL
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Negli ultimi anni la simulazione numerica dei dispositivi elettronici allo stato solido è divenuta uno strumento indispensabile nella ideazione e progettazione dei dispositivi a semiconduttore ed è una componente fondamentale del cosiddetto CAD Tecnologico (TCAD). Il corso si propone di offrire una introduzione all'analisi e alla simulazione numerica di dispositivi elettronici convenzionali e avanzati mediante modelli fisici. Dopo una introduzione ai modelli fisici di dispositivi a semiconduttore, ai loro parametri, e ad aspetti avanzati sia dei modelli (modelli di trasporto non stazionario) che delle strutture (dispositivi ad eterostruttura) vengono trattati gli aspetti numerici della simulazione di dispositivi elettronici, necessari ad orientare i possibili utenti di programmi TCAD. Vengono infine proposti progetti su calcolatore da condursi mediante l'uso di strumenti TCAD.

## **Programma**

Il CAD tecnologico: simulazione di processo, dei dispositivi, circuitali. Problemi di interfacciamento fra fasi successive.

Modelli fisici di semiconduttori. Il modello di deriva-diffusione. Parametri fisici del modello: proprietà di trasporto, fenomeni di RG. Richiami sulla struttura a bande dei semiconduttori e sulle proprietà statistiche in equilibrio e fuori equilibrio.

Eterostrutture e dispositivi a eterostruttura. Trasporto parallelo e ortogonale in eterostrutture. Esempi di dispositivi a eterostruttura: HEMT, HBJT, LASER.

Modelli di trasporto non stazionario. L'equazione di Boltzmann. Il modello idrodinamico. Modelli di trasporto di energia. Modello di deriva-diffusione come caso limite. Parametri fisici del modello idrodinamico.

Il modello idrodinamico nei semiconduttori a più valli. Overshoot di velocità nel GaAs e InP.

Il trattamento numerico dei modelli fisici. Il modello fisico in equilibrio termodinamico: l'equazione di Poisson-Boltzmann. Soluzione mediante differenze finite generalizzate. Discretizzazione del modello di deriva-diffusione: lo schema di Scharfetter-Gummel. Analisi DC, di piccolo segnale, tempovariante. Analisi speciali: analisi di rumore, analisi di sensitivity. Discretizzazione numerica di modelli idrodinamici.

## **Bibliografia**

Vengono forniti appunti del docente che coprono tutti gli argomenti del corso. Fra i testi ausiliari:

S.Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices, Springer 1985

J.Singh, Physics of Semiconductors and their heterostructures, McGraw-Hill 1993

## **Modalità d'esame**

Consiste nello svolgimento e nella discussione orale di un progetto di simulazione numerica di dispositivi.

# 01ATU ELETTRONICA DIGITALE (INF)

Docente:	Marco GIORDANA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CEF
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

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

## **Prerequisiti**

Conoscenza della elettrotecnica di base.

## **Programma**

Introduzione  
Segnali e circuiti logici  
Memorie

## **Bibliografia**

Haldun Haznedar-"Digital Microelectronics"-The Benjamin/Cummings

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno

## **Modalità d'esame**

Prova scritta costituita da una serie di domande brevi con risposta breve, tempo a disposizione 30 minuti.

## 01ATV ELETTRONICA DIGITALE (TLC)

Docente:	Claudio SANSOÈ
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01ATY
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di fornire una formazione di base in elettronica digitale, sia dal punto di vista circuitale, sia da quello della progettazione di semplici circuiti logici.

### **Prerequisiti**

Lo studente deve avere dimestichezza con le leggi dell'elettrotecnica e deve saper risolvere semplici circuiti con transistori BJT e diodi, prevalentemente in continua (polarizzazione). Deve inoltre conoscere le basi dell'algebra booleana ed i principi della programmazione in linguaggio C.

### **Programma**

Il transistor MOS: processo di fabbricazione, comportamento statico e dinamico. Caratteristiche elettriche dei circuiti logici: transistori BJT e MOS in commutazione; famiglie logiche, stadi di ingresso e di uscita, circuiti interni di porte TTL, CMOS e ECL. Circuiti combinatori e sequenziali elementari. Progettazione di reti combinatorie e sequenziali: mappe di Karnaugh, automi a stati finiti, sintesi, analisi delle prestazioni. Memorie e logiche programmabili: organizzazione interna delle memorie ROM, EPROM, EAROM, Flash, RAM statiche e dinamiche. Logiche programmabili: PAL, EPLD, FPGA. Linguaggi di descrizione dell'hardware: il VHDL.

Il corso prevede tre esercitazioni di laboratorio di quattro ore l'una per verificare in pratica ed approfondire gli argomenti sviluppati nella parte teoria.

### **Bibliografia**

G. Cusi, A. Demaria, C. Sansoè: "Introduzione all'Elettronica Digitale", Ed. Politeko, 1998

*Per approfondimenti:*

R. C. Jaeger: "Microelettronica", McGraw-Hill, 1998.

I quaderni del LADISPE, n.2, "Caratteristiche di componenti elettronici", Politeko

I quaderni del LADISPE, n. 6, "Esercitazioni sperimentali per il corso Elettronica II tlc", Politeko

### **Controlli dell'apprendimento**

Le esercitazioni di laboratorio prevedono la compilazione di una relazione tecnica, che viene valutata in sede di esame.

### **Modalità d'esame**

Scritto breve (1 ora) seguito da orale. Lo scritto viene corretto interattivamente durante l'orale. È possibile sostenere un esame congiunto con il modulo 01AIK (un solo scritto).

Nella prima sessione, al termine delle lezioni, scritto da 2 ore. Se è superato, è possibile accettare il voto risultante o accedere ad un orale integrativo. I dettagli saranno spiegati dal docente durante la prima lezione del modulo e si trovano sul sito web del corso, accessibile dal servizio Ulisse.

# 01ATW ELETTRONICA DIGITALE E TECNICA DELLE FORME D'ONDA

Docente:	Vincenzo POZZOLO (I Corso), Francesco GREGORETTI (II Corso)
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ABD
N. crediti:	6

## Obiettivi generali del corso

Il corso si prefigge di ampliare la formazione dello studente per quanto riguarda l'Elettronica circuitale, nel campo dell'Elettronica digitale. Viene posta particolare enfasi sulla parte di metodologia di progetto di circuiti, evidenziando le varie fasi che permettono di passare dalle specifiche di un circuito alla sua realizzazione, tenendo conto delle caratteristiche dei componenti reali.

## Prerequisiti

Per una proficua frequenza, gli studenti devono conoscere approfonditamente e padroneggiare con sicurezza tutti gli argomenti trattati nei moduli 01BJD, 01AZH, 01BOI, 01APL, 01CTH, 01CTI, 01ABD

## Programma

- Dispositivi logici integrati:  
Definizione di porta logica e parametri caratteristici (livelli, soglie, transcaratteristica, ritardi, caratteristiche di ingresso e di uscita, prodotto velocità-potenza, immunità ai disturbi).
- Circuiti elementari di porte logiche (bipolari TTL ed ECL, CMOS).
- Flip-Flop, metastabilità. Memorie a semiconduttore. Logica programmabile
- Generatori di forme d'onda. VCO e monostabili
- Elettronica di interfaccia:
- Sistemi e circuiti per l'acquisizione dati. Comparatori di soglia con e senza isteresi. Condizionamento di segnale. Multiplexer. Convertitori A/D e D/A. Circuiti di campionamento e mantenimento.

## Bibliografia

V. Pozzolo: "Appunti dalle Lezioni", Politeko

Sedra, Smith, "Microelectronics Circuits", Saunders College Publishing

P. Spirito: "Elettronica dei sistemi digitali". Ed. L'Ateneo s.a.s.

*Per le esercitazioni:*

Quaderno LADISPE numero 2, "Caratteristiche di componenti elettronici per i corsi di Elettronica", Politeko.

*Per il laboratorio:*

Quaderno LADISPE numero 3, "Guida alle esercitazioni di laboratorio per il corso di elettronica applicata", Politeko.

## Controlli dell'apprendimento

Nessuno.

## Modalità d'esame

L'esame è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria) e da un orale.

Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di 30 minuti.

All'esame si deve essere muniti di calcolatrice, libro delle caratteristiche dei componenti.

Durante lo scritto è possibile ritirarsi senza lasciare traccia, si possono consultare libri ed appunti.

L'orale ha luogo subito dopo lo scritto e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o a esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Pur non essendo fiscalmente richiesto il superamento dei corsi propedeutici, sono comunque possibili in sede di esame richiami ai contenuti dei moduli indicati nei prerequisiti.

# 01AWH FASI CRISTALLINE E CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

Docente:	Fulvio TAIARIOL
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Le finalità che il corso si propone sono quelle di far acquisire allo studente una conoscenza delle problematiche connesse alle fasi cristalline ed alle varie tipologie di difettosità strutturale. Viene fornita inoltre un'ampia ed aggiornata panoramica sulle tecniche di caratterizzazione più importanti e sulle loro applicazioni nel settore dei materiali per l'elettronica.

## **Prerequisiti**

Per una buona comprensione degli argomenti svolti sono da ritenersi utili le conoscenze presentate nei moduli di Chimica, Fisica I e II, Processi Tecnologici, Proprietà e problematiche d'uso dei materiali

## **Programma**

### **Fasi cristalline dei materiali**

Principi di nucleazione crescita Stabilità delle fasi diagrammi di fase nucleazione 3D, mono, policristalli nucleazione 2D epitassia

Introduzione alla cristallografia: Teoria delle simmetrie, gruppi punto e spazio. Piani cristallini, reticoli e strutture cristalline, reticolo reciproco.

Eterostrutture e strutture quantistiche: Struttura a bande in QW, densità degli stati in strutture a dimensionalità ridotta, funzioni d'onda localizzate. Strutture epitassiali strained e relaxed, QW strained.

Strati sottili policristallini bordi di grano, proprietà, impiego

Stato vetroso Stato vetroso, proprietà ottiche e meccaniche dei vetri Vari tipi di vetri per fibre ottiche e dispositivi

- Difetti cristallografici Difetti puntiformi, tipi di dislocazioni, proprietà nascita e moto dei difetti interazioni. Dislocazioni nelle strutture del Diamante e Zincoblenda Dislocazioni parziali, reti di dislocazioni. Dislocazioni di misfit, threading, stacking faults. Rilascio di strain.

### **Caratterizzazioni microanalitiche**

Tecniche micro analitiche Caratterizzazione dei materiali. Microscopia elettroni secondari (SEM), microanalisi X, spettroscopia Auger (AES) e di massa di ioni secondari (SIMS).

### **Caratterizzazioni chimico-strumentali**

Tecniche di analisi chimica strumentale Spettroscopia infrarosso, gas cromatografia Spettrometria di massa, assorbimento atomico

### **Caratterizzazioni strutturali**

Tecniche diffrattometriche a raggi X Proprietà dei raggi X, teoria geometrica della diffrazione, diffrattometria delle polveri,

Tecniche diffrattometriche ad alta risoluzione Cenni alla teoria dinamica. Diffrattometria ad alta risoluzione (HRXRD), TAD;

Tecniche difettuali: Topografia X, TEM, catodoluminescenza integrale (CL), Channelling. Microscopia acustica.

#### **Caratterizzazioni elettriche ed ottiche**

Analisi Elettriche: Effetto Hall, Hall in temperatura, Spreading Resistance,

Analisi Ottiche: Fotoluminescenza, Assorbimento, Ellissometria.

#### **Caratterizzazioni morfologiche**

Tecniche morfologiche Microscopio ottico metallografico, microscopio interferenziale, Nomarski, tecniche a stylus. Microscopia ad effetto tunnel e forza atomica.

#### **Caratterizzazioni termiche e meccaniche**

Analisi Meccaniche e Termiche Analisi calorimetrica differenziale a scansione DSC  
Analisi termogravimetrica TGA e termomeccanica TMA

Applicazioni analitiche Utilizzo delle analisi termiche e spettroscopiche su materiali per elettronica.

### **Bibliografia**

Verrà fornita per ogni lezione una bibliografia generale mentre a richiesta potrà essere fornita quella specializzata.

All'inizio di ciascun tema verranno consegnate agli studenti copie delle trasparenze presentate a lezione.

*Per eventuali approfondimenti possono essere consultati*

Cahn Lifshin *Encyclopedia of materials characterisation* Pergamon Press

Merrit Settle *Instrumental Method of Analysis* Wadsworth Publishing

### **Controlli dell'apprendimento**

Esame finale

### **Modalità d'esame**

Esame orale basato su tre domande in cui è richiesto di descrivere e commentare i vari argomenti evidenziando le correlazioni tra le proprietà da investigare e le tecniche analitiche da impiegarsi.

## 01AWY FISICA DEI LASER

Docente:	Mario VADACCHINO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AWM
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso fornisce un'analisi delle caratteristiche fisiche dei sistemi laser in generale, considerati quali sistemi di amplificazione. Saranno utilizzate essenzialmente le equazioni di bilancio, senza approfondire le proprietà quantistiche. Saranno descritte le più importanti tipologie di laser, ed analizzate le condizioni di stabilità, con particolare interesse alle condizioni di ottimizzazione di progetto.

### **Programma**

Le equazioni di bilancio; i coefficienti fenomenologici.

Equazioni di bilancio per i laser a tre e quattro livelli. Il laser come amplificatore: guadagno, banda passante, shift di fase, rumore. Il ruolo della cavità. Il fenomeno dell'allargamento di riga: omogeneo e non omogeneo. *L'hole burning*. I laser pulsati  
I laser a stato solido: rubino, Nd:YAG, Nd:vetro, semiconduttori.

I laser a gas: He-Ne, Co<sub>2</sub>, Argon.

I *dye* laser.

Comportamento dinamico dei laser: analisi di stabilità lineare. Ottimizzazione di progetto.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni, di carattere prevalentemente teorico, consisteranno nello sviluppo approfondito di applicazioni.

### **Bibliografia**

Appunti delle lezioni del docente.

A. E. Siegman, "Lasers" Univesity Science Books, 1986.

O. Svelto., "The Physics of Lasers", Plenum Press, 1998.

### **Modalità d'esame**

L'esame consisterà nella redazione di una tesina scritta riguardante l'analisi di un lavoro scientifico relativo agli argomenti svolti nel corso ed in una esposizione orale dello stesso lavoro.

# 01AXE FISICA DELLE SUPERFICI

Docente:	Fausto ROSSI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AWM
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Lo scopo del corso è quello di fornire una panoramica dei moderni problemi di fisica delle superfici, delle interfacce e dei processi ad esse collegati. La superficie viene presentata come una fase ben distinta della materia e ne vengono analizzate le principali proprietà chimiche, strutturali, elettroniche ed ottiche. L'obiettivo principale è di approfondire il legame fra aspetti teorici di base e vari metodi di analisi sperimentale.

## Prerequisiti

Struttura della Materia, Teoria dello Stato Solido

## Programma

- Considerazioni introduttive;
- La superficie dal punto di vista chimico;
- Forma e struttura di una superficie;
- Proprietà elettroniche di superfici ed interfacce;
- Proprietà vibrazionali di superfici ed interfacce;
- Proprietà ottiche: riflessione e rifrazione. Eccitazioni elementari: eccitoni, plasmoni, fononi di superficie;
- Applicazione al caso di eterostrutture a semiconduttore.

Sono inoltre previsti seminari, tenuti da esperti del settore, e visite guidate ad alcuni laboratori di ricerca.

## Bibliografia

- H. Luth, Surfaces and Interfaces physics, Springer  
A.Zangwill, Physics at surfaces, Cambridge Univ. Press.  
M. Prutton, Surfaces physics, Clarendon, Oxford.

## Controlli dell'apprendimento

Nessuno

## Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova orale, suddivisa in due parti: una lezione di 15-20 minuti su un argomento scelto dal candidato; domande su argomenti svolti durante il corso.

# **01AYE FISILOGIA UMANA E MISURE SUI SISTEMI VIVENTI**

Docente:	<b>Roberto MERLETTI</b>
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01ATL oppure 01ATW
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Introduzione alla fisiologia e alla ingegneria dei sistemi cardiovascolare, neuromuscolare e respiratorio e alle tecniche di misura non invasive. Trasduttori ed elettrodi per applicazioni biomediche. Principi di funzionamento dei trasduttori di pressione ematica, flusso, temperatura, posizione, ecc. Trasduttori elettrici, ottici, meccanici, ecc.

## **Prerequisiti**

Conoscenze generali di Fisica e di Elettronica

## **Programma**

Nozioni di elettrochimica e fisiologia delle membrane cellulari. Potenziale di azione. Cellule eccitabili nervose e muscolari. La trasmissione della informazione nel sistema nervoso.

Fisiologia neuromuscolare. Segnali elettrici nervosi e muscolari.

Fisiologia cardiovascolare. Attività meccanica ed elettrica del cuore. Il segnale ECG. Pressioni e suoni.

Fisiologia della respirazione e del sistema renale. Pressioni parziali. Scambi di gas, il rene.

Trasduttori resistivi ed elettronica per il condizionamento dei segnali.

Trasduttori induttivi ed elettronica per il condizionamento dei segnali

Trasduttori capacitivi ed elettronica per il condizionamento dei segnali.

Trasduttori ottici e altri trasduttori. Elettrodi e tecniche di prelievo dei segnali

## **Bibliografia**

E. Biondi. Introduzione alla ingegneria biomedica. Patron editore, Bologna 1997

J. Webster. Medical Instrumentation: Application and Design, Second Edition. J. Wiley, 1995

Dispense del corso.

Possibili attività sperimentali presso il Centro di Bioingegneria. Sono disponibili fotocopie del materiale didattico utilizzato per le lezioni.

## **Controlli dell'apprendimento**

Esame orale conclusivo. Possibilità di tesine su argomenti specifici.

## **Modalità d'esame**

Esame orale di circa 20 minuti. Discussione di eventuale tesina.

# 01AYN FLUSSO SU RETI E ELEMENTI DI PROGRAMMAZIONE INTERA

Docente:	Roberto TADEI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CBU
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso fa parte del filone culturale della Ricerca Operativa, la quale ha come obiettivo la costruzione di modelli razionali per la rappresentazione di problemi complessi e dei relativi algoritmi risolutivi.

Il corso si propone di dotare lo studente degli strumenti di base per modellizzare e risolvere una serie di problemi propri dell'ingegneria informatica e automatica, elettronica e delle telecomunicazioni, con particolare attenzione a quelli relativi a flussi su reti.

La modellizzazione del problema consiste nella formulazione dello stesso in termini di programmazione matematica, cioè nell'individuazione di funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare e dei relativi vincoli, mentre la sua risoluzione consiste nella ricerca del minimo o del massimo nel rispetto dei vincoli e richiede l'utilizzo di algoritmi di calcolo. Per tutti i problemi trattati nel corso verranno presentati gli algoritmi più recenti, alcuni oggetto di ricerca presso il Dipartimento, con particolare attenzione alla loro complessità computazionale. Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca attinenti agli argomenti trattati.

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

## **Prerequisiti**

Programmazione Lineare.

## **Programma**

Flusso di Costo Minimo. Cammino Minimo. Massimo Flusso. Algoritmi di Flusso Primali-Duali. Grafo di Rank e Cammino Critico. Programmazione Intera. Piani di Taglio. Metodo di Gomory. Branch and Bound. Programmazione Dinamica.

## **Bibliografia**

R. Tadei, F. Della Croce, Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Esculapio, Bologna, 2001.  
D.J. Luenberger, Introduction to Linear and Nonlinear Programming, Addison Wesley, 1984.

Dispense di esercizi fornite dal docente.

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

L'esame è scritto, con una possibile parte orale.

# 01AYW    **FONDAMENTI DI COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA**

Docente:	Vito DANIELE
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BJB
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Vengono studiati sistematicamente sia i problemi di compatibilità esterna: emissioni e immunità dei prodotti elettronici, sia quelli di compatibilità interna: diafonia. Vengono quindi insegnati i criteri ed i concetti su cui si basa la progettazione dei sistemi elettronici per soddisfare tutti i requisiti di Compatibilità Elettromagnetica.

## **Programma**

Lo studente deve possedere gli strumenti ed i modelli teorici insegnati nel modulo di Introduzione alla Compatibilità Elettromagnetica. È necessaria anche la conoscenza dei componenti fondamentali e dei concetti basilari per la progettazione dei sistemi elettronici.

## **Programma**

Caratteristiche dei segnali temporizzatori  
Emissioni e suscettività irradiate  
Emissioni e suscettività condotte  
Diafonia  
Schermatura scariche elettrostatiche  
Progetto emc dei sistemi

## **Bibliografia**

C.R.Paul, Compatibilità Elettromagnetica. HOEPLI. Milano, 1995  
(Capitoli 7-13 compreso)

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno

## **Modalità d'esame**

L'esame è una prova scritta della durata di 1,5 ore riguardante tre problemi dello stesso tipo di quelli svolti nelle esercitazione. Durante la prova lo studente può consultare il libro di testo.

# 01AZA FONDAMENTI DI CONTROLLO DIGITALE

Docente:	Maurizio VALLAURI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CAP oppure 01CAR oppure 01AZX
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso intende presentare i fondamenti teorici e metodologici dei sistemi campionati lineari, con un particolare accento sulla stabilità e sul progetto di regolazioni campionate nello spazio di stato.

## **Prerequisiti**

Nozioni propedeutiche indispensabili: teoria dei sistemi, controlli automatici generali.

## **Programma**

Richiami di concetti fondamentali di teoria dei sistemi. Sistemi tempo-discreti e loro rappresentazione I/O e nello spazio di stato. Descrizione matematica di segnali e sistemi campionati.

La trasformazione  $z$ : definizioni e principali regole di trasformazione diretta e inversa, con applicazioni.

Descrizione di sistemi campionati mediante la trasformazione  $z$ . Struttura e diagrammi a blocchi di regolazioni campionate. La funzione di trasferimento  $z$ . Regolazione campionata mediante la trasformazione  $z$ .

Stabilità. Definizione di stabilità. Criteri fondamentali di stabilità. Stabilità fra gli istanti di campionamento.

Criteri algebrici di stabilità.

Progetto per regolazione con tempo di assestamento finito ("dead-beat"). Fondamenti nel dominio tempo. Derivazione e soluzione delle equazioni di sintesi. Calcolo del regolatore.

Sistemi campionati lineari nello spazio di stato. Progetto per tempo di assestamento finito e controllabilità. Progetto mediante assegnazione di autovalori (poli). Regolazione modale. Osservatori dello stato e osservabilità. Il teorema di separazione.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

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

## **Bibliografia**

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

*Per eventuali approfondimenti possono essere utilmente consultati:*

- O.Föllinger: Lineare Abtastsysteme, 4.Auflage, R.Oldenbourg Verlag, München-Wien, 1990.
- R.Isermann: Digitale Regelsysteme, 2.Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1987.
- M.Athans et al.: Systems, Networks, and Computation. Multivariable Methods, McGraw-Hill Book Co., New York, 1974.

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

## Modalità d'esame

Consiste in due prove scritte: lo svolgimento di un tema di carattere teorico senza materiale di riferimento e, immediatamente dopo, la risoluzione di uno o più problemi, con libera consultazione di libri, note ecc. Eventuale successivo accertamento orale se il candidato, che abbia riportato una votazione media o bassa dello scritto, lo desidera.

# 01AZB FONDAMENTI DI CONTROLLO OTTIMO

Docente:	Giovanni FIORIO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CAR
N. crediti:	4

## Obiettivi generali del corso

L'insegnamento è orientato ai problemi di ottimizzazione nel progetto di sistemi di controllo. La trattazione viene svolta per sistemi dinamici descritti da modelli a tempo sia discreto, sia continuo. Particolare rilievo viene riservato a problemi di tipo lineare-quadratico in presenza di riferimenti e disturbi.

## Prerequisiti

Teoria dei sistemi (continui), Controlli automatici (spec.).

## Programma

Breve sguardo sui problemi di ottimizzazione nei sistemi di controllo. L'ottimizzazione in spazi euclidei. Il controllo ottimo in catena aperta di sistemi in regime stazionario con o senza vincoli di disuguaglianza sulle variabili di stato e sui comandi. Corrispondenti metodi di soluzione.

Controllo ottimo di sistemi a tempo discreto. Problema base in tempo continuo. Discretizzazione delle espressioni contenute nel problema base. Problemi generali di controllo ottimo in tempo discreto. Problema particolare del controllo lineare-quadratico, senza e con riferimenti e disturbi.

Cenni sulla programmazione dinamica. Sue applicazioni al controllo ottimo

Controllo ottimo a tempo continuo. Uso della programmazione dinamica. L'equazione di Hamilton-Jacobi-Bellman. Problemi di controllo ottimo in tempo continuo di tipo sia generale, sia lineare-quadratico. L'equazione matriciale differenziale di Riccati. Problemi inerenti alla presenza di riferimenti e/o disturbi.

## Bibliografia

Appunti distribuiti a lezione

Testo ausiliario:

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

## Controlli dell'apprendimento

Non sono previsti. È previsto l'impegno di ore ausiliarie per lo svolgimento di una esercitazione di laboratorio che comprende gli argomenti del presente modulo e del successivo 01CPL.

## Modalità d'esame

Esame soltanto orale sui temi delle lezioni e delle esercitazioni in aula.

# 01BUT    **FONDAMENTI DI ELABORAZIONE E SEGNALI BIOMEDICI**

Docente:	Marco KNAFLITZ
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Acquisire nozioni base di statistica descrittiva ed inferenziale e metterle in pratica nel corso delle esercitazioni al computer; queste sono effettuate su esempi tratti da applicazioni reali di interesse medico o biologico. Il corso è a carattere prevalentemente applicativo, pertanto le esercitazioni pratiche rivestono notevole importanza al fine del raggiungimento dell'obiettivo formativo.

## **Prerequisiti**

Questo modulo non richiede precedenze obbligatorie. Per frequentare con profitto, gli studenti devono essere famigliari con gli aspetti base del calcolo delle probabilità presentati nel corso di insegnamenti precedenti.

## **Programma**

Nel seguito sono indicati gli argomenti trattati, mettendo in evidenza il numero delle esercitazioni di laboratorio previste per ogni singolo tema:

- 1) Cenni di statistica descrittiva: definizione dei momenti statistici, tecniche di rappresentazione dei dati. Due esercitazioni di laboratorio.
- 2) Statistica inferenziale: teoria della stima puntuale ed intervallare, test di ipotesi. Una esercitazione di laboratorio.
- 3) Classificazione intuitiva e bayesiana di un soggetto in una tra due popolazioni. Una esercitazione di laboratorio.
- 4) Teoria della rivelazione di eventi, filtro adattato, rivelatori a soglia singola ed a doppia soglia, curve ROC. Una esercitazione di laboratorio.
- 5) Analisi della regressione e della correlazione. Una esercitazione di laboratorio.

## **Bibliografia**

Carlo Marchesi, Tecniche numeriche per l'analisi dei segnali biomedici - Pitagora Editrice, Bologna, 1992 (ISBN 88-371-0582-7)

## **Controlli dell'apprendimento**

La verifica dell'apprendimento avviene prevalentemente nel corso delle esercitazioni di laboratorio, durante le quali ogni studente deve affrontare problemi applicativi che richiedono di avere studiato e compreso gli argomenti trattati a lezione. Non esistono controlli dell'apprendimento formalizzati.

## **Modalità d'esame**

Al fine di verificare le abilità realmente acquisite dallo studente, l'esame consiste in una prova di laboratorio simile alle esercitazioni e nella discussione orale della stessa.

# 01AXG    **FONDAMENTI DI FISICA DELLO STATO SOLIDO**

Docente:	<b>Alberto TAGLIAFERRO</b>
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AWM
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Fornire una conoscenza dei concetti ed i modelli fondamentali per la comprensione delle proprietà termiche ed elettriche dei solidi cristallini. Si pone particolare attenzione nel mettere in risalto i limiti di validità di e le approssimazioni insite in ogni modello.

## **Prerequisiti**

Conoscenza dei principi di base della meccanica quantistica.

## **Programma**

Gas di Fermi Condizioni al contorno; Livello di Fermi e Densità di stati elettronici; Proprietà termiche ed ottiche dei metalli

Solidi Hamiltoniana completa di un solido; Approssimazioni adiabatica e di reticolo statico; Reticolo cristallino e Struttura cristallina; Reticolo reciproco e zona di Brillouin

Modello di Bloch Potenziale periodico e Teorema di Bloch; Elettroni liberi ed elettroni "di Bloch": analogie e differenze; Struttura a bande e Gap di energia; Densità di stati, lacune e Teorema della massa efficace

Metodi di calcolo della struttura a bande: Teoria delle perturbazioni e Metodo variazionale; Equazione secolare del "Tight Binding" e overlap; Metodo OPW e Pseudopotenziale

Fononi: Reticolo ionico mobile ed Approssimazione armonica; Modi normali, fononi acustici ed ottici; Relazioni di dispersione; "Momento del cristallo" e sua conservazione Teoria del calore specifico Modelli di Debye e di Einstein; Densità di stati fononici e teoria generale del calore specifico

## **Bibliografia**

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

Ibach & Luth, "Solid State Physics", Springer & Verlag

Kittel, "Introduzione alla Fisica dello Stato Solido", Boringhieri

Myers, "Introductory Solid State Physics", Taylor & Francis

## **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previsti controlli in itinere

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in un colloquio avente quale oggetto gli argomenti del corso.

# 01EAK    **FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

Docente:	Elio PICCOLO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	02CBK oppure 01ADU
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di illustrare le problematiche connesse all'intelligenza artificiale e le relative metodologie. I temi fondamentali riguardano i modelli base del comportamento intelligente, la costruzione di macchine che li simulino, la rappresentazione della conoscenza, i limiti per cui l'intelligenza è descritta dalla valutazione di regole, dall'inferenza e dalla deduzione. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente apprenderà l'uso di linguaggi non algoritmici, quali LISP e PROLOG.

## **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 non monotona  
Logiche modali e logica di ordine superiore  
Procedure di decisione  
*Fuzzy logic*  
Rappresentazione della conoscenza:  
Le reti semantiche  
Le regole di produzione  
I frame  
Gli approcci ibridi  
Confronti in termini di espressività, potere deduttivo, applicabilità  
Modelli di ragionamento e di apprendimento: incertezza, inferenza bayesiana, belief  
Tecniche di pianificazione  
Linguaggi non procedurali:  
I linguaggi funzionali con particolare attenzione al LISP  
I linguaggi logici con particolare attenzione al PROLOG

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Esecuzione di progetti di varia natura, tramite le metodologie presentate a lezione, legati ad applicazioni tecnico-ingegneristiche e all'uso dei linguaggi LISP e PROLOG.

## **Bibliografia**

E. Rich, "Intelligenza artificiale", McGraw Hill, Milano  
N.J. Nilsson, "Metodi per la risoluzione dei problemi nell'intelligenza artificiale", Angeli, Milano  
Testi ausiliari:  
I. Bratko, "Programmazione in prolog per l'intelligenza artificiale", Massons Addison Wesley, Milano

## **Modalità d'esame**

È prevista una prova scritta e un eventuale colloquio ad integrazione della prova scritta.

## 01AZZ    **FONDAMENTI DI PROGETTAZIONE**

Docente:	<b>Enrico CANUTO</b>
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CYU
Crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Gli obiettivi dell'insegnamento, rivolto ad allievi non specialisti, è di fornire una formazione di base nel campo del progetto di Unità di Controllo (UC) digitali, ovvero quelle conoscenze teoriche utili anche a chi non dovrà mai occuparsi di problemi specifici, come possibile trait d'union verso gli specialisti del controllo.

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

il principio della retroazione, come metodo generale di governo di sistemi in presenza di incertezza.

i problemi di controllabilità, osservabilità e stabilità, insiti in ogni operazione di catena chiusa.

Per quanto riguarda gli aspetti professionali, verranno accennati i seguenti argomenti: la specificazione dei requisiti funzionali di un sistema di controllo l'architettura tipica di un moderno sistema di controllo.

### **Prerequisiti**

Il modulo presuppone le conoscenze e l'esperienza nel campo dell'analisi di sistemi dinamici quali offerte dal modulo 1 di questo corso.

### **Programma**

I problemi fondamentali del controllo automatico

controllabilità e sintesi dei comandi

sintesi dei comandi ad anello chiuso, il principio della retroazione

osservabilità e stima degli stati

Il progetto: dal modello matematico all'impianto

schema funzionale e costruttivo di un'Unità di Controllo (UC) digitale

il problema dell'incertezza e degli errori di modello

un caso tipico: l'asservimento di posizione ad un grado di libertà.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

L'allievo dovrà dimensionare componenti e funzioni di un sistema di controllo automatico molto diffuso, quale l'asservimento di posizione ad un grado di libertà. A tale scopo l'allievo avrà a disposizione il simulatore numerico dell'impianto con le relative funzioni dell'UC digitale. L'allievo dovrà collaudare le sue scelte si da raggiungere i requisiti. L'allievo dovrà preparare una relazione delle sue scelte e delle prove.

### **Bibliografia**

*Testo di guida per il laboratorio.*

E. Canuto, "Asservimento digitale di posizione ad un grado di libertà", CELID (Torino), 1996.

Raccolta di lucidi delle lezioni.

E. Canuto, "Principi di Controlli Automatici. Raccolta dei lucidi delle lezioni", in corso di pubblicazione.

### **Modalità d'esame**

Orale, previa presentazione della relazione di laboratorio

# 01BAC    **FONDAMENTI DI TEORIA DELL'INFORMAZIONE E CODICI**

Docente:	<b>Michele ELIA</b>
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	(01AIO e 01CXY) oppure 01CEH oppure 01CXN oppure 01BUF
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso espone i fondamenti della teoria dei codici e della teoria dell'informazione. La metodologia seguita per svolgere gli argomenti è volta a fornire le basi assiomatiche ed algebriche indispensabili ad una comprensione dei principi tali da consentire una padronanza tecnico-operativa delle nozioni teoriche. Il corso ha carattere prettamente teorico, ancorché i concetti astratti sviluppati siano di immediata pratica applicazione.

## **Prerequisiti**

Lo studente deve avere una buona conoscenza delle nozioni fornite dai corsi di matematica e dai corsi di teoria dei segnali e comunicazioni elettriche. Una conoscenza dei principi della statistica, della teoria della probabilità e dell'algebra consente di seguire il corso con maggior frutto e minor fatica.

## **Programma**

Modello di Shannon dei sistemi di comunicazione numerici. Misure di informazione. Entropia, entropia differenziale e mutua informazione. Teorema del data processing. Canale discreto privo di memoria e sua capacità. Primo e secondo teorema di Shannon.

Teoria dei codici a blocco. Scenario applicativo. Codici lineari. Condizioni di esistenza: bound di Hamming e di Gilbert-Varshamov. Codici ciclici. Codici di Hamming e di Golay.

## **Bibliografia**

F.J. MacWilliams, N.J.A. Sloane, "The Theory of Error-Correcting Codes," North-Holland, 1977.

T. M. Cover, J. A. Thomas, "Elements of Information Theory," Wiley, 1991.

M. Elia Note di Teoria dell'Informazione.

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta sugli argomenti base del programma.

## 01BEG GUIDE D'ONDA E ANTENNE ELEMENTARI

Docente:	Renato ORTA (I Corso), Patrizia SAVI (II Corso)
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CZW
N. crediti:	6

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso ha lo scopo di fornire le basi per la comprensione dei fenomeni di propagazione libera e guidata di onde elettromagnetiche. Per quanto riguarda la propagazione guidata, viene sviluppata la teoria delle guide d'onda. Per quanto riguarda l'irradiazione, è discussa la soluzione generale del problema dell'irradiazione e sono presentate le caratteristiche di tipi comuni di antenne.

### Prerequisiti

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie

### Programma

Equazioni di Maxwell, Generalità.  
Guide d'onda metalliche  
Modi di propagazione TE, TM, TEM e linee di trasmissione modali. Guida rettangolare. Cavo Coassiale. Microstriscia. Discontinuità nelle guide metalliche: iridi.  
Irradiazione di onde elettromagnetiche  
Concetto di funzione di Green. Dipolo elementare. Approssimazione di Fraunhofer. Parametri caratteristici delle antenne: guadagno, impedenza di ingresso, ecc..  
Equazione della trasmissione. Antenne ad apertura. Schiere di antenne  
Onde piane  
Onde omogenee e non omogenee, polarizzazione. Flusso di potenza

### Bibliografia

R. Orta, "Teoria delle linee di trasmissione", CLUT  
F. Canavero, I. Montrosset, R. Orta, "Linee di trasmissione", Levrotto&Bella, Torino  
L.Matekovits, G.Perrone, P.Pirinoli, D.Trincherò, "Campi Elettromagnetici, linee di trasmissione e guide d'onda". Società Editrice Esculapio, Bologna, 1999,  
P.Savi, G.Vecchi, "Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti", CLUT  
P. Savi, R. Zich, "Appunti sulla propagazione guidata", CLUT  
G. Vecchi, "Appunti sull'irradiazione e le antenne", CLUT.  
*Testi ausiliari*  
G. Franceschetti, "Campi Elettromagnetici", Boringhieri  
G. Conciauro, "Introduzione alle onde elettromagnetiche", McGraw Hill

### Controlli dell'apprendimento

Non sono previste prove durante il corso.

### Modalità d'esame

Prova scritta e orale.

# 01BEH GUIDE D'ONDA METALLICHE E DIELETTRICHE

Docente:	Rodolfo ZICH
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CZX
N. crediti:	6

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso ha lo scopo di fornire le basi per la comprensione dei fenomeni di propagazione guidata di onde elettromagnetiche. In particolare, scopo principale del corso, è quello di mostrare come molti problemi di propagazione guidata possano essere risolti in termini di un circuito modale equivalente. Vengono quindi discusse le caratteristiche di vari tipi di guide d'onda metalliche e dielettriche.

## Prerequisiti

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie

## Programma

Fondamenti.

Equazione di Maxwell ed equazione d'onda nel dominio del tempo e della frequenza.

Onde piane. Teoremi generali. Condizioni al contorno.

Guide d'onda a sezione trasversale limitata

Modi di propagazione TE, TM, TEM e loro proprietà. Linee di trasmissione modali.

Guida d'onda metallica rettangolare, circolare e cavo coassiale. Discontinuità nelle guide metalliche: iridi. Eccitazione in guida d'onda e perdite.

Guide d'onda a sezione trasversale illimitata

Riflessione ad una interfaccia dielettrica: coefficienti di Fresnel. Strutture dielettriche stratificate. Guida planare: interpretazione raggistica della propagazione e risonanza trasversale.

## Bibliografia

P.Savi, R.Zich, "Appunti sulla propagazione guidata", CLUT

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

L.Matekovits, G.Perrone, P.Pirinoli, D.Trincherio, "Campi Elettromagnetici, linee di trasmissione e guide d'onda". Società Editrice Esculapio, Bologna, 1999,

P.Savi, G.Vecchi, "Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti", CLUT

Testi ausiliari:

G. Franceschetti, "Campi Elettromagnetici", Boringhieri

G. Conciauro, "Introduzione alle onde elettromagnetiche", McGraw Hill

## Controlli dell'apprendimento

Compiti a casa durante il corso.

## Modalità d'esame

Prova scritta e orale facoltativo.

# 01BFA IL PROGETTO DELLE BASI DI DATI

Docente:	Claudio DEMARTINI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01AEA
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso prevede un'ampia trattazione delle metodologie di progetto delle basi di dati introducendo anche i risultati più recenti conseguiti nell'ambito delle attività di ricerca del settore. Le attività di laboratorio permettono di prendere contatto con i prodotti commerciali più diffusi e con strumenti quali le interfacce ODBC e JDBC per la gestione uniforme degli accessi a basi di dati eterogenee e distribuite.

## **Prerequisiti**

Sono consigliabili conoscenze di base nell'area dell'informatica e delle architetture delle basi di dati.

## **Programma**

Il corso prevede la trattazione dei seguenti argomenti:

Modello Entità-Relazione: descrive l'approccio metodologico alla progettazione di una base di dati.

L' Evoluzione della Tecnologia delle Basi di Dati: viene presentata una panoramica sui sistemi distribuiti ed una introduzione alle base di dati fondate sui principi della logica.

Le Basi di Dati in ambiente distribuito: vengono presentate recenti soluzioni e norme elaborate per consentire interazioni tra siti remoti ed accessi a basi di dati distribuite in ambito geografico. Viene presentata l'interfaccia ODBC per la gestione uniforme degli accessi a basi di dati eterogenee. Inoltre verrà trattata l'interfaccia JDBC come strumento per realizzare client JAVA per l'esecuzione di accessi remoti attraverso INTERNET.

## **Bibliografia**

C. J. Date, An Introduction to Database Systems, Sixth Edition, Addison Wesley Pub. Comp., 1996.

C. Batini, S. Ceri, S. B. Navathe, "Conceptual Database Design", Benjamin - Cummings, 1992.

E. Baralis, C. Demartini, "Appunti di Basi di Dati", 1999.

P. Atzeni et al, "Basi di dati", Mc Graw Hill, 1999.

## **Controlli dell'apprendimento**

Effettuati nel contesto delle esercitazioni.

## **Modalità d'esame**

L'esame consta di un elaborato scritto.

E' previsto un colloquio orale per la discussione dell'elaborato.

# 01BFB IL SISTEMA ECONOMICO ITALIANO

Docente:	Marco GALLEA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	7

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso fornisce gli strumenti di base per comprendere il funzionamento del sistema economico e finanziario italiano e per la lettura e l'analisi dei documenti di bilancio e della contabilità analitica.

**In un'ottica di ottimizzazione dell'impiego delle ore di carico didattico sullo studente in aula non vengono illustrate tutte le parti oggetto del programma (in particolare non vengono esaminate le parti che si ritiene che possano più proficuamente essere esaminate dallo studente e discusse in sede di consulenza nei soli aspetti di eventuale difficoltà riscontrata).**

Agli studenti frequentatori viene richiesto, su espressa indicazione degli argomenti da parte dei docenti, di esaminare preventivamente tali argomenti in modo da rendere più proficuo l'esame in aula.

Nella prima parte del modulo obbligatorio vengono introdotte e commentate le principali grandezze ed i principali parametri economici attraverso l'esame del bilancio pubblico, della bilancia dei pagamenti e della lettura delle considerazioni finali della relazione del governatore della Banca d'Italia.

Contemporaneamente viene iniziata l'analisi dei costi aziendali e le problematiche inerenti alla tenuta di una contabilità analitica.

Particolare attenzione verrà riservata alle differenti modalità di assunzione delle decisioni produttive.

La seconda parte del modulo obbligatorio è dedicata allo studio del bilancio aziendale. Il tema è introdotto dall'illustrazione dei principi generali di redazione, delle fonti di riferimento e della normativa civilistica. Su queste basi si approfondisce lo studio degli schemi generali di redazione e l'interpretazione del contenuto particolareggiato delle diverse voci.

## **Programma**

### **I a) Il sistema economico italiano**

Cenni introduttivi alle principali grandezze e parametri economici

Il bilancio pubblico

La bilancia dei pagamenti

Letture ed analisi della relazione del governatore della Banca d'Italia

I mercati finanziari

### **I b) Il bilancio d'esercizio**

Introduzione, finalità, fonti di riferimento, principi normativi generali

Principi contabili generali

Attivo: analisi delle voci

Passivo e Patrimonio netto: analisi delle voci

Il conto economico: struttura generale ed analisi delle voci

La nota integrativa

Il funzionamento contabile del bilancio in partita doppia

Influenze fiscali sul bilancio

Esercitazione su bilanci di società operanti in diversi settori

## **I c) Costi aziendali e contabilità analitica**

Finalità e obiettivi della contabilità analitica e dell'analisi dei costi

Classificazione dei costi:

- per natura
- per destinazione
- per configurazione
- costi standard

Break even analysis e make or buy

Centri di responsabilità e forme organizzative d'impresa

Metodi di ripartizione dei costi:

- dai centri ausiliari ai centri principali
- dai centri principali ai prodotti

L'activity Base Costing (ABC)

Raccordo tra contabilità analitica e contabilità generale:

- sistema unico contabile
- sistema duplice contabile

Contabilità per commessa e contabilità per processo: il work in progress

Valutazione delle rimanenze finali (LIFO, FIFO, metodo del costo medio ponderato)

Analisi degli scostamenti

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni relative al primo modulo sono dedicate alla risoluzione di esercizi strutturati in forma di casi stilizzati ed alla redazione di bilanci aziendali semplificati.

## **Bibliografia**

**a)** P.C. Ravazzi, Il sistema economico, NIS – Cap. I par. 1.2, 1.3; Cap. II par. 2.3, 2.4, 2.5, 2.6;

dispense fornite dal docente

**b)** Per la parte teorica entrambi i seguenti testi:

Capriello, MT Carelli, G. Fraquelli, Il bilancio per i manager, Paravia 1999

Cap. I par. 1.6, 1.7 – Cap. II par. da 2.1 a 2.6

M. Gallea, Il bilancio d'esercizio, Ed. Politeko, 1998;

Per la parte esercitativa:

G. Fraquelli, R. Serafini, Il bilancio per i manager; Casi e problemi, Paravia 1999

Cap. III intero, Cap. IV es. 4.1, 4.2, 4.3, 4.4;

**I c)** Per la parte teorica:

Rossetto, Manuale di Economia e organizzazione d'impresa, Utet 1999 – Cap. IV

Ravazzi e Luciano, I costi nell'impresa, Utet 1999 – Cap. 6, 7, 8, 9

Per la parte esercitativa:

Calderini, Paolucci, Valletti, Economia ed organizzazione aziendale, Utet Torino

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta che prevede la risoluzione sia di esercizi che l'esposizione di argomenti di teoria.

La commissione esaminatrice si riserva di richiedere un'integrazione orale in caso in cui l'esame dello scritto non consenta una completa valutazione dello studente.

## 01BID      INGEGNERIA DEL SOFTWARE

Docente:	Giorgio BRUNO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CJC oppure 02CBK oppure 01ADU
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso presenta i principi, i metodi e gli strumenti principali della moderna ingegneria del software. I temi centrali sono: il ciclo di vita del software con particolare riguardo alle fasi di specifica dei requisiti e di progettazione, il paradigma ad oggetti, lo sviluppo del software per sistemi client-server basati su web.

### **Programma**

Modelli del ciclo di vita del software.  
Modelli funzionali.  
Modelli informativi.  
Modelli di controllo.  
Reti di Petri ordinarie, temporizzate, operazionali.  
Analisi e progetto ad oggetti (UML).  
Modellazione operazionale; navigazione di modelli.  
Sistemi client-server basati su web.  
HTML, XML, XSL, VML.

### **Bibliografia**

G. Bruno, Model-based Software Engineering, Chapman & Hall, London, 1995.

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta.

## 01BIZ INTERRUITORI E AMPLIFICATORI

Docente:	Franco MADDALENO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AIK oppure 01ATW
N. crediti:	4

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso di Interruttori e Amplificatori ha lo scopo di presentare gli aspetti progettuali e realizzativi dei più importanti circuiti amplificatori utilizzati nei sistemi elettronici di piccola potenza (<1 kW). Particolare enfasi sarà data all'amplificazione in DC e a bassa frequenza, usata per il comando di piccoli attuatori.

### Prerequisiti

Essendo questo un corso di tipo circuitale applicativo, è richiesta una forte propensione per gli argomenti di tipo circuitale e un'ottima conoscenza dei corsi circuitali precedenti. È pure richiesta una buona conoscenza della strumentazione di laboratorio e di un simulatore circuitale.

### Programma

**Cenni ai dispositivi di potenza:** Diodo, transistore bipolare, transistore ad effetto di campo (MOSFET), IGBT

**Interruttori elettronici:** MOSFET, BJT, caratteristiche e uso. Amplificazione di segnali: pilotaggio di carichi resistivi, induttivi e misti. Topologie *hi side* e *low side*

**Amplificatori lineari:** Retroazione e stabilizzazione. Analisi, progetto e misura dell'anello di retroazione. Amplificatori in classe B, G e H, caratteristiche e rendimenti. Operazionali di potenza. Distorsioni e intermodulazioni. Amplificatori a commutazione (classe D). Problemi termici in regime transitorio

**Caratteristiche generali degli amplificatori e alimentatori:** Classificazione, Specifiche, Affidabilità, Prestazioni, Protezioni, *Standard*, Interferenze elettromagnetiche.

Saranno effettuate alcune esercitazioni sperimentali in laboratorio.

### Bibliografia

Il corso non segue fedelmente un libro di testo, ma gli argomenti trattati sono completamente coperti da ottimi appunti disponibili in copisteria (Politeko). Per alcuni argomenti vi sono dispense supplementari del docente e articoli su riviste indicate durante il corso.

### Controlli dell'apprendimento

Ogni settimana saranno assegnati degli homework (esercizi o progetti) che devono essere consegnati nella data indicata (tipicamente dopo 7 giorni dall'assegnazione). Durante il corso sarà possibile svolgere (singolarmente o a gruppi) delle tesine. Homework e tesina sono facoltativi, ma fortemente consigliati. Le esercitazioni sperimentali di laboratorio possono essere degli utili momenti per l'autoverifica dell'apprendimento.

## Modalità d'esame

Vi sono due forme di esame, tradizionale oppure con homework e progetto. L'esame tradizionale è costituito da uno scritto (prenotazione obbligatoria presso la segreteria di Elettronica) e da un orale. Lo scritto consiste in un progetto simile a quelli eseguiti durante le esercitazioni in aula. La durata è di circa 3 ore. Durante lo scritto bisogna essere muniti di calcolatrice e documentazione distribuita durante il corso, è possibile consultare libri ed appunti, non è possibile consultare i compagni, pena l'annullamento dello scritto. L'orale ha luogo subito dopo lo scritto, lo stesso giorno o i giorni immediatamente successivi, e verte per lo più su argomenti trattati a lezione o a esercitazione in aula e ha durata media di un'ora. Di solito l'orale consiste di due domande la cui valutazione viene mediata con lo scritto (2/3 orale, 1/3 scritto).

L'esame può anche essere superato svolgendo individualmente e consegnando ogni settimana gli homework (ed eventuale tesina). Il voto finale sarà basato per il 40% sugli esercizi, per il 40% sui progetti e il restante 20% sulla discussione degli homework.

# 01BJA INTRODUZIONE AI SISTEMI RADIO. ELETTROMAGNETISMO NUMERICO

Docente:	Giuseppe VECCHI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BJG
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Fornire le conoscenze di base per la comprensione dei sistemi di radiocomunicazione, sia terrestri che via satellite. Il corso è strutturato come l'applicazione ad alcune problematiche pratiche dei risultati metodologici del corso 01BJG. Vengono anche dati i rudimenti per l'uso "intelligente" di strumenti di simulazione numerica elettromagnetica.

## Programma

Applicazioni dell'elettromagnetismo nelle telecomunicazioni. Rumore in collegamenti via radio; "link budget". Effetto del terreno, degli ostacoli e dell'atmosfera in comunicazioni terrestri Radar e sezione radar (RCS).

Elementi di simulazione numerica di problemi elettromagnetici, con approfondimenti pratici presso i LAIB.

Laboratori sperimentali.

Approfondimenti su uno o più argomenti di interesse applicativo (variabili ogni anno).

## Bibliografia

G.Vecchi: "Appunti di Irradiazione e Antenne", dispense a cura del docente P.Savi,

G.Vecchi: "Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti", CLUT, 1994

Testi ausiliari:

R.E Collin, "Antennas and Radiowave Propagation", McGraw Hill, 1985

## Controlli dell'apprendimento

Facoltativo: consegna esercizi assegnati a casa e/o relazioni su esperienze (v. pto 6)

Facoltativo: test di apprendimento sulla attività di laboratorio (sperimentale e/o numerico)

## Modalità d'esame

Ordinario: Scritto e orale, secondo le norme della Facoltà; accesso all'orale se prova scritta maggiore o uguale a 18/30, orale sempre nello stesso appello dello scritto.

Alternativo, condizionata allo svolgimento e la consegna entro tempi stabiliti di esercizi o esperienze assegnati durante il corso. In tale caso è possibile superare l'esame con la sola prova scritta (norme dettagliate pubblicate ogni anno in bacheca), se sostenuta nella sottosessione del 3 periodo didattico. Se il numero di iscritti lo consente, è possibile sostituire l'orale o complementare lo scritto con lavori individuali o di gruppo.

# 01BJB INTRODUZIONE ALLA COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Docente:	Vito DANIELE
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BEG
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso innanzi tutto introduce gli aspetti, il linguaggio, alcuni esempi che ne illustrano l'importanza, la storia ed i requisiti della Compatibilità Elettromagnetica (EMC). Vengono quindi insegnati gli strumenti teorici indispensabili per lo studio di questa materia.

## **Prerequisiti**

Lo studente deve aver capito profondamente i concetti fondamentali di teoria dei circuiti, dell'elettromagnetismo e dell'analisi di Fourier. In particolare deve conoscere bene lo studio dei circuiti nel dominio delle frequenze, la teoria delle linee di trasmissione, dell'irradiazione elettromagnetica e dei circuiti magnetici.

## **Programma**

Introduzione

Definizioni fondamentali. I tre requisiti emc. Strategie emc. Alcuni aspetti emc. Storia della emc. Esempi emc. Concetti base di elettromagnetismo. Decibel.

Requisiti di emc

Il ruolo delle linee di trasmissione nella emc

Il ruolo dell'antenne nella emc

Comportamento non ideale dei componenti

## **Bibliografia**

C.R.Paul, Compatibilità Elettromagnetica. HOEPLI. Milano, 1995  
(Capitoli 1-6 compreso)

## **Controlli dell'apprendimento**

In sede di esame

## **Modalità d'esame**

L'esame è una prova scritta della durata di 1,5 ore riguardante tre problemi dello stesso tipo di quelli svolti nelle esercitazioni. Durante la prova lo studente può consultare il libro di testo.

## 01BJG IRRADIAZIONE E ANTENNE

Docente:	Giuseppe VECCHI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AGI e 01CQH e 01CZX
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Fornire i fondamenti metodologici per la teoria elementare della generazione e propagazione delle onde elettromagnetiche nelle radiocomunicazioni. Vengono fornite le tecniche analitiche di base, le definizioni e proprietà fondamentali delle antenne necessarie per descrivere un collegamento radio in spazio libero. (Le applicazioni seguono nel modulo 01BJA)

### **Programma**

Irradiazione in un mezzo omogeneo

Il campo irradiato in zona di Fraunhofer

Antenne: parametri globali in trasmissione

Antenne in ricezione ed equazione della trasmissione Nozioni elementari sulle Antenne filari

Nozioni elementari sulle Antenne ad apertura

Nozioni elementari sulle Schiere di antenne

### **Bibliografia**

G.Vecchi: "Appunti di Irradiazione e Antenne", dispense a cura del docente P.Savi,  
G.Vecchi: "Campi Elettromagnetici: Temi d'esame svolti", CLUT, 1994

*Testi ausiliari:*

R.E Collin, "Antennas and Radiowave Propagation", McGraw Hill, 1985

### **Controlli dell'apprendimento**

Facoltativo: consegna esercizi assegnati a casa (v. pto 6)]

### **Modalità d'esame**

Ordinario: Scritto e orale, secondo le norme della Facoltà; accesso all'orale se prova scritta maggiore o uguale a 18/30, orale sempre nello stesso appello dello scritto.

Alternativo, condizionata allo svolgimento e la consegna entro tempi stabiliti di esercizi assegnati durante il corso. In tale caso è possibile superare l'esame con la sola prova scritta (norme dettagliate pubblicate ogni anno in bacheca), se sostenuta nella sottosessione del 3 periodo didattico.

## 01BJN ISTITUZIONI DI ECONOMIA A

Docente:	Antonio ABATE
Periodo:	3°, 4°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	7

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso, rivolto a ingegneri non gestionali, si propone di fornire i primi strumenti atti a consentire la lettura dei problemi di un sistema economico ad alto reddito pro capite. In questo contesto, ci si concentrerà su aspetti di terminologia tecnica elementare, su nozioni di contabilità nazionale secondo lo schema SEC, costruzione degli indici dei prezzi, e su una panoramica di base di alcuni modelli analitici in grado di microfondare un'interpretazione del funzionamento del sistema economico nel suo insieme.

### **Prerequisiti**

Nessuno

### **Programma**

- I grandi problemi e i concetti fondamentali dell'Economia. Crescita del prodotto, inflazione, disoccupazione.
- La contabilità nazionale riferita al sistema economico italiano. Il circuito del reddito. Famiglie, imprese, pubblica amministrazione e resto del mondo. Il Bilancio delle Pubbliche. Amministrazioni. PIL e Reddito nazionale. Il conto economico delle risorse degli impieghi. Il conto della formazione del capitale. La Bilancia dei Pagamenti. Indici dei prezzi e procedure di deflazione.
- Modelli economici, ritardi e aspettative. Equilibrio generale ed equilibrio parziale di mercato.

I grandi operatori del sistema economico e gli effetti della loro interazione: la famiglia. Teoria del comportamento del consumatore e della domanda. L'elasticità.

- I grandi operatori del sistema economico e gli effetti della loro interazione: l'impresa. Decisioni di produzione e strutture di costo. La teoria neoclassica dei costi e della produzione. Mercati concorrenziali e con informazione imperfetta. Teoria dell'investimento. Verso una funzione macroeconomica degli investimenti.

### **Bibliografia**

Ravazzi, Il sistema economico: teoria micro e macroeconomica, Roma, La Nuova Italia Scientifica 1993.

Materiale predisposto dal docente (fondamentale).

### **Controlli dell'apprendimento**

Le esercitazioni svolte in aula durante il corso consentiranno una adeguata autovalutazione, da parte degli studenti, del rispettivo grado di apprendimento.

### **Modalità d'esame**

L'esame consta di una prova scritta e di un orale. Lo scritto è suddiviso in due parti (esercizi numerici e domande teoriche). L'orale, additivo rispetto al risultato dello scritto, è costituito da domande che spaziano su tutti i principali argomenti del programma.

## 01BJO ISTITUZIONI DI ECONOMIA B

Docente:	Antonio ABATE
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BJN
N. crediti:	2

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il modulo utilizza gli strumenti interpretativi sviluppati nel corso di ISTITUZIONI DI ECONOMIA A per costruire modelli interpretativi, a carattere introduttivo, del funzionamento del sistema economico nel suo insieme, in un paese ad alto reddito pro capite. Su tali basi si analizzano le principali forme di intervento da parte del policy maker (politiche fiscali e monetarie, politiche strutturali) la loro efficacia e le ricadute sul sistema industriale, sulla base di diverse ipotesi alternative concernenti il regime di tasso di cambio. Infine viene analizzato il percorso di costruzione della Comunità e poi dell'Unione Europea, unitamente a problemi di politica economica e opportunità poste dalla introduzione della moneta unica.

### **Prerequisiti**

Istituzioni di Economia A (01BJN)

### **Programma**

- I grandi operatori del sistema economico e gli effetti della loro interazione: gli intermediari finanziari e il mercato della moneta. Domanda e offerta di moneta. La banca centrale. Teoria neoclassica e teoria keynesiana.
- Equilibrio macroeconomico in Economia Chiusa. Mercato delle merci, della moneta, dei titoli e del lavoro. La sintesi neoclassica della macroeconomia keynesiana. I modelli IS - LM e AS - AD. La politica economica: gli obiettivi e la loro compatibilità. Gli strumenti della politica fiscale e della politica monetaria. Combinazione di politiche economiche. Le politiche strutturali (supply-side).
- Equilibrio macroeconomico in Economia Aperta. Relazioni commerciali e finanziarie con l'estero. Determinanti macroeconomiche del saldo globale della bilancia dei Pagamenti. I cambi e la competitività. Cambi fissi e cambi flessibili. La politica economica in mercato aperto. Il modello Mundell - Fleming.
- Le tappe della costruzione economica europea. Dal Piano Marshall al trattato di Maastricht. Dal Mercato Comune all'Unione Economica e Monetaria. Dimensione economica e dimensione politica dell'Unione Europea.
- I caratteri della transizione all'Euro. La politica economica nell'era della moneta unica. La strategia e gli strumenti della Banca Centrale Europea. Vantaggi e svantaggi della moneta unica.

### **Bibliografia**

- Ravazzi, Il sistema economico: teoria micro e macroeconomica, Roma, La Nuova Italia Scientifica 1993.
- Materiale predisposto dal docente (fondamentale).

## Controlli dell'apprendimento

Le esercitazioni svolte in aula durante il corso consentiranno una adeguata autovalutazione, da parte degli studenti, del rispettivo grado di apprendimento.

## Modalità d'esame

L'esame consta di una prova scritta e di un orale. L'orale, additivo rispetto al risultato dello scritto, è costituito da domande che spaziano su tutti i principali argomenti del programma del modulo e integra le domande formulate nella prova scritta.

## 01BKK LABORATORIO DI COMPILATORI

Docente:	Silvano RIVOIRA
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BMX
N. crediti:	3

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha lo scopo di approfondire gli argomenti presentati nel corso di Linguaggi formali e compilatori e di fornire le competenze sperimentali necessarie per costruire traduttori automatici. In questo modulo vengono introdotti alcuni strumenti software per la generazione di traduttori e viene sviluppato il progetto di un compilatore per un sottoinsieme del linguaggio C.

### **Prerequisiti**

Conoscenza di almeno un linguaggio di programmazione ad alto livello, di un linguaggio assembler e dell'architettura dei sistemi di elaborazione.

### **Programma**

- Generazione di analizzatori lessicali mediante LEX
- Generazione di traduttori mediante YACC
- Tabelle dei simboli e Ambienti di esecuzione
- Realizzazione in laboratorio dei componenti base di un compilatore mediante l'impiego di strumenti software per la generazione di analizzatori lessicali e di traduttori guidati da sintassi

### **Bibliografia**

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

### **Modalità d'esame**

L'accertamento è costituito da una prova scritta e da una verifica.

La prova scritta consiste nello sviluppo di un programma, ed ha la durata di due ore. È possibile consultare libri ed appunti.

La prova di verifica consiste nel confronto tra l'elaborato consegnato al termine di una prova scritta ed il corrispondente programma eseguibile sviluppato successivamente dal candidato.

Questa prova può essere sostenuta anche in un appello successivo a quello della prova scritta, purché nell'arco di dodici mesi.

## 01BKU LABORATORIO DI FISICA MATEMATICA

Docente:	Nicola BELLOMO
Periodo:	1°, 2°
Precedenze obbligatorie:	01BTI
N. crediti:	3

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso di Modelli Matematici per Ingegneria dell'informazione si pone come finalità principale di fornire le conoscenze per la gestione di programmi di calcolo scientifico per lo studio di problemi di evoluzione non lineari.

### **Prerequisiti**

Conoscenze di base di matematica. Corso di Modelli matematici B

### **Programma**

1. Programmi scientifici per la rappresentazione di segnali.
2. Programmi scientifici per lo studio di modelli di diffusione.
3. Programmi scientifici per lo studio di modelli iperbolici.
4. Programmi scientifici per lo studio di modelli cinetici (Boltzmann).
5. Applicazioni.

### **Bibliografia**

N. Bellomo e L. Preziosi, *Modelling, Mathematical Methods and Scientific Computing*, CRC Press, Boca Raton, (1995).

N. Bellomo, *Appunti delle lezioni da fotocopiare con illustrazione di programmi scientifici*.

### **Controlli dell'apprendimento**

Il controllo avviene in ambito di redazione di una tesi scritta.

### **Modalità d'esame**

L'accertamento finale avviene sulla base di una tesi scritta ed un colloquio sui contenuti del corso.

## 01EAD | LABORATORIO DI INFORMATICA GRAFICA

Docente:	Aldo LAURENTINI
Periodo:	1°, 2°
Precedenze obbligatorie:	01CHE, 01ABU
N. crediti:	3

---

### **Obiettivi generali del corso**

Fornire una concreta esperienza di moderni programmi applicativi nel settore della *computer graphics*

### **Prerequisiti**

Il corso presuppone buone conoscenze di base di analisi matematica, geometria, fisica ed informatica

### **Programma**

Le esercitazioni ed il laboratorio di informatica grafica sono finalizzate a fornire una conoscenza diretta di applicativi moderni per la creazione e l'elaborazione di immagini. In particolare gli allievi impareranno l'uso di applicativi per:

- la modellazione di oggetti e scene 3D
- l'ombraggiatura di scene 3D con varie tecniche
- la creazione di animazioni
- elaborazioni varie di immagini 2D

### **Bibliografia**

Saranno a disposizione i manuali degli applicativi usati.

#### *Testi ausiliari*

J.D.Foley, A. van Dam, et al., "Computer Graphics, Principles and Practice", Second Edition, Addison-Wesley, 1990

J.S. Lim, "Two-dimensional signal and image processing", Prentice-Hall, 1990

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste nello sviluppo e dimostrazione di un'applicazione grafica, che sarà concordata con ogni studente. Di norma essa avrà lo scopo di dimostrare la padronanza degli applicativi usati nelle esercitazioni di laboratorio, ma potrà anche vertere anche su altri temi nell'ambito del corso

## 01BLV LABORATORIO DI TEORIA DEI SISTEMI

Docente:	Mario MILANESE
Periodo:	1°, 2°
Precedenze obbligatorie:	01ANA, 01CCF
N. crediti:	4

---

### Obiettivi generali del corso

Lo scopo del corso è di fornire agli studenti la capacità di simulare e analizzare sistemi dinamici e di progettare, utilizzando i tools disponibili su ambienti sw specializzati, un sistema di controllo in grado di soddisfare alcune specifiche fondamentali (stabilità, velocità di risposta, saturazioni)

### Programma

Il laboratorio verte sulla realizzazione di un sistema di controllo per la levitazione magnetica. Il sistema è intrinsecamente instabile e l'obiettivo è la realizzazione di stabilizzazione mediante controreazione con osservatore. L'esercitazione prevede lo svolgimento di tutte le principali fasi necessarie per l'identificazione e il controllo di un sistema fisico:

1. Costruzione di un modello a partire dai principi fisici.
2. Identificazione dei parametri incogniti del modello, usando misure ingresso-uscita sul sistema reale.
3. Valutazione delle incertezze dei parametri stimati.
4. Simulazione del modello complessivo nonlineare e confronto con il sistema reale.
5. Progettazione di un regolatore (posizionamento dei poli con osservatore dinamico) utilizzando il sistema linearizzato nell'intorno della posizione di levitazione desiderata.
6. Verifica delle prestazioni del regolatore sul modello nonlineare simulato.
7. Verifica delle prestazioni del regolatore sul sistema reale.

Lo studente dovrà documentare tutte queste fasi mediante una relazione scritta.

# 01BMB LASER A SEMICONDUTTORE

Docente:	Ivo MONTROSSET
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BEG, 01APL
N. crediti:	5

---

## Programma

Cenni sugli effetti e parametri caratteristici che descrivono le proprietà fisiche di materiali semiconduttori massivi e a bassa dimensionalità.

Interazione tra portatori e fotoni in guide in materiali semiconduttori: confinamento dei portatori e dei fotoni, equazioni di bilancio per portatori e fotoni, valutazione guadagno ottico modale.

LED: strutture, caratteristiche statiche e dinamiche.

Laser: Fabry-Perot, a cavità esterna ed a reazione distribuita (DBR, DFB, multielettro, multisezione); analisi quantitativa del funzionamento statico e dinamico (potenza ottica, spettro emissione, modulazione, accordabilità, etc.).

Generazione di impulsi corti con tecniche di Q-switching, mode locking.

Laser a cavità verticale: strutture, caratteristiche statiche e dinamiche.

## Bibliografia

Vengono dati come riferimenti capitoli di libri ed articoli e distribuiti appunti.

## Modalità d'esame

Orale

## 01BMJ LETTURA DEL BILANCIO AI FINI GESTIONALI

Docente:	Marco GALLEA
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01BFB
N. crediti:	2

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il modulo mira a fornire gli strumenti di analisi atti ad analizzare il bilancio. Il corso fornisce gli strumenti per comprendere in modo approfondito il funzionamento dell'impresa attraverso la lettura e l'analisi dei documenti di bilancio e della contabilità analitica.

**In un'ottica di ottimizzazione dell'impiego delle ore di carico didattico sullo studente in aula non vengono illustrate tutte le parti oggetto del programma (in particolare non vengono esaminate le parti che si ritiene che possano più proficuamente essere esaminate dallo studente e discusse in sede di consulenza nei soli aspetti di eventuale difficoltà riscontrata).**

**Agli studenti frequentatori viene richiesto, su espressa indicazione degli argomenti da parte dei docenti, di esaminare preventivamente tali argomenti in modo da rendere più proficuo l'esame in aula.**

La prima parte del modulo è dedicata allo studio del bilancio aziendale. Il tema è introdotto dall'illustrazione dei principi generali di redazione, delle fonti di riferimento e della normativa civilistica. Su queste basi si approfondisce lo studio degli schemi generali di redazione e l'interpretazione del contenuto particolareggiato delle diverse voci.

Contemporaneamente vengono approfondite le tematiche relative all'analisi dei costi aziendali e delle differenti modalità di assunzione delle decisioni produttive.

Completa l'analisi lo studio delle irritalità riscontrabili nei bilanci d'esercizio attraverso l'esame di casi concreti.

Un seminario verrà dedicato all'analisi del funzionamento dei mercati finanziari e dei principali strumenti finanziari.

### **Programma**

#### **I a) Il bilancio d'esercizio**

- Introduzione, finalità, fonti di riferimento, principi normativi generali
- Principi contabili generali
- Attivo: analisi delle voci
- Passivo e Patrimonio netto: analisi delle voci
- Il conto economico: struttura generale ed analisi delle voci
- La nota integrativa
- Il funzionamento contabile del bilancio in partita doppia
- Influenze fiscali sul bilancio
- Esercitazione su bilanci di società operanti in diversi settori
- Le irritalità del bilancio d'esercizio

#### **I b) Costi aziendali e decisioni produttive**

Approfondimenti su:

- Classificazione dei costi
- Break even analysis e make or buy
- L'activity Base Costing (ABC)

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni relative al primo modulo sono dedicate alla risoluzione di esercizi strutturati in forma di casi stilizzati ed alla redazione di bilanci aziendali semplificati.

## **Bibliografia**

**a) Per la parte teorica:**

Capriello, MT. Carelli, G. Fraquelli, *Il bilancio per i manager*, Paravia 1999, Cap. III

*Per la parte esercitativa:*

G. Fraquelli, R. Serafini, *Il bilancio per i manager; Casi e problemi*, Paravia 1999

Cap. I, Cap II, Cap IV es. 4.5, 4.5, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10

**b) articoli e dispense forniti dal docente**

**c) F. Gobbo, Il mercato e la tutela della concorrenza, Il mulino 1999**

Cambini, Ravazzi e Valletti, *Regolamentazione e concorrenza nelle telecomunicazioni*, Cap. III - Carocci Editore, Roma 2000

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta che prevede la risoluzione sia di esercizi che l'esposizione di argomenti di teoria.

La commissione esaminatrice si riserva di richiedere un'integrazione orale nel caso in cui l'esame dello scritto non consenta una completa valutazione dello studente.

# 01BMX    LINGUAGGI FORMALI E COMPILATORI

Docente:	Silvano RIVOIRA
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CHJ
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

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

In questo modulo vengono descritte le proprietà delle più importanti classi di linguaggi formali e delle loro rappresentazioni, e successivamente viene analizzata la struttura dei compilatori, esaminando le diverse fasi del processo di traduzione, le problematiche associate a ciascuna di esse e le relative tecniche di soluzione.

## **Prerequisiti**

Conoscenza di almeno un linguaggio di programmazione ad alto livello, di un linguaggio assembler e dell'architettura dei sistemi di elaborazione.

## **Programma**

Linguaggi Formali

- Classificazione
- Linguaggi regolari
- Linguaggi context free
- Macchine di Turing

Compilatori

- Struttura dei compilatori
- Analisi lessicale
- Analisi sintattica
- Traduzione guidata da sintassi
- Analisi semantica e generazione del codice intermedio
- Generazione del codice
- Ottimizzazione del codice intermedio

## **Bibliografia**

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

## **Modalità d'esame**

L'accertamento consiste in una prova scritta della durata di un'ora.

# 01BNB LOCALIZZAZIONE, SCHEDULING E PROGRAMMAZIONE NON LINEARE

Docente:	Roberto TADEI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BQH
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha l'obiettivo di dotare gli studenti di strumenti avanzati per l'ottimizzazione di problemi lineari nel discreto. Problemi di questo tipo si trovano diffusamente nell'ingegneria dei sistemi informatici e dei sistemi di automazione, nell'ingegneria elettronica ed in quella delle telecomunicazioni, come ad esempio: progettazione di circuiti, trasmissione di segnali, diagnostica degli errori, sequenziamento e schedulazione ecc. I problemi che vengono trattati in questo corso sono relativi alla localizzazione ottima su reti, allo scheduling di risorse scarse ed alla programmazione non lineare.

Partendo da una serie di problemi reali e complessi del tipo sopra detto, si sviluppa la teoria di analisi e di soluzione, si costruiscono gli algoritmi relativi e si verifica la loro efficienza ed efficacia anche mediante implementazione su calcolatore. Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca, attinenti agli argomenti trattati.

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

## **Prerequisiti**

Metodi di Ottimizzazione Combinatoria.

## **Programma**

Localizzazione: Problema del Set Covering, Problema del Massimo Ricoprimento, Problema P-median, Problema P-center. Scheduling: Problemi su Macchina singola, Problemi su Macchine Parallele, Problemi Flow Shop e Job Shop. Programmazione Non Lineare: Problemi di Ottimizzazione non vincolata, Metodi delle direzioni coniugate, Metodi di tipo Quasi-Newton, Problemi vincolati, Condizioni del primo e secondo ordine, Metodi primali e duali, Metodi di Lagrange.

## **Bibliografia**

R. Tadei, F. Della Croce, Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Esculapio, Bologna, 2001.

C. Papadimitriou, K. Steiglitz, Combinatorial Optimization, Prentice Hall, 1982.

L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998.

Dispense di esercizi fornite dal docente.

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

L'esame è scritto, con una possibile parte orale.

# 01BNN    **MACCHINE ELETTRICHE IN REGIME DINAMICO**

Docente:	<b>Aldo BOGLIETTI</b>
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01BNO
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo vuole fornire allo studente le basi conoscitive sul funzionamento delle principali macchine elettriche in regime dinamico conoscenze essenziali per la corretta comprensione degli azionamenti elettrici industriali. In particolare il contenuto del modulo è stato adattato alle principali esigenze degli studenti con un orientamento elettronico industriale e di automazione. Il modulo è propedeutico ai moduli di Controllo degli Azionamenti, azionamenti a corrente continua e Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata.

## **Prerequisiti**

Macchine Elettriche in regime stazionario.

## **Programma**

Modello dinamico del motore in corrente continua - Prove dinamiche di laboratorio sul motore in corrente continua - Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore in corrente continua - Principali trasformazioni delle grandezze elettriche trifasi. Trasformazione trifase bifase. Trasformazione di rotazione. - Modello dinamico del motore asincrono su assi fissi e su assi rotanti. - Misure dinamiche di laboratorio sul motore asincrono trifase con alimentazione sinusoidale- Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore asincrono con alimentazione sinusoidale- Prove di laboratorio su un motore asincrono trifase con alimentazione da inverter PWM ed Onda Quadra. - Simulazione al calcolatore del comportamento dinamico di un motore asincrono con alimentazione da inverter PWM e Onda Quadra.- Modello dinamico della macchina sincrona.

## **Bibliografia**

A. Fitzgerald, C. Kingsley, A. Kusko, Electrical Machines Ed. McGraw -Hill. Esiste traduzione del testo in italiano dagli autori G. Molinari ed altri edito da Franco Angeli. Vengono distribuite dispense dettagliate sulle trattazioni matematiche.

## **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previste prove intermedie durante il corso.

## **Modalità d'esame**

Prova orale.

## 01BNO    **MACCHINE ELETTRICHE IN REGIME STAZIONARIO**

Docente:	<b>Aldo BOGLIETTI</b>
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AZH oppure 01CEF
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il modulo vuole fornire allo studente le basi conoscitive sul funzionamento delle principali macchine elettriche in regime stazionario. In particolare il contenuto del modulo è stato adattato alle principali esigenze degli studenti con un orientamento elettronico industriale e di automazione. Il modulo è propedeutico al modulo di "Macchine Elettriche in regime dinamico" ed è consigliato a tutti gli studenti che prevedano nel piano di studio i moduli di "Controllo degli Azionamenti e azionamenti a corrente continua" e "Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata".

### **Prerequisiti**

Moduli di Elettrotecnica di base.

### **Programma**

Richiami sui sistemi trifase.- Richiami sui campi magnetici. Soluzione delle reti magnetiche, - Problemi legati alle non linearità. Criteri di dimensionamento delle induttanze - Concetti generali sulle dimensioni delle macchine elettriche. Criteri di similitudine - Il trasformatore monofase. Principi di funzionamento. Determinazione del circuito equivalente. Prove sui trasformatori monofasi. Caratteristiche nominali. Rendimenti e cadute di tensione. Parallelo dei trasformatori monofasi.- Il trasformatore Trifase. Principi di funzionamento. Determinazione del circuito equivalente. Prove sui trasformatori trifasi. Problemi legati al funzionamento con carico squilibrato. Caratteristiche nominali. Rendimenti e cadute di tensione. Parallelo dei trasformatori trifasi e concetto di gruppo di appartenenza - Esercitazione di laboratorio su di un trasformatore trifase.- Macchina in corrente continua. Principi di funzionamento e presenza del collettore a lamelle. Equazioni della macchina e suo circuito equivalente. Modello in regime stazionario. Caratteristiche di coppia dei principali motori in corrente continua. Concetto di azionamento in corrente continua e regolazione della coppia e della velocità. Cenni sulla commutazione della macchina in corrente continua. - Misure di laboratorio in regime stazionario su un motore in corrente continua - Principi di conversione statica dell'energia. Determinazione di forze e di coppie nei sistemi elettromeccanici- Distribuzione di forza magnetomotrice, concetto di avvolgimento e campo magnetico rotante. - Motore asincrono. Determinazione del circuito equivalente in regime stazionario. Determinazione della caratteristica di coppia. Prove sui motori asincroni. Dati nominali. Caratteristiche costruttive. Regolazione della velocità. Alimentazione dei motori asincrono con inverter. Cenni sul motore asincrono monofase. - Prove di laboratorio su un motore asincrono trifase - Macchina sincrona. Principio di funzionamento. Macchina isotropa ed anisotropa. Macchina sincrona collegata ad una rete di potenza infinita. Regolazione della potenza attiva e reattiva. Fenomeni magnetici all'interno della macchina sincrona e determinazione della reattanza sincrona. Cenni sul funzionamento delle macchine sincrone a magneti permanenti. Brushless sinusoidale e trapezio. - Prova di laboratorio sulla macchina sincrona funzionante da generatore.- Motori passo passo. Caratteristiche costruttive. Caratteristiche di coppia e metodi di alimentazione e controllo dei motori passo passo.

## **Bibliografia**

A. Fitzgerald, C. Kingsley, A. Kusko, Electrical Machines Ed. McGraw -Hill. Esiste traduzione del testo in italiano dagli autori G. Molinari ed altri edito da Franco Angeli. Crepez Macchine Elettriche edizione CLUT Milano  
Vengono distribuite dispense sugli argomenti di base del corso.

## **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previste prove intermedie durante il corso.

## **Modalità d'esame**

Prova orale

## 01BOS MECCANICA APPLICATA

Docente:	Luigi GARIBALDI (I Corso), Terenziano RAPARELLI (II Corso)
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CUA
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso fornisce gli strumenti necessari per la conoscenza, l'identificazione e la modellazione dei principali componenti e sistemi meccanici, con particolare attenzione ai sistemi reali largamente impiegati nei settori dell'ingegneria.

### **Prerequisiti**

Insegnamento di Teoria dei sistemi meccanici e conoscenze di base della fisica e dell'analisi matematica.

### **Programma**

Elementi di tribologia - Componenti meccanici ad attrito: freni, frizioni - Sistemi di trasmissione del moto: giunti, ruote di frizione, ruote dentate, rotismi, sistema vite-madrevite, trasmissioni con flessibili - Transitori nei sistemi meccanici - Sistemi meccanici a regime periodico - Volani - Supporti volventi - Elementi di teoria della lubrificazione e supporti lubrificati

### **Bibliografia**

*Testo necessario:*

- C.Ferraresi, T.Raparelli, "Meccanica Applicata", Ed. Clut, Torino, 1997.

*Testi di approfondimento:*

- J.M.Meriam, L.G.Kraige, "Engineering mechanics", Vol.1-2, SI Version, Wiley, New York, 1993.

- G.Belforte, "Meccanica applicata alle macchine", Ed. Giorgio, Torino.

- G.Jacazio, B.Piombo "Esercizi di meccanica applicata alle macchine", Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

### **Modalità d'esame**

L'esame si svolge in forma scritta sull'intero programma del corso (lezioni ed esercitazioni).

Per sostenere l'esame è obbligatoria l'iscrizione, presso la Segreteria Didattica dell'Area Sud (lato C.so Einaudi) entro i termini indicati (di norma due giorni prima dell'appello).

L'esame prevede la risoluzione di un certo numero di problemi, di solito tre, svolta su fogli vidimati e distribuiti al momento stesso dell'esame. La durata della prova è di norma di due ore.

# 01BQH METODI DI OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA

Docente:	Roberto TADEI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AYN
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha l'obiettivo di dotare gli studenti di strumenti avanzati per l'ottimizzazione di problemi lineari nel discreto. Problemi di questo tipo si trovano diffusamente nell'ingegneria dei sistemi informatici e dei sistemi di automazione, nell'ingegneria elettronica ed in quella delle telecomunicazioni, come ad esempio: progettazione di circuiti, trasmissione di segnali, diagnostica degli errori, sequenziamento e schedulazione ecc. In particolare, vengono studiati metodi esatti e metodi euristici di ricerca locale.

Partendo da una serie di problemi reali e complessi del tipo sopra detto, si sviluppa la teoria di analisi e di soluzione, si costruiscono gli algoritmi relativi e si verifica la loro efficienza ed efficacia anche mediante implementazione su calcolatore. Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca, attinenti agli argomenti trattati.

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

## **Prerequisiti**

Programmazione Lineare.

## **Programma**

Complessità computazionale. Branch and Bound, Branch and Cut. Programmazione Dinamica. Euristiche: procedure costruttive polinomiali, beam search, tecniche di ricerca locale. Metaeuristiche: Tabu Search, Simulated Annealing, Algoritmi Genetici.

## **Bibliografia**

R. Tadei, F. Della Croce, Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Esculapio, Bologna, 2001.

C. Papadimitriou, K. Steiglitz, Combinatorial Optimization, Prentice Hall, 1982.

L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998.

Dispense di esercizi fornite dal docente.

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

L'esame è scritto, con una possibile parte orale.

# 01BRR METODOLOGIE E PROGETTO DEL CONTROLLO DEI PROCESSI

Docente:	Donato CARLUCCI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CAP oppure 01CAR oppure 01AZX
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di illustrare le principali metodologie di progetto del controllo dei processi con particolare riferimento ai processi industriali. Nel corso, vengono presentati i metodi di sintesi del controllo con enfasi verso quei metodi idonei sia per una progettazione interattiva, assistita dal calcolatore sia per la realizzazione in forma digitale. Ampio spazio viene dedicato alle moderne teorie del controllo di sistemi reali, cioè per sistemi in presenza di incertezze dovute a conoscenze, sempre imperfette, sia dell'impianto da controllare sia dell'ambiente in cui esso opera. A questo scopo, la teoria rigorosa del controllo viene applicata a numerosi esempi di applicazione.

## **Prerequisiti**

Teoria dei Sistemi  
Controlli Automatici

## **Programma**

Il programma comprende i seguenti punti principali:

- fondamenti di teoria del controllo ottimale per sistemi lineari con funzionale di costo quadratico e disturbi a statistica gaussiana. Deduzione dello schema generale del controllo basato sull'uso di uno stimatore dello stato e del controllore. Generalizzazione dello schema per controlli basati su criteri di soddisfacimento di specifiche diverse da quelle ottimali
- analisi di sistemi lineari multivariabili nel dominio della frequenza. Principali proprietà della matrice di trasferimento, zeri e poli: definizioni e significato fisico
- stabilità di un sistema retroazionato e generalizzazione del teorema di Nyquist ai sistemi a molti ingressi e molte uscite
- teoria dell'assegnamento dei poli di un sistema controllato in catena chiusa
- tecniche specifiche di progettazione con l'ausilio del calcolatore
- teoria del controllo adattativo

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Il programma delle esercitazioni comprende, per ogni punto del programma, la presentazione sia di esempi completamente svolti in aula dal docente sia di esempi, da discutere con il docente dopo un approfondimento personale degli argomenti.

Il programma di laboratorio comprende invece i seguenti punti principali:

Esempi di progettazione della legge di controllo.

Esempi di progettazione di strutture adattative di controllo.

## **Bibliografia**

Sono a disposizione appunti del corso, lezioni ed esercitazioni, forniti dal docente.



# 01ADU MICROPROCESSORI E RETI INFORMATICHE

Docente:	Aldo LAURENTINI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01AAY
N. crediti:	3

---

## **Obiettivi generali del corso**

Descrivere l'architettura di un sistema di elaborazione, ed in particolare quella di sistemi a microprocessore. Fornire cenni sulle funzioni dei sistemi operativi e dei software grafici. Fornire concetti fondamentali sulle reti informatiche.

## **Prerequisiti**

Algoritmi e strutture dati

## **Programma**

Architettura dell'elaboratore; architettura di sistemi a microprocessore

Architettura microprocessori Intel, con particolare riguardo all'8086;

Il linguaggio *assembler* 8086

Sistemi operativi e loro funzioni: gestione I/O, memoria, scheduling, etc.

I sistemi Windows (cenni); il software grafico(cenni)

Reti di calcolatori; protocolli; Internet

## **Bibliografia**

P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda, "Il linguaggio di Programmazione *Assembler 8086*", Levrotto&Bella, Torino

Appunti sulle reti disponibili in segreteria studenti

*Testi ausiliari*

Yu- Cheng Liu, Glenn A. Gibson, "Microcomputer systems, the 8086 - 8088 family: architecture, programming, and design", Prentice Hall

## **Modalità d'esame**

L'esame sarà scritto, con parte orale facoltativa. Per l'esame è necessario prenotarsi presso la segreteria studenti.

Ulteriori dettagli sono disponibili sul sito Internet [www.polito.it](http://www.polito.it)

## **01BTB    MODELLI A RETI DI CODE E RETI DI PETRI**

Docente:	<b>Marco Ajmone MARSAN</b>
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BTH
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha l'obiettivo di presentare metodologie di simulazione e metodologie analitiche sofisticate per un approccio quantitativo al progetto di reti di telecomunicazione e di fornire esempi della loro applicazione a casi realistici. Verranno dapprima presentati alcuni semplici risultati della teoria delle reti di code. Saranno poi velocemente illustrati i modelli basati su reti di Petri stocastiche e gli elementi della teoria relativa. Saranno infine illustrati gli aspetti principali relativi alla simulazione stocastica di reti di telecomunicazioni. In tutti i casi i risultati ricavati saranno poi utilizzati per l'analisi ed il progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione.

### **Prerequisiti**

E' necessaria una buona conoscenza della teoria delle probabilità, di elementi di statistica e dei meccanismi di funzionamento delle reti di telecomunicazioni.

### **Programma**

Teoria delle reti di code: il teorema di Burke; reti di code di Jackson; reti di code di Gordon e Newell; reti BCMP; reti di code con blocco; esempi. Esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione. Reti di Petri: definizioni; proprietà di modelli a reti di Petri; reti di Petri con temporizzazione sulle transizioni; reti di Petri stocastiche (SPN); isomorfismo tra SPN e catene di Markov a tempo continuo; reti di Petri stocastiche generalizzate (GSPN) e loro analisi. Esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione. Simulazione stocastica: definizioni; generatori di numeri casuali; stima della durata del transitorio; stima della precisione dei risultati; tecniche per la riduzione della varianza dei risultati.

### **Bibliografia**

L.Kleinrock, "Sistemi a coda", Hoepli, 1992. M.Ajmone Marsan, G.Balbo, G.Conte, S.Donatelli, G.Franceschinis, "Modelling with GSPN", John Wiley, 1995.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta a fine corso consistente nella soluzione di esercizi.

# 01BTD MODELLI DI COMPONENTI PASSIVI IN STRUTTURE GUIDANTI

Docente:	Renato ORTA
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CZW, 01BEG
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Lo scopo del corso è quello di presentare le metodologie più moderne per il progetto e l'analisi di componenti (passivi) e sottosistemi in guida d'onda. Ampio spazio verrà dato alla descrizione dettagliata delle varie tecniche ed ai problemi relativi alla loro numerizzazione. Lo studente alla fine del corso sarà in grado, a partire alle specifiche elettriche, di progettare e successivamente analizzare il componente o sottosistema richiesto, arrivando a definirne la geometria.

## Prerequisiti

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie

## Programma

Modi di propagazione in guide d'onda di sezione arbitraria:

Formulazione integrale e differenziale. Tecnica della risonanza trasversale. Applicazioni: polarizzatore in guida d'onda circolare; guide d'onda a larga banda (guide ridge);

Strutture guidanti periodiche:

Formulazione del problema. Teorema di Floquet; armoniche spaziali; onde di Bloch; curve di dispersione. Strutture chiuse e aperte (modi di propagazione superficiale).

Applicazioni

Discontinuità in guida d'onda:

Tecniche di analisi: metodo dei momenti e tecnica del mode matching. Applicazioni: discontinuità in guida d'onda rettangolare, circolare e coassiale, calcolo delle matrici di proiezione, stesura del programma di calcolo della matrice scattering generalizzata.

Sintesi di filtri a parametri distribuiti:

Esposizione della procedura di sintesi per filtri a cavità monomodale. Realizzazioni in microstriscia. Filtri in guide dielettriche. Sintesi di filtri a cavità bimodali.

## Bibliografia

Appunti del docente.

*Testi ausiliari*

Collin, "Foundations for microwave engineering", McGraw Hill

Pozar, "Microwave Engineering", Addison Wesley Publishing Company

Mittra e S.W. Lee, "Analytical techniques in the theory of guided waves", The MacMillan Company, New York

## Controlli dell'apprendimento

Non sono previste prove durante il corso

## Modalità d'esame

Esame orale

# 01BTE MODELLI DI STRUTTURE IRRADIANTI

Docente:	Renato ORTA
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BTD
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è quello di presentare le metodologie più moderne per il progetto e l'analisi di strutture irradianti. Ampio spazio verrà dato alla descrizione dettagliata delle varie tecniche ed ai problemi relativi alla loro numerizzazione. Lo studente alla fine del corso sarà in grado, a partire alle specifiche elettriche, di progettare e successivamente analizzare il componente o sottosistema richiesto, arrivando a definirne la geometria.

## **Prerequisiti**

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie

## **Programma**

### **Calcolo asintotico:**

Metodo del punto di sella. Corrispondenza con le tecniche raggistiche. Applicazione: lente gravitazionale, regione di focalizzazione, diagramma di irradiazione

### **Diffrazione da corpi dielettrici:**

Formulazione di superficie e soluzione con il metodo dei momenti. Corpi dielettrici posti nella zona vicina di un'antenna: calcolo delle degradazioni del diagramma di irradiazione e delle perdite di trasmissione. Applicazioni: radome dielettrici di aeromobili

### **Tecniche spettrali:**

Formulazione del problema; valutazione della rappresentazione spettrale della funzione di Green in un mezzo dielettrico stratificato. Applicazione del metodo dei momenti nel dominio spettrale: Esempi: schermi perforati, griglie di polarizzazione, superfici selettive in frequenza.

## **Bibliografia**

Appunti del docente.

### *Testi ausiliari*

Collin, "Foundations for microwave engineering", McGraw Hill

Pozar, "Microwave Engineering", Addison Wesley Publishing Company

Mitra e S.W. Lee, "Analytical techniques in the theory of guided waves", The MacMillan Company, New York

## **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previste prove durante il corso

## **Modalità d'esame**

Esame orale

## 01BTH MODELLI MARKOVIANI

Docente:	Marco Ajmone MARSAN
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AGG (01CEH oppure 01CEG)
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha l'obiettivo di presentare le metodologie più semplici per un approccio quantitativo al progetto di reti di telecomunicazione e di fornire esempi della loro applicazione a casi realistici. Verranno dapprima presentati gli elementi della teoria dei processi stocastici Markoviani con spazio degli stati discreto (catene di Markov). Si passerà poi allo studio di alcuni semplici modelli della teoria delle code. In entrambi i casi i risultati ricavati saranno applicati all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione.

### **Prerequisiti**

E' necessaria una buona conoscenza della teoria delle probabilità e dei meccanismi di funzionamento delle reti di telecomunicazioni.

### **Programma**

Introduzione ai processi stocastici. Definizioni di base e richiami di teoria delle probabilità. Processi Markoviani. Definizione ed importanza della densità di probabilità esponenziale negativa. Catene di Markov a tempo discreto: definizione; calcolo della distribuzione al passo  $n$ ; condizioni per l'esistenza della distribuzione di regime; calcolo della distribuzione di regime; tempi di soggiorno; catene di nascita e morte; esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione. Catene di Markov a tempo continuo: definizione; calcolo della distribuzione al tempo  $t$ ; condizioni per l'esistenza della distribuzione di regime; calcolo della distribuzione di regime; tempi di soggiorno; catene di nascita e morte; il processo di Poisson; la catena di Markov interna; esempi; aggregazione di stati in catene di Markov. Processi semi-Markov. Cenni alla teoria del rinnovamento. Esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione. Teoria delle code: notazione di Kendall; la coda  $M/M/1$ ; il risultato di Little; il teorema PASTA; la coda  $M/M/m$ ; la formula Erlang C; confronto tra code a servitore singolo ed a servitore multiplo; il caso di infiniti servitori; il caso di assenza di fila di attesa; la formula Erlang B; il caso di popolazione infinita; la coda  $M/G/1$ ; code con vacanze. Esempi di applicazione all'analisi ed al progetto di alcuni sistemi di telecomunicazione.

### **Bibliografia**

L.Kleinrock, "Sistemi a coda", Hoepli, 1992.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta a fine corso consistente nella soluzione di esercizi.

# 01BTI      MODELLI MATEMATICI A

Docente:	Nicola BELLOMO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CQH o 01CGI
N. crediti:	3

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso di Modelli Matematici Per Ingegneria dell'informazione si pone come finalità principale di fornire le conoscenze per la costruzione di modello matematici per le scienze applicate con particolare attenzione alle scienze dell'ingegneria.

## **Prerequisiti**

Conoscenze di base di matematica.

## **Programma**

1. Modelli matematici e loro classificazione.
2. Modelli idrodinamici con applicazione alla modellizzazione dei semiconduttori.
3. Modelli nelle scienze biologiche.
4. Modelli Cinetici (Boltzmann) e applicazioni.
5. Modelli di analisi di rischio.

## **Bibliografia**

- N. Bellomo e L. Preziosi, Modelling, Mathematical Methods and Scientific Computing, CRC Press, Boca Raton, (1995).  
N. Bellomo, Appunti delle lezioni da fotocopiare.

## **Controlli dell'apprendimento**

Il controllo avviene in ambito di redazione di una tesi scritta.

## **Modalità d'esame**

L'accertamento finale avviene sulla base di una tesi scritta ed un colloquio sui contenuti del corso.

## 01BTJ MODELLI MATEMATICI B

Docente:	Nicola BELLOMO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01BTI
N. crediti:	3

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso di Modelli Matematici B Per Ingegneria dell'informazione si pone come finalità principale di fornire le conoscenze per lo studio quantitativo (simulazione) di problemi non lineari relativi alla applicazione di modelli matematici nelle scienze applicate.

### **Prerequisiti**

Conoscenze di base di matematica.

### **Programma**

1. Formulazione matematica di problemi al valore iniziale ed al contorno.
2. Metodi matematici per la rappresentazione di segnali.
3. Metodi di discretizzazione di sistemi continui.
4. Metodi spettrali.
5. Metodi matematici per lo studio di modelli cinetici (Boltzmann) e applicazioni.

### **Bibliografia**

- N. Bellomo e L. Preziosi, *Modelling, Mathematical Methods and Scientific Computing*, CRC Press, Boca Raton, (1995).  
N. Bellomo, Appunti delle lezioni da fotocopiare.

### **Controlli dell'apprendimento**

Il controllo avviene in ambito di redazione di una tesi scritta.

### **Modalità d'esame**

L'accertamento finale avviene sulla base di una tesi scritta ed un colloquio sui contenuti del corso.

# 01BTS    **MODELLI STOCASTICI, IDENTIFICAZIONE E APPLICAZIONI**

Docente:	Vito MAURO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CUP
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso fornisce gli elementi per la rappresentazione di sistemi dinamici reali mediante modelli stocastici approssimati e ricavati da dati sperimentali. A questo fine dedica ampio spazio ai modelli stocastici e alle loro proprietà. In seguito applica le tecniche di approssimazione al problema dell'identificazione: si ricavano i metodi per determinare sia le proprietà dei sistemi che i loro parametri, e le tecniche per l'identificazione in linea. Il corso, pur avendo una base teorica rigorosa, è orientato alla realizzazione pratica; tutti i metodi trattati vengono applicati, sia nelle lezioni che nelle esercitazioni, a casi di interesse ingegneristico.

## **Prerequisiti**

Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio, Teoria dei Sistemi

## **Programma**

Richiami sui modelli dinamici lineari e stocastici. Introduzione ai processi stocastici; convergenza stocastica; stazionarietà ed ergodicità. Autocorrelazioni e spettri di densità di potenza. Richiami sulle trasformate discrete di Fourier. Il problema della stima di autocorrelazioni e spettri. I metodi pratici di stima; il metodo dei periodogrammi. L'identificazione di sistemi dinamici lineari da misure ingresso uscita. I processi AR, MA, ARMA e derivati; metodi di identificazione specifici; metodi recursivi (derivati come applicazione delle tecniche di filtraggio lineare e non lineare). Condizioni di identificabilità e di convergenza. Cenni sulle applicazioni delle reti neurali a problemi di stima e identificazione.

## **Bibliografia**

A. Gelb, Applied optimal estimation, M.I.T press  
Hayes, Statistical digital signal processing and modeling, Wiley  
Bittanti- Guardabassi, Sistemi incerti, Clup, Milano  
Appunti sulle esercitazioni distribuiti nel corso

## **Controlli dell'apprendimento**

Sono richieste relazioni sui casi proposti ad esercitazione

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste nell'impostazione e nella soluzione di un problema di identificazione, mediante discussione con il docente.

# 01BTT    **MODELLISTICA DEI MANIPOLATORI INDUSTRIALI**

Docente:	<b>Basilio BONA</b>
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01BOS (01ABX oppure 01ABY oppure 01CYU)
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo non si rivolge soltanto a quanti sono strettamente interessati alla robotica industriale, ma possiede carattere generale, in quanto presenta, applicandole ad una struttura elettromeccanica complessa, una serie di metodologie e di tecniche utili anche per coloro che si occuperanno di automatica e controlli in senso lato. Il modulo fornisce agli studenti le basi fisico-matematiche di cinematica, statica e dinamica, che permettono di giungere alla definizione del modello dinamico dei robot industriali, necessario per il successivo controllo. Fornisce inoltre la conoscenza delle tecniche per la pianificazione delle traiettorie dei robot industriali.

## **Prerequisiti**

Conoscenza di base di algebra lineare: vettori, matrici, spazi lineari, basi, trasformazioni, determinanti, autovalori, autovettori. È certamente importante una predisposizione alla comprensione dei fenomeni fisici, soprattutto elettromeccanici, ed una certa capacità di comprendere concetti geometrici di non facile visualizzazione, come le rototraslazioni in spazi tridimensionali, di cui si parlerà molto nella parte dedicata alla cinematica.

## **PROGRAMMA**

### **Geometria delle rototraslazioni [12 ore]:**

sistemi di riferimento, rotazioni, traslazioni, rappresentazioni della rotazione (matrici ortonormali, parametri di Eulero, quaternioni, vettori di Eulero e di Rodrigues), rappresentazioni della rototraslazione di un corpo rigido, matrici omogenee.

### **Cinematica [12 ore]:**

convenzioni di Denavit-Hartenberg, funzione cinematica diretta e inversa della posizione, funzione cinematica diretta e inversa della velocità, Jacobiano e sue proprietà, singolarità cinematiche.

### **Statica [4 ore]:**

relazione statica tra forze esterne applicate e momenti ai giunti, Jacobiano trasposto e sue proprietà, elasticità della struttura.

### **Dinamica [8 ore]:**

momento della quantità di moto, tensori di inerzia, equazioni di Newton-Eulero, equazioni di Lagrange, equazione dinamica del robot rigido, proprietà delle matrici d'inerzia e dei termini non lineari, passività.

Pianificazione della traiettoria [6 ore]: impostazione del problema, pianificazione mediante coordinata curvilinea, pianificazione trapezoidale della velocità, pianificazione coordinata, pianificazione cartesiana, pianificazione dell'assetto.

## **Bibliografia**

- B. Bona, M. Indri, "Modellistica, Pianificazione e Controllo di Robot Industriali", Politeko, Torino.  
L. Sciacvico, B. Siciliano, "Robotica Industriale. Modellistica e Controllo di manipolatori", Mc-Graw Hill Italia, 1995.

## Controlli dell'apprendimento

Nessuno

## Modalità d'esame

Gli esami consistono in una prova scritta sugli argomenti sviluppati a lezione. Lo studente deve svolgere in due ore un certo numero di esercizi (di norma 5- 6), simili a quelli sviluppati nelle esercitazioni.

# 01BUB MODULAZIONI ANALOGICHE (ELN)

Docente:	da nominare
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CTV
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di illustrare i concetti fondamentali della teoria delle comunicazioni elettriche applicata a sistemi di trasmissione analogici al fine di proporre le nozioni fondamentali per il proseguimento degli studi nell'area delle telecomunicazioni.

Nel corso delle lezioni sono esaminati gli aspetti teorici del funzionamento dei dispositivi e dei sistemi di comunicazione senza entrare nel merito della realizzazione hardware. Particolare attenzione è rivolta ai criteri di progetto attraverso la valutazione delle prestazioni indicando, per ciascun sistema, l'indice di prestazione più appropriato. I concetti teorici sono approfonditi attraverso esercizi svolti in aula.

## **Prerequisiti**

Non sono richiesti requisiti aggiuntivi rispetto alle precedenze obbligatorie

## **Programma**

Introduzione ai sistemi di comunicazione analogici e numerici.

Segnale analitico e involuppo complesso.

Rumore termico.

Modulazioni di ampiezza (modulazione di involuppo, modulazione a doppia banda laterale, modulazione a banda laterale singola)

Multiplicazione in frequenza.

Modulazioni di fase e di frequenza.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni verteranno sugli argomenti sviluppati a lezione.

## **Bibliografia**

Dispensa del docente.

J.G.Proakis e M.Salehi, Communication Systems Engineering, Prentice-Hall, 1994 (ISBN 0-13-158932-6)

L.W.Couch, Digital and Analog Communication Systems, Prentice-Hall, 1995 (ISBN: 0-13-599028-9)

## **Modalità d'esame**

L'esame comprende una prova scritta, basata sul programma delle esercitazioni, ed una prova orale (eventualmente facoltativa, a discrezione del docente).

# 01BUC MODULAZIONI ANALOGICHE (TLC)

Docente:	Giorgio TARICCO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CTW
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di illustrare i concetti fondamentali della teoria delle modulazioni analogiche al fine di proporre le nozioni fondamentali per il proseguimento degli studi nell'area delle telecomunicazioni. Nel corso delle lezioni si esaminano gli aspetti teorici del funzionamento dei dispositivi per la modulazione di segnali analogici con particolare attenzione ai criteri di progetto e alla valutazione delle prestazioni.

## **Prerequisiti**

È richiesta la conoscenza delle nozioni fondamentali di teoria delle probabilità e teoria dei segnali.

## **Programma**

Il programma è articolato nei seguenti punti:

Introduzione ai sistemi di comunicazione analogici e numerici. Cenni sulla propagazione del segnale elettromagnetico. Bande di frequenza per trasmissioni radio terrestri e satellitari. Modelli di canale: canale lineare, canale lineare tempo-invariante, canale lineare con rumore additivo, canale con fading.

Richiami: segnali e processi casuali; serie e trasformata di Fourier; effetto delle discontinuità del segnale; trasformata di un segnale periodico; teorema del campionamento; campionamento ideale; campionamento non ideale a finestra e di tipo sample & hold; filtro sbiancante; spettri di potenza; segnale analitico e inviluppo complesso.

Rumore termico. Sorgente di rumore e densità spettrale della potenza di rumore. Doppi bipoli rumorosi. Banda equivalente di rumore. Temperatura equivalente e cifra di rumore. Temperatura equivalente e cifra di rumore di una cascata di doppi bipoli rumorosi adattati. Effetto del disadattamento dei doppi bipoli. Cifra di rumore di un attenuatore resistivo. Effetto del rumore sui ripetitori analogici. Ottimizzazione del numero di amplificatori rigenerativi in una linea di trasmissione.

Modulazioni di ampiezza. Spettro di potenza. Demodulazione coerente e di inviluppo. Modulazione a banda laterale singola (SSB). Prestazioni.

Recupero della fase di portante mediante anello ad aggancio di fase (PLL). Multiplazione in frequenza.

Modulazione di fase e di frequenza. Spettro di potenza per FM a banda stretta, con modulante sinusoidale e a banda larga. Regola di Carson.

Modulatore di frequenza a banda stretta e a banda larga (VCO e metodo indiretto). Demodulatore a discriminatore e con PLL. Rapporto segnale/rumore dopo la demodulazione in frequenza. Ricevitore supereterodina.

Teoria dell'informazione. Definizione di informazione. Entropia e sue proprietà. Entropia congiunta e condizionata. Mutua informazione. Teorema del data processing. Entropia di sorgente. Sorgenti prive di memoria. Tasso di entropia per sorgenti stazionarie. Teorema di Shannon.

Esempi di codici di sorgente. Univoca decodificabilità e istantaneità di un codice di sorgente. Algoritmo di Huffman.

Canale discreto privo di memoria. Capacità di canale. Capacità di un canale simmetrico. Teorema di Shannon sulla codifica di canale. Entropia differenziale. Entropia differenziale massima. Capacità del canale gaussiano additivo.

## **Bibliografia**

J.G.Proakis e M.Salehi, *Communication Systems Engineering*, Prentice-Hall, 1994.

T.M.Cover e J.A.Thomas, *Elements of Information Theory*, New York: Wiley, 1991.

L.W.Couch, *Digital and Analog Communication Systems*, Prentice-Hall, 1995.

S.G.Wilson, *Digital Modulation and Coding*, Prentice-Hall, 1996.

## **Controlli dell'apprendimento**

Esame scritto, tesina (facoltativa) e orale (facoltativo).

## **Modalità d'esame**

Illustrate dal docente all'inizio del corso.

# 01BUD MODULAZIONI NUMERICHE (ELN)

Docente:	Letizia LO PRESTI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CTV
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo si propone di illustrare i concetti fondamentali della teoria delle comunicazioni elettriche applicata a sistemi di trasmissione numerici.

Nel corso delle lezioni sono esaminati gli aspetti teorici del funzionamento dei dispositivi e dei sistemi di comunicazione senza entrare nel merito della realizzazione hardware. Particolare attenzione è rivolta ai criteri di progetto attraverso la valutazione delle prestazioni indicando, per ciascun sistema, l'indice di prestazione più appropriato. I concetti teorici sono approfonditi attraverso esercizi svolti in aula.

## **Prerequisiti**

Per completare la conoscenza della materia si consiglia di seguire anche il corso di Modulazioni analogiche

## **Programma**

Cenni di teoria dell'informazione.

Modulazioni numeriche in banda base ed in banda traslata.

Calcolo delle probabilità di errore sul bit e sul simbolo.

Limiti teorici e confronto fra i vari tipi di modulazioni.

## **Bibliografia**

- Fotocopie di appunti manoscritti delle lezioni.
- J.G.Proakis, Digital Communication, McGraw Hill

## **Modalità d'esame**

Prova scritta

# 01BUE    MODULAZIONI NUMERICHE (TLC)

Docente:	Giorgio TARICCO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BUC
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di illustrare i concetti fondamentali della teoria delle modulazioni numeriche al fine di proporre le nozioni fondamentali per il proseguimento degli studi nell'area delle telecomunicazioni. Nel corso delle lezioni si esaminano gli aspetti teorici del funzionamento dei dispositivi per la modulazione di segnali numerici con particolare attenzione ai criteri di progetto e alla valutazione delle prestazioni.

## **Prerequisiti**

È richiesta la conoscenza delle nozioni fondamentali di teoria delle probabilità, teoria dei segnali e modulazioni analogiche.

## **Programma**

Il programma è articolato nei seguenti punti:

Modulazioni numeriche. PAM e PPM. Rappresentazione geometrica dei segnali (spazio dei segnali). Algoritmo di Gram-Schmidt. Energia media di una costellazione. Energia media dell'M-PAM, M-PPM (ortogonale e biortogonale). Effetto della traslazione di una costellazione sull'energia, energia minima, modulazione simplex.

Ricezione di un segnale numerico: demodulazione + decisione. Ricevitore a correlazione. Ricevitore a filtri adattati e proprietà di un filtro adattato. Decisione ottima secondo il criterio della massima verosimiglianza. Applicazione al canale gaussiano additivo: decisione a minima distanza e regioni di corretta decisione.

Prestazioni del PAM binario con soglia ottima di decisione in funzione delle probabilità a priori dei dati trasmessi. Limite superiore alla probabilità di errore per una costellazione: union bound. Probabilità di errore sul bit.

Probabilità di errore sul simbolo per dati equiprobabili a priori: M-PAM, Modulazioni ortogonali e biortogonali. Prestazioni asintotiche e limite di Shannon. Confronto tra le modulazioni.

Spettro di potenza di un segnale modulato numericamente: applicazione al PAM e ad alcune modulazioni con memoria.

Quantizzazione. Rumore di granulosità e sovraccarico. Prestazioni del quantizzatore uniforme. Quantizzazione ottima: condizioni di Max-Lloyd. PCM, PCM uniforme e non uniforme (leggi A e m). Progetto del compressore ottimo. PCM differenziale. Calcolo delle prestazioni del PCM uniforme. Probabilità di errore di soglia.

Trasmissione di segnali numerici su canali a banda limitata. Interferenza intersimbolica. Criterio di Nyquist. Diagramma ad occhio. Effetti degli errori di sincronismo. Risposta in frequenza a coseno rialzato. Segnali a risposta parziale.

Modulazioni in banda traslata. Modulazioni di fase (PSK) e prestazioni. Problema della ambiguità di fase e modulazione PSK differenziale. Modulazioni di ampiezza e fase in quadratura (QAM) e prestazioni. Modulazioni di frequenza (FSK) e prestazioni (ricezione coerente e non).

## Bibliografia

- J.G. Proakis e M.Salehi, *Communication Systems Engineering*, Prentice-Hall, 1994.  
T.M. Cover e J.A.Thomas, *Elements of Information Theory*, New York: Wiley, 1991.  
L.W. Couch, *Digital and Analog Communication Systems*, Prentice-Hall, 1995.  
S.G. Wilson, *Digital Modulation and Coding*, Prentice-Hall, 1996.

## CONTROLLI DELL'APPRENDIMENTO

Esame scritto, tesina (facoltativa) e orale (facoltativo).

## Modalità d'esame

Illustrate dal docente all'inizio del corso.

## **01BUF    MODULI FUNZIONALI COMPLESSI E STRUMENTI CAD**

Docente:	Francesco GREGORETTI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01APJ
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si prefigge di fornire le conoscenze e gli strumenti metodologici per la progettazione di moduli complessi utilizzati come componenti di circuiti integrati VLSI. Particolare enfasi sarà posta sull'utilizzo di strumenti CAD evoluti per la definizione, la simulazione e la verifica della funzionalità.

### **Prerequisiti**

Per una proficua frequenza, gli studenti devono conoscere approfonditamente e padroneggiare con sicurezza tutti gli argomenti trattati nei moduli di cui è richiesta la precedenza obbligatoria. E, in particolare, i contenuti dei moduli 01APJ.

### **Programma**

Elementi di memoria

Latch statici, memorie ROM e RAM, sense amplifiers e decodificatori

Latch dinamici, registri a scalamento, pipelines, strutture NORA e TSPC

Interconnessioni

Strutture di interfaccia

Pads di uscita e pilotaggio carichi capacitivi;

Pads di ingresso e protezioni;

Rendimento di circuiti integrati, problematiche di guasto e di testing

Moduli aritmetici e architetture a basso consumo

Linguaggi HDL e strumenti CAD

### **Bibliografia**

F.Gregoretti: "Fotocopia dei lucidi delle lezioni"

Weste, Esraghian "Principles of CMOS VLSI Design", Addison-Wesley

J. Rabaey, "Digital Integrated Circuits", Prentice-Hall, C.Passeroni "

### **Controlli dell'apprendimento**

Le esercitazioni di laboratorio sono svolte in gruppi di massimo 3 studenti con l'ausilio di strumenti CAD commerciali e richiedono la stesura di relazioni su un quaderno il quale viene corretto durante il modulo e valutato alla fine dello stesso con l'assegnazione di un punteggio da 0 a 3 punti.

### **Modalità d'esame**

L'esame è costituito da una prova scritta della durata media di 2 ore (prenotazione obbligatoria) e da una prova orale della durata di circa mezz'ora (prenotazione obbli-

gatoria) che permettono di raggiungere la votazione massima di 27/30. Il voto finale è dato dalla somma dell'esame con il voto assegnato alle esercitazioni di laboratorio. All'esame scritto, si deve essere muniti di calcolatrice. Durante lo scritto è possibile ritirarsi senza lasciare traccia, e non si possono consultare libri ed appunti. La prova orale può essere sostituita dallo svolgimento di una tesina monografica, consistente nella progettazione completa di un blocco funzionale complesso, svolta da un gruppo di 1 o 2 studenti e che deve venire completata entro la sessione di esami del periodo didattico del modulo. Pur non essendo fiscalmente richiesto il superamento dei corsi propedeutici, sono comunque possibili in sede di esame richiami ai contenuti dei moduli indicati nei pre-requisiti.

# 01BVM ORGANIZZAZIONE E STRATEGIA

Docente:	Tommaso VALLETTI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	5

---

## **Prerequisiti**

I requisiti indicati nel piano ufficiale.

## **Programma**

Il corso affronta il tema dell'efficienza nelle organizzazioni, analizzando il trade-off tra coordinamento di mercato e coordinamento gerarchico. Il modulo fornisce le basi per analizzare il comportamento del consumatore e quello dell'impresa da un punto di vista microeconomico. L'approccio utilizzato per affrontare la teoria dell'impresa è quello dell'economia transazionale e dei property rights. L'impostazione concettuale dei temi trattati si fonda sull'ipotesi di asimmetria informativa tra le parti; il corso fornisce pertanto alcune nozioni fondamentali della teoria dell'agenzia. Questo primo ciclo di lezioni introduce gli studenti allo studio delle caratteristiche di efficienza delle diverse forme organizzative e li induce ad interrogarsi sulle forze economiche che determinano i limiti e le dimensioni dell'impresa. Le lezioni che seguono sono dedicate ad analizzare le alternative strutturali di organizzazione interna ed esterna e la loro coerenza con gli obiettivi strategici dell'impresa. Un'attenzione particolare in questa parte del modulo è dedicata ai problemi di incentivazione in presenza di asimmetrie informative. Esaurito il tema del coordinamento dei piani e delle azioni all'interno dell'impresa, il corso si rivolge ad analizzare il comportamento delle organizzazioni alla periferia, concentrando lo studio sulle determinanti di integrazione verticale ed orizzontale e sulle strategie di accordo.

## **Bibliografia**

Testi consigliati:

- P. Milgrom e J. Roberts, "Economia, Organizzazione e Management", Il Mulino, 1994.  
S. Rossetto, "Manuale di Economia e Organizzazione d'Impresa", UTET, 1999  
H. Varian, "Microeconomia", Cafoscarina, 1993.

## **Modalità d'esame**

Prova scritta e prova orale.

## 01AWZ OTTICA QUANTISTICA

Docente:	Mario VADACCHINO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	5

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso fornisce, la conoscenza delle tecniche per un'analisi quantistica del comportamento dei sistemi ottici. Saranno illustrate, a livello introduttivo, le problematiche sia concettuali che applicative dei moderni sviluppi dell'ottica quantistica.

### Prerequisiti

Si richiede una conoscenza dei fondamenti della meccanica quantistica.

### Programma

Stati coerenti: definizione, proprietà e realizzazione. Funzioni di operatori di creazione ed annichilazione; tecniche operatoriali e trasformazioni che utilizzano gli stati coerenti. Stati *Squeezed*: definizione, proprietà e realizzazione  
Interazione Atomo-Radiazione: l'emissione spontanea a quella stimolata. Il coefficiente di Einstein.

Principi di meccanica stocastica, equazione di Fokker-Planck. Utilizzo degli stati coerenti nell'analisi dei fenomeni quantistici. Esempi vari: l'operatore parametrico ottico (OPO) ed il miscelatore a quattro onde.

Descrizione quantistica della dinamica di un sistema in interazione con il bagno termico; *Master Equation*.

Teoria semiclassica del laser: l'equazione di Maxwell-Bloch. Soluzioni elementari ed analisi di stabilità. Un caso quantistico: il modello di Jaynes-Cummings.

La misura in meccanica quantistica: definizione e problemi. La misura di una forza classica ed il limite *standard* quantistico. Le misure *back action evading*.

Statistica dei fotoni. Le funzioni di correlazione. Teoria semiclassica della coerenza ottica. Distribuzioni *bunched* e *antibunched*. L'esperimento di Handbury-Brown-Twiss e quello di Arecchi.

Gli stati *entangled*; definizione, realizzazione ed applicazioni.

### Laboratori e/o esercitazioni

Le esercitazioni, di carattere prevalentemente teorico, consisteranno nello sviluppo approfondito di applicazioni.

### Bibliografia

Appunti delle lezioni del docente.

W.H. Louisell, "Quantum Statistical Properties of Radiation" Wiley, New York, 1973.

M. Sargent, M.O. Scully, W.E. Lamb jr., "Laser Physics", Addison-Wesley, Reading, 1973.

### Modalità d'esame

L'esame consisterà nella redazione di una tesina scritta riguardante l'analisi di un lavoro scientifico relativo agli argomenti svolti nel corso ed in una esposizione orale dello stesso lavoro.

# 01BXB PONTI RADIO E SATELLITI

Docente:	Mario PENT
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CEH oppure (01AIO e 01CXJ), 01BUD
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di affrontare, mediante lo sviluppo di argomenti particolari (nello specifico, Ponti Radio numerici a microonde e Satelliti per Telecomunicazioni), i problemi di "sistemistica" nelle telecomunicazioni, con particolare riguardo alla utilizzazione da parte di una molteplicità di soggetti di risorse comuni condivise.

## **Prerequisiti**

Principi di modulazioni numeriche; elementi di elettromagnetismo e propagazione

## **Programma**

Richiami di Propagazione e Antenne: Propagazione nello spazio libero. Modelli di antenne. Propagazione in atmosfera: assorbimento, rifrazione, diffrazione e riflessione. Rumore di antenna

Ponti Radio: Architettura e componenti principali del ripetitore. La tratta in propagazione. Ripetitori passivi. Fading: cause, modelli per fading piatto, effetti, disponibilità. Tecniche di diversità di spazio. Fading selettivo: cause, effetti. Interferenze nei Ponti Radio. Osservazioni conclusive

Satelliti per Telecomunicazioni: Richiami storici. L'ambiente spaziale. Propagazione e antenne. Il ripetitore di bordo. Link Budget. Accesso multiplo: FDMA - TDMA - CDMA. Impiego del ripetitore rigenerativo. Diffusione TV da satellite. Radio Diffusione da satellite. Frequency Reuse. Aspetti di convenienza economica. Osservazioni conclusive. Esercitazioni di calcolo - Visite tecniche (torre radio e relativi impianti)

## **Bibliografia**

Appunti e note tecniche distribuite dal docente

Testi di riferimento e consultazione:

Comitato Scientifico CSELT, IL FUTURO DELLA RADIO, vol. I e II, UTET, Torino

S. Tirrò (ed), SATELLITE COMMUNICATION SYSTEM DESIGN, Plenum Press, New York, 1993

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno

## **Modalità d'esame**

Accertamento scritto.

# 01BYI      PROCESSI TECNOLOGICI

Docente:	Claudio PAPUZZA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è quello di fornire allo studente una visione sufficientemente ampia, approfondita ed aggiornata delle attuali tecnologie di realizzazione di dispositivi elettronici ed optoelettronici di maggiore impiego (in silicio e semiconduttori composti). Visione che permetta un'analisi critica dell'intero flusso tecnologico dei singoli passi di processo richiesti nella realizzazione dei vari dispositivi.

## **Prerequisiti**

Per la comprensione e la capacità di gestire i concetti tecnologici è necessaria una buona padronanza delle nozioni di base di Fisica I e II, di Chimica generale, di Dispositivi Elettronici e di Stato Solido.

## **Programma**

Materiali: Natura e proprietà e richiami di struttura a bande dei semiconduttori. Caratterizzazioni microanalitiche tramite microscopia elettronica (SEM.) Caratterizzazioni strutturali (parametro reticolare e dislocazioni) tramite diffrazione X. Caratterizzazione elettrica (resistività) ed ottica (fotoluminescenza) del Si e dei composti III V.

Processi tecnologici Tecnologia del vuoto e delle aree a contaminazione controllata. Processi di crescita di monocristalli di Si e GaAs per la realizzazione dei substrati. Principi e tecniche di crescita di strati sottili epitassiali (MBE, VPE, MOCVD). Scelta dei materiali e tecnologie di deposizione di strati metallici tramite evaporazione o sputtering. Deposizione di strati dielettrici per sputtering e CVD. Tecniche di ossidazione del Si. Fotolitografia ottica ed elettronica. Processi di incisione a secco ed a umido. Drogaggio per diffusione termica e per impiantazione ionica.

## **Bibliografia**

S.M.Sze, "Dispositivi a semiconduttore" Biblioteca Scientifica HOEPLI, 1991  
S.P. Muraka, M.C. Peckerar "Electronic Science and Technology" Academic Press, Inc.  
S.M.Sze, "VLSI TECHNOLOGY" Mc Graw Hill Book Company  
Gary E McGuire "Semiconductor Materials and Process Technology Handbook" Noyes Publications

## **Controlli dell'apprendimento**

Esame finale

## **Modalità d'esame**

Esame orale basato su tre domande in cui è richiesto di descrivere e commentare i vari passi tecnologici evidenziando le correlazioni e le criticità tra scelte tecniche e i risultati ottenibili.

# 01BZJ PROGETTAZIONE DI SISTEMI A RETI DI CODE

Docente:	Donato CARLUCCI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01ABM
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

È noto che numerosi sistemi moderni, ad esempio le reti di calcolatori, sono caratterizzati da strutture a grandi dimensioni. Al fine di garantire la funzionalità di sistemi di questo tipo, si rende necessario il coordinamento ed il controllo delle interazioni fra i sottosistemi. Di conseguenza, all'interno di una rete complessa, assume particolare importanza il dimensionamento delle code e dei flussi.

Seguendo il corso, l'allievo viene preparato alla definizione dei problemi attraverso la presentazione dei risultati teorici e delle soluzioni per le strutture delle reti, aperte e chiuse, di code di tipo classico.

In una seconda fase, l'allievo viene guidato verso l'approfondimento delle metodologie, sulla base di casi di studio quali ad esempio sistemi informatici complessi, con l'obiettivo di apprendere le tecniche di analisi e di controllo di sistemi di struttura innovativa.

## **Prerequisiti**

Si richiede la conoscenza di tutti gli argomenti sviluppati nel corso di "Analisi dei sistemi ad eventi discreti".

## **Programma**

Il programma del corso comprende i seguenti argomenti principali:

- reti aperte di code;
- reti chiuse di code;
- progettazione e controllo di un sistema a code;
- affidabilità dei componenti e dei sistemi;
- problemi di schedulazione.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni sono condotte in aula e comprendono, per ogni punto del programma, la presentazione sia di esercizi completamente svolti in aula dal docente sia di esercizi consigliati, da discutere con il docente dopo un approfondimento personale degli argomenti. In particolare, sono trattati in maniera dettagliata i punti seguenti:

- esempi di analisi di reti aperte di code;
- esempi di analisi di reti chiuse di code;
- definizione dettagliata algoritmi per l'analisi dei valori medi delle lunghezze delle code;
- applicazione del metodo Monte Carlo per la simulazione di sistemi a code.
- progettazione di algoritmi di controllo di sistemi a code.

## **Bibliografia**

Donato Carlucci e Giuseppe Menga "Teoria dei Sistemi ad eventi Discreti", UTET, Torino, 1998

### Testi ausiliari

M. Tibaldi: Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox, Progetto Leonardo, Bologna.

C. G. Cassandras: Discrete Event Systems: Modeling and Performance Analysis, Irwin and Aksen Associates, 1993.

### Modalità d'esame

È previsto che l'esame si svolga in forma scritta. Modi differenti di svolgimento dell'esame quali ad esempio lo svolgimento di temi particolari saranno eventualmente concordati con il docente previa presentazione in aula, a tutti gli allievi del corso, dei temi in oggetto.

# 01BZM PROGETTAZIONE DI SISTEMI DIGITALI

Docente:	Eros PASERO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01ATG
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso vuole mettere in grado gli studenti di sviluppare un progetto in forma completamente autonoma, dalla fase di specifica alla fase di realizzazione. Nel corso del primo laboratorio gli studenti, a gruppi di due, dovranno realizzare e testare un circuito integrato digitale basato su FPGA Xilinx. Nel corso del secondo laboratorio dovranno invece progettare e verificare una schedina per RAM SIMM per PC. Tre laboratori "hardware" permetteranno inoltre agli studenti di utilizzare strumentazione avanzata per il testing di circuiti digitali veloci.

## **Prerequisiti**

È consigliabile una conoscenza dei concetti di base di circuiti logici combinatori e sequenziali. Gli allievi in grado di lavorare in VHDL potranno sviluppare il progetto utilizzando appositi compilatori. Gli altri studenti comunque potranno disegnare il circuito con CAD tradizionali.

## **Programma**

Il corso prevede 3 laboratori e un breve percorso teorico. Nel primo laboratorio verrà utilizzato il software Xilinx Foundation per progettare, simulare e implementare un'interfaccia tra una tastiera numerica e un display a 3 cifre. Gli studenti avranno un PC, il programma Xilinx Foundation e una scheda prototipo della Xilinx su cui lavorare e portare a termine il progetto in 20 ore. Il secondo laboratorio è organizzato sulla piattaforma CADENCE, con cui ogni studente potrà progettare, simulare e verificare, nell'arco di 10 ore, una schedina di memoria dinamica per un banco da 64 Mbyte di memoria. Il terzo laboratorio prevede 3 esercitazioni in LADISPE per verificare i concetti appresi durante il corso di Elettronica ad Alta velocità su circuiti reali (12 ore). Nella parte teorica verranno presentati i progetti da sviluppare nei 3 laboratori, l'uso dei relativi software e delle problematiche progettuali e verrà presentato un breve corso sui Sistemi Neurali Artificiali.

## **Bibliografia**

Dispense del corso fornite gratuitamente dal docente  
Foundation Xilinx Student edition, CD+libro, Prentice Hall - Hoepli

## **Controlli dell'apprendimento**

Ogni gruppo dovrà presentare pubblicamente (15') i risultati del proprio lavoro ai compagni di corso. Questi, con domande e valutazioni, forniranno ai vari gruppi utili "autovalutazioni" sullo stato dei lavori.

## **Modalità d'esame**

Il corso non prevede alcun accertamento finale. Ogni studente dovrà dimostrare, durante i laboratori, il funzionamento dei propri progetti davanti al docente. Il funzionamento dei progetti costituirà la prova del superamento dell'esame. Ogni studente dovrà inoltre presentare 3 relazioni (una per ognuno dei 3 laboratori) che attestino la sua effettiva conoscenza dell'argomento. Gli studenti che, al termine della frequenza prevista, non avessero finito in tempo utile i progetti potranno continuare in forma autonoma i lavori durante l'estate, con le stesse modalità di valutazione degli altri. La sessione autunnale costituisce quindi l'ultima possibilità di sostenere l'esame

# 01CAH    PROGETTO DEL CONTROLLO DI UN PROCESSO

Docente:	Donato CARLUCCI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01BRR
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di applicare le principali metodologie di progetto del controllo dei processi con particolare riferimento ai processi industriali. Nel corso vengono applicati e confrontati, su modelli di sistemi reali, differenti metodi di sintesi del controllo idonei per la realizzazione in forma digitale. Ampio spazio viene dedicato alle strutture robuste di controllo per sistemi reali, cioè per sistemi in presenza di incertezze sia relative all'impianto da controllare sia relative all'ambiente in cui esso opera. A questo scopo, sono presentati numerosi esempi di applicazione dove il progetto viene sviluppato ponendo cura: alla scelta della strumentazione di misura e dei dispositivi di attuazione, alla modellistica del processo, alla individuazione degli aspetti energetici dominanti, al progetto propriamente detto, alla valutazione delle prestazioni ed al bilancio tra costi e benefici.

Le lezioni sono dedicate alla definizione, sulla base di numerosi casi di studio, dei criteri di scelta di una precisa struttura di controllo da adattare al tipo di impianto considerato. In questa parte del corso, le esercitazioni si svolgono in aula ed anche in laboratorio dove gli allievi hanno la possibilità di definire le specifiche di progetto e di valutare, mediante l'uso di programmi di calcolo già predisposti, le prestazioni del sistema realizzato.

## **Prerequisiti**

Si richiede la conoscenza di tutti gli argomenti sviluppati nel corso di "Metodologie e progetto del controllo dei processi".

## **Programma**

Il programma comprende i seguenti argomenti:

presentazione e delimitazione dei casi di studio. Uso di modelli semplificati per il progetto del controllo. Valutazione dell'incertezza tra sistema reale e modello usato per il progetto;

definizione dei criteri di selezione della struttura del controllo per l'impianto considerato; scelta, per ogni impianto oggetto di studio, della legge di controllo da implementare e delle specifiche di progetto ad essa associabili;

valutazione dell'affidabilità di un sistema di controllo: criteri generali e metodi di simulazione;

validazione del progetto, valutazione di costi (hardware e software) e dei benefici.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Il programma comprende i seguenti punti principali:

controllo di sistemi elettromeccanici e simulazione al calcolatore delle prestazioni;

controllo di velocità angolare e di orientamento di un satellite. Simulazione al calcolatore e valutazione della precisione sull'orientamento;

controllo di un sistema di prova per motori a combustione interna. Simulazione al calcolatore;

controllo di un robot. Simulazione al calcolatore;  
localizzazione e controllo mediante semafori stradali di un veicolo viaggiante su una rete viaria conosciuta. Simulazione al calcolatore;  
progetto di sistemi di controllo del volo;  
progetto dei sistemi di controllo di un alternatore elettrico.

### **Bibliografia**

Sono a disposizione appunti del corso, lezioni ed esercitazioni, forniti dal docente.

#### *Testi ausiliari*

M. Tibaldi: Note Introduttive a MATLAB e Control System Toolbox, Progetto Leonardo, Bologna.

M. Tibaldi: Progetto di sistemi di controllo. Pitagora Editrice, Bologna

C. Bonivento, C. Melchiorri, R. Zanasi. Sistemi di controllo digitale. Progetto Leonardo, Bologna.

G. F. Franklin, J. D. Powell, M. L. Workman. Digital Control of Dynamic Systems.

### **Modalità d'esame**

Prova orale e consiste nella discussione dettagliata del progetto eseguito dall'allievo, dei criteri di scelta e dei risultati conseguibili.

## 01CAP PROGETTO DI SISTEMI DI CONTROLLO (INF)

Docente:	Giovanni FIORIO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ABY
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

L'insegnamento riguarda: le prestazioni richieste ai sistemi dotati di controllo; la struttura dei sistemi di controllo; il progetto degli organi di controllo e la realizzazione digitale dei medesimi.

### **Prerequisiti**

Lo studente deve avere bene presenti le conoscenze del primo modulo 01ABY - Analisi di sistemi per il controllo - per seguire agevolmente il corso, ma può dare l'esame di questo secondo modulo senza avere ancora superato quello del primo.

### **Programma**

Specifiche per la qualificazione dei sistemi dotati di controllo. Enunciato del problema del controllo automatico in forma matematica. Specifiche sulla rapidità di risposta e sul margine di stabilità. Specifiche sulla precisione di controllo. Specifiche sull'attenuazione dei disturbi, sull'attività del comando e sulla robustezza.

Strutture particolari dei sistemi di controllo monovariabili e loro proprietà ai fini del soddisfacimento delle specifiche.

Progetto degli organi di controllo per sistemi monovariabili, con particolare riguardo all'adattamento dei parametri dei compensatori di larga diffusione industriale. Orientamenti per la scelta della forma degli organi di controllo: sintesi diretta con uno e con due gradi di libertà nella scelta della forma dei blocchi componenti.

Introduzione allo studio del controllo digitale. Componenti digitali dei sistemi di controllo. La trasformata zeta e le sue principali proprietà. Le funzioni di trasferimento in zeta. I problemi dell'interconnessione di sistemi digitali con sistemi analogici. Progetto di sistemi digitali di controllo mediante discretizzazione dei corrispondenti sistemi analogici.

### **Bibliografia**

- G. Fiorio "Controlli automatici con elementi di teoria dei sistemi", CLUT, 1992  
"Controlli automatici: ultima parte" fascicolo complementare aggiornato ogni anno  
G. Fiorio e S.Malan: "Esercitazioni di controlli automatici", CLUT, 1990

### **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previsti. È previsto l'impegno di ore ausiliarie per l'uso di un supporto "software" necessario al progetto di sistemi di controllo.

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste nel progetto di un sistema di controllo e si svolge in uno dei Laboratori di Informatica di Base (LAIB 3 o LAIB 4) con l'ausilio di un opportuno supporto "software". Il materiale che si deve portare o che non si può portare all'esame è identico a quanto detto per le modalità d'esame del primo modulo 01ABY.

## **01CAR    PROGETTO DI SISTEMI DI CONTROLLO (SPEC.)**

Docente:	<b>Giuseppe MENGA</b>
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01ABX
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

Questo è il secondo dei due moduli di controlli automatici per l'indirizzo specialistico di automatica.

Questo modulo è dedicato al progetto del controllo in controeazione.

### **Prerequisiti**

Sono prerequisiti per poter seguire il corso una cultura generale sulla modellistica dei sistemi dinamici e sui problemi di controllo.

### **Programma**

Analisi delle specifiche di un sistema di controllo;

Il progetto per tentativi, basato sull'andamento in frequenza della funzione d'anello;

Il progetto con tecniche di sintesi mediante rappresentazioni in variabili di stato, avente come obiettivo garantire un limite superiore della norma H-infinito dell'operatore disturbi-uscite in catena chiusa;

Esempi di studio di sistemi continui, a dati campionati, ad un solo ingresso e una sola uscita, e multivariabili.

### **Bibliografia**

Donato Carlucci, Giuseppe Menga, Teoria dei sistemi ad eventi discreti, UTET 1998

*Giuseppe Menga Controlli Automatici libro di dispense edito dal docente*

### **Modalità d'esame**

L'esame è costituito da una prova scritta. Se la prova viene superata i voti compresi fra 19 e 24 sono di norma esonerati dall'orale, le votazioni inferiori richiedono un orale per poter superare l'esame, le votazioni superiori richiedono un orale per avere confermato il voto della prova scritta.

# 01CAS PROGETTO DI SISTEMI DI CONTROLLO (TLC)

Docente:	Vito CERONE
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CYV
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo presenta metodologie e strumenti per l'analisi, la simulazione, il progetto e la verifica di sistemi di controllo sia a tempo continuo sia a dati campionati. In particolare vengono considerati sistemi dinamici con un ingresso ed una uscita, lineari, stazionari a dimensione finita. Le problematiche relative alle rappresentazioni non lineari ed ai sistemi dinamici MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) saranno presentate sommariamente.

## **Prerequisiti**

Il modulo presuppone la conoscenza dei contenuti trattati nel modulo di Analisi di Sistemi Dinamici.

## **Programma**

Introduzione ai sistemi di controllo a controeazione.

La stabilità dei sistemi di controllo a controeazione.

Le caratteristiche dei sistemi di controllo a controeazione con un solo ingresso ed una sola uscita.

Metodi di sintesi per tentativi basati sull'impiego della risposta in frequenza.

Assegnazione degli autovalori.

Progetto di sistemi di controllo a dati campionati nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza.

## **Bibliografia**

Non esiste un testo ufficiale. Una buona parte dei contenuti del corso è riportata in: A. Isidori, Sistemi di controllo, volume primo, Siderea, Roma.

*Un testo di riferimento per le esercitazioni di laboratorio (Matlab e Simulink) è il seguente:*

A. Cavallo, R. Setola, F. Vasca, Guida operativa a MATLAB, SIMULINK e Control Toolbox, Liguori Editore.

*Testi di approfondimento:*

P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, Fondamenti di controlli automatici, McGraw-Hill Libri Italia srl, 1998. G. F. Franklin, J. D. Powell and Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley, 1994.

G. F. Franklin, J. D. Powell and M. L. Workman, Digital Control of Dynamic Systems Addison-Wesley, 1997.

## **Controlli dell'apprendimento**

Non previsti.

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta svolta in laboratorio (LAIB) con l'ausilio di un calcolatore.

Indicazioni più dettagliate verranno date ad inizio corso.

# 01CAT PROGETTO DI SISTEMI DIGITALI I

Docente:	Paolo PRINETTO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01ADU oppure 01CHJ
N. crediti:	5

---

## **Programma**

- Le varie fasi del progetto [5]
- La rappresentazione dei circuiti digitali [3]
- Il linguaggio VHDL [8]
- Strumenti per la simulazione e la sintesi [2]
- Descrizioni comportamentali e relative simulazioni [8]
- Blocchi elementari a livello logico [2]
- Sintesi automatica e relativi esercizi [2]
- Sintesi manuale di circuiti combinatori a livello logico [4]
- Sintesi manuale di circuiti sequenziali a livello logico [6]
- Sintesi parzialmente automatica di circuiti combinatori e sequenziali [2].

## **Laboratori e/o esercitazioni**

- Introduzione agli strumenti di descrizione, simulazione e sintesi automatica [4]
- Esempi di descrizione, simulazione e sintesi automatica [6]
- Esempi di sintesi parzialmente automatica [2]

## **Bibliografia**

- Reti Logiche: Esercizi risolti e commentati*, A.Benso, F.Corno, P.Prinetto - Esculapio (Bo), Marzo 1997
- VHDL Made Easy*, D. Pellerin, D. Taylor - Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1997
- Copie dei lucidi utilizzati a lezione

## **Modalità d'esame**

- Compito scritto

# 01CAU    PROGETTO DI SISTEMI DIGITALI II

Docente:	Paolo PRINETTO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CAT
N. crediti:	6

---

## **Programma**

- Blocchi elementari a livello RT [2]
- Regole di progetto [2]
- Sintesi a livello RT [8]
- Sintesi a livello RT a partire dal VHDL [2]
- Introduzione alle FSM complesse [4]
- Sintesi a livello system ed RT di macchine a stati finiti complesse e concorrenti [16]
- Sintesi a livello logico di macchine a stati finiti complesse e concorrenti [2]
- Introduzione al collaudo dei sistemi digitali [6].

## **Bibliografia**

- Reti Logiche: Esercizi risolti e commentati*, A. Benso, F. Corno, P. Prinetto - Esculapio (Bo), Marzo 1997
- VHDL Made Easy*, D. Pellerin, D. Taylor - Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1997
- Copie dei lucidi utilizzati a lezione

## **Modalità d'esame**

- Compito scritto (2/3 del voto finale)
- Svolgimento di un lavoro individuale (1/3 del voto finale)

# 01CAW PROGETTO DI SISTEMI INTEGRATI

Docente:	Gianluca PICCININI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ADX oppure 01CRC
N. crediti:	3

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso è il compendio ai corsi di Architettura dei Sistemi Integrati e di Tecnologia dei Sistemi Integrati. Obiettivo del corso consiste nell'illustrare le principali metodologie di progetto circuiti e sistemi integrati e di porle in pratica su casi di studio in laboratorio CAD. Si descrivono ed analizzano alcune soluzioni architetture significative, descritte e simulate mediante il linguaggio VHDL. I progetti si sviluppano a partire da semplici blocchi funzionali fino a descrivere architetture di sistemi complessi di elaborazione. Per consentire un effettivo apprendimento anche degli aspetti operativi il corso accompagna per un intero semestre i moduli di architettura e tecnologie.

## **Prerequisiti**

Il corso verte su aspetti di progettazione integrata di sistemi pertanto è requisito necessario seguire contestualmente i corsi di Architettura dei Sistemi Integrati e/o di Tecnologia dei Sistemi Integrati.

## **Programma**

Le attività in aula vertono sulla applicazione di concetti visti durante i moduli concomitanti, in particolare sono svolti esercizi di analisi, valutazione e progetto relative alle principali parti di sistema, quali:

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

## **Bibliografia**

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

*Testo ausiliario:*

R.Lipsett, C.Schaefer, C.Ussery, "VHDL, Hardware description and design", Kluwer

## **Controlli dell'apprendimento**

Durante lo svolgimento del corso non verranno svolti controlli formali dell'apprendimento.

## **Modalità d'esame**

Esame orale con valutazione del quaderno di laboratorio e dell'eventuale lavoro di progetto facoltativo.

# 01CAX    PROGETTO DI SISTEMI OPERATIVI

Docente:	Pietro LAFACE
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ADY
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di illustrare le tecniche di gestione efficiente delle risorse di un sistema di elaborazione (processori, memorie, periferici, ecc.). Sono presentate inoltre le tecniche di programmazione di sistema mediante l'analisi e l'utilizzo delle chiamate di sistema di Unix.

## **Prerequisiti**

Conoscenza del meccanismo delle interruzioni, e dei fondamentali tipi di strutture dati ed algoritmi. Buona conoscenza del linguaggio C. Tecniche per la programmazione concorrente.

## **Programma**

Gestione della memoria: segmentazione, paginazione e swapping.

Schedulazione dei job.

Gestione delle unità periferiche: gestione terminali, gestione degli accessi a disco.

Gestione degli archivi.

Protezione delle risorse e delle informazioni.

Sistemi operativi distribuiti.

## **Bibliografia**

Silbershatz A., P. Galvin, "Operating System Concepts", Quinta Edizione, Addison Wesley Publishing Company, 1997

Cornes P., "The LINUX A-Z", Prentice Hall

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno durante il corso

## **Modalità d'esame**

L'esame è scritto e verte sui contenuti svolti durante le lezioni e le esercitazioni e prevede:

lo sviluppo di un tema di programmazione concorrente in linguaggio C

la conoscenza degli algoritmi e delle strutture interne dei sistemi operativi presentati a lezione

la conoscenza approfondita delle chiamate di sistema

# 01CBI PROGRAMMAZIONE AD OGGETTI

Docente:	Angelo SERRA
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01ASI oppure 01ADU
N. crediti:	4

---

## Obiettivi generali del corso

Il modulo ha lo scopo:

- di introdurre il paradigma ad oggetti per l'analisi, il progetto e la programmazione di sistemi software complessi;
- nell'ambito del modulo sarà illustrata la metodologia OMT per l'analisi ed il progetto e sarà utilizzato il linguaggio C++ per la programmazione.

Il modulo prevede lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni di laboratorio.

## Programma

- Linguaggio C++: estensioni al C, reference, const, new, delete; classi, data/function members, private/public, constructor, copy constructor, operator overloading, inheritance, polimorfismo, dynamic binding.
- OMT, object model, classi, associazioni, aggregation, generalization.
- OMT, dynamic model, event flow, event trace, state diagrams, object interaction diagram;
- Object oriented analysis, object oriented design;
- Design Patterns: Iterator, Composite, Decorator

## Laboratori e/O esercitazioni

Verranno proposte alcune esercitazioni pratiche allo scopo di esemplificare e sperimentare le tecniche apprese durante il corso. Le esercitazioni saranno svolte utilizzando principalmente elaboratori della classe Personal Computer sotto il sistema operativo WINDOWS95.

1. dato un file di testo, stampare sul monitor il testo formattato (righe centrate, giustificate)
2. editor grafico: rappresentazione poligoni e sottoclassi
3. simulazione sistema ferroviario: sono dati l'elenco dei treni e dei percorsi. Pattern Iterator
4. simulazione del controllo di una cella di assemblaggio bulloni. Pattern Composite
5. simulazione routing messaggi su una rete di calcolatori: Pattern Decorator

## Bibliografia

Rumbaugh J. e altri, "Object Modelling Technique", Prentice Hall, 1991.

Lippman S., "C++: corso di programmazione", Addison Wesley, 1993.

Lucidi del corso, esempi, esercitazioni sono disponibili all'URL [www.polito.it/~Ulisse/F5012](http://www.polito.it/~Ulisse/F5012)

## Modalità d'esame

L'esame può essere superato nei modi seguenti.

- ESONERI in itinere (scritti):

Votazione massima: 30 lode.

- PROVA SCRITTA IN AULA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- TESINA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- SOLO ORALE: qualora si abbia superato gli esoneri (scritti) oppure lo scritto oppure la tesina in almeno uno dei due rimanenti moduli del corso di Sistemi Informativi II: Votazione massima: 30
- SOLO ORALE su un sottoinsieme del programma: qualora la condizione precedentemente indicata non sia soddisfatta: Votazione massima: 24.

Gli esoneri prevedono prove scritte di teoria e di programmazione sequenziale in C++ sotto WINDOWS95.

La prova scritta consiste nella programmazione sequenziale in C++, sotto WINDOWS95, di una applicazione concorrente.

Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

Per poter accedere alla prova orale occorre sia avere realizzato il programma funzionante (su dischetto da 3" \_ per verifica su PC) relativo al proprio elaborato, in C++, sviluppato in occasione della prova scritta di programmazione, sia essere in possesso della raccolta delle proprie relazioni relative alle esercitazioni pratiche proposte durante il corso.

Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenze, esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

## 01EAF PROGRAMMAZIONE AVANZATA IN C (ELN)

Docente:	Aldo LAURENTINI
Periodo:	3°, 4°
Precedenze obbligatorie:	01CQH
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Fornire le nozioni necessarie per la programmazione avanzata in C, e sviluppare in C una serie di esempi significativi. Sviluppare alcuni esempi di programmi in assembler

### **Prerequisiti**

Contemporanea frequenza ai moduli I e II

### **Programma**

- Programmazione avanzata nel linguaggio C (puntatori, file, strutture dati complesse, recursione)
- Sviluppo e test in laboratorio di programmi che realizzano vari algoritmi, tra cui quelli sviluppati nel modulo I
- Sviluppo programmi in assembler 8086

### **Bibliografia**

B.W. Kernighan, D.M. Ritchie, *"The C Programming Language"*, Prentice Hall

A.M. Tenenbaum, Y. Langsam, M.J. Augenstein, *"Data structures using C"*, Prentice-Hall

P. Prinetto, M. Sonza Reorda, *"Esempi di programmazione in linguaggio C"*, Levrotto&Bella, Torino  
P. Prinetto, M. Rebaudengo, M. Sonza Reorda, *"Il linguaggio di Programmazione Assembler 8086"*, Levrotto&Bella, Torino

### **Modalità d'esame**

Prova scritta di programmazione con successiva verifica.

È necessario prenotarsi presso la segreteria studenti.

Ulteriori dettagli sono disponibili sul sito Internet [www.polito.it](http://www.polito.it)

# 01EIG    **PROGRAMMAZIONE DI SISTEMA IN AMBIENTE WINDOWS**

Docente:                                **Marco MEZZALAMA** (Giovanni Malnati)  
Periodo:                                 2°  
N° crediti:                              5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Fornire le conoscenze tecniche per lo sviluppo di applicazioni in ambiente MS Windows. Il corso, partendo da una panoramica dell'architettura dei sistemi operativi Windows 2000, Nt e 9x, intende approfondire l'uso dei principali elementi offerti dalla piattaforma Microsoft a supporto delle applicazioni Windows sia attraverso le API di basso livello che per mezzo di ambienti di sviluppo RAD.

## **Prerequisiti**

Ingegneria del software I, Sistemi Operativi

## **Programma**

- Architettura generale di Windows e differenze tra le diverse versioni
- Il modello di programmazione reattivo (ad eventi)
- Architettura generale di un'applicazione win32
- Creazione di interfacce grafiche basate su API win32
- o Modalità di interazione con l'utente
- Architettura a componenti e modello COM
- o Esempio di utilizzo e creazione di componenti COM
- Programmazione di sistema: processi, threads, e problematiche di sincronizzazione
- Organizzazione e gestione della memoria
- Librerie a caricamento dinamico (DLL)

## **Laboratori e/o Esercitazioni**

All'interno del corso è previsto lo sviluppo di alcuni esercizi pratici volti a consolidare l'apprendimento dei contenuti esposti. I lavori svolti concorreranno alla definizione del voto finale

## **Bibliografia**

C. Petzold: "Programming Windows", 5<sup>a</sup> edizione, Microsoft Press

Dispense e documentazione del corso

Testi ausiliari:

J. Richter: "Programming Applications for Microsoft Windows", Microsoft Press

## **Modalità di esame**

Prova orale. È richiesto lo sviluppo delle esercitazioni proposte nel corso delle sessioni di laboratorio.

Prova orale. È richiesto lo sviluppo di una tesina.

# 01CBU PROGRAMMAZIONE LINEARE E ALLOCAZIONE DI RISORSE

Docente:	Roberto TADEI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AGH e 01AAV
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso fa parte del filone culturale della Ricerca Operativa, la quale ha come obiettivo la costruzione di modelli razionali per la rappresentazione di problemi complessi e dei relativi algoritmi risolutivi.

Il corso si propone di dotare lo studente degli strumenti di base per modellizzare e risolvere una serie di problemi propri dell'ingegneria informatica e automatica, elettronica e delle telecomunicazioni, con particolare attenzione a quelli relativi all'allocazione di risorse.

La modellizzazione del problema consiste nella formulazione dello stesso in termini di programmazione matematica, cioè nell'individuazione di funzione obiettivo da minimizzare o massimizzare e dei relativi vincoli, mentre la sua risoluzione consiste nella ricerca del minimo o del massimo nel rispetto dei vincoli e richiede l'utilizzo di algoritmi di calcolo. Per tutti i problemi trattati nel corso verranno presentati gli algoritmi più recenti, alcuni oggetto di ricerca presso il Dipartimento, con particolare attenzione alla loro complessità computazionale. Durante il corso verranno proposte agli studenti tesine di ricerca attinenti agli argomenti trattati.

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

## **Prerequisiti**

Algebra lineare, Fondamenti di Informatica.

## **Programma**

Aspetti di base della Programmazione Lineare. Modellizzazione del problema. Soluzioni di base. Teorema Fondamentale della Programmazione Lineare. Metodo del Simplexso. Metodo del Simplexso Revisionato. Dualità. Analisi di Sensitività. Condizioni di complementarità. Metodo del Simplexso Duale. Metodo del Simplexso Primale-Duale. Problema dei Trasporti. Algoritmo di Dantzig. Problema dell'Assegnamento. Algoritmo ungherese.

## **Bibliografia**

R. Tadei, F. Della Croce, Ricerca Operativa e Ottimizzazione, Esculapio, Bologna, 2001.  
D.J. Luenberger, Introduction to Linear and Nonlinear Programming, Addison Wesley, 1984.

Dispense di esercizi fornite dal docente.

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

L'esame è scritto, con una possibile parte orale.

## 01CBW PROPAGAZIONE DI FASCI OTTICI

Docente:	Renato ORTA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CZW, 01BEG
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Questo corso mira a fornire una conoscenza di base dell'ottica moderna, nota anche con il nome di Fotonica. In particolare, verranno discussi gli argomenti connessi con la propagazione libera di fasci gaussiani, l'ottica geometrica e l'ottica diffrattiva.

La presentazione degli argomenti è bilanciata tra discussione dei fondamenti teorici e descrizione di applicazioni. Si farà uso di programmi di simulazione e sono previste esercitazioni di laboratorio.

### **Prerequisiti**

Le conoscenze acquisite nei corsi indicati tra le precedenze obbligatorie

### **Programma**

Ottica geometrica. Formalismo matriciale per lenti, specchi e componenti GRIN.

Ottica ondulatoria: diffrazione di Fresnel e di Fraunhofer

Ottica di Fourier: filtraggio spaziale, olografia

Ottica dei fasci: fasci gaussiani e risonatori aperti

Ottica elettromagnetica: mezzi dielettrici isotropi e anisotropi. Fenomeni di assorbimento e dispersione

### **Bibliografia**

B.E.A. Saleh, M.C. Teich, "Fundamentals of Photonics", Wiley 1991

D. Marcuse, "Light transmission optics", Van Nostrand Reinhold 1972

R. Orta, "Appunti di componenti e circuiti ottici" CLUT

### **Controlli dell'apprendimento**

Non sono previste prove durante il corso.

### **Modalità d'esame**

Esame orale.

# 01CBX PROPAGAZIONE GUIDATA E COMPONENTI A MICROONDE

Docente:	Gian Paolo BAVA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01BJA oppure 01BEG
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Scopo del corso è di fornire metodi di studio e di progetto di componenti, dispositivi e circuiti di interesse nel campo delle microonde, in guide metalliche e dielettriche ed in strutture adatte a circuiti integrati. Sono anche introdotti cenni sistemistici: collegamenti e circuiti di elaborazione dei segnali.

## Prerequisiti

È indispensabile la conoscenza dei contenuti delle materie fondamentali, in particolare *Campi elettromagnetici*.

## Programma

- A) Richiami e generalizzazioni sulla propagazione guidata; eccitazione ed accoppiamento dei modi e delle guide; componenti vari e loro impiego; progetto di circuiti.
- B) Parametri *scattering* e loro uso; connessione di strutture e riflessioni multiple; circuiti e componenti non reciproci; strutture con tre e quattro porte; esempi ed applicazioni.
- C) Guide non uniformi ed accoppiamento dei modi; problematiche e loro classificazione con applicazioni varie; strutture periodiche e loro interesse; applicazione ai tubi per microonde.

## Bibliografia

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

*Testi ausiliari, per approfondimenti:*

R.E. Collin, *Foundations for microwave engineering*, McGraw-Hill, 1992.

## Controlli dell'apprendimento

Durante il periodo didattico saranno assegnati esercizi da svolgere a casa; sulle soluzioni di tali esercizi lo studente potrà autocontrollare l'apprendimento.

## Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta, basata sullo sviluppo di alcuni brevi elaborati (esercizi numerici e/o discussione su tematiche sviluppate nel corso); non si richiedono dimostrazioni.

Se l'esito della prova scritta è positivo lo studente può accettare il voto proposto o chiedere di sostenere la prova orale. Se l'esito dello scritto corrisponde ad un voto compreso tra 15 e 17/30, la prova orale è obbligatoria.

# 01CBZ PROPAGAZIONE TROPOSFERICA E IONOSFERICA

Docente:	Giovanni PERONA
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BJA oppure 01BEG
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso intende descrivere i fenomeni fisici che determinano le caratteristiche della propagazione delle onde elettromagnetiche in troposfera e ionosfera.

## **Prerequisiti**

Oltre alla precedenza obbligatoria richiesta, i prerequisiti sono di carattere generale (fisica, analisi matematica ed elementi di informatica).

## **Programma**

### **I. Bande di frequenza e loro uso**

### **II. Principi di ottica e geometrica**

### **III. Propagazione toposferica**

Indice di rifrazione dell'atmosfera terrestre, rifrattività e raggio equivalente terrestre.

*Ducting* troposferico, propagazione in presenza di pioggia e nebbia.

Zone di Fresnel e propagazione in presenza di ostacoli.

Cenni di scattering da superfici ruvide.

### **IV. Propagazione ionosferica**

Indice di rifrazione nei plasmi freddi ad alta frequenza.

Descrizione della ionosfera terrestre e suoi effetti sulla propagazione delle onde radio.

Cenni sulla velocità di gruppo nei plasmi.

## **Bibliografia**

- Quaderni su vari capitoli del corso e copia delle trasparenze sono disponibili su un sito Internet reso accessibile agli studenti mediante password.
- Livingston, "Theory of microwave propagation", Prentice-Hall, 1970.

## **Controlli dell'apprendimento**

Esercitazioni in aula.

## **Modalità d'esame**

Nell'appello immediatamente successivo al corso, gli esami si svolgeranno in forma scritta al calcolatore; in forma orale nei rimanenti appelli.

# 01CCC PROPRIETÀ E PROBLEMATICHE D'USO DEI MATERIALI

Docente:	Fulvio TAIARIOL
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è quello di fornire allo studente una visione sufficientemente ampia, approfondita ed aggiornata delle proprietà dei materiali utilizzati nelle tecnologie elettroniche e delle problematiche che derivano dal loro uso nei prodotti elettronici. La seconda parte del corso denominata "Eco-elettronica" tratterà pertanto aspetti legati alla qualità, sicurezza e impatto ambientale conseguenti al loro impiego. Il corso permetterà di acquisire una capacità di analisi critica per una scelta ottimale dei materiali in ottica di una ingegneria responsabile.

## **Prerequisiti**

Per la comprensione e la capacità di gestire i concetti tecnologici è necessaria una buona padronanza delle nozioni di base di Fisica I e II, di Chimica generale, di Dispositivi Elettronici, di Fisica dello Stato Solido e Processi Tecnologici

## **Programma**

### **PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE DEI MATERIALI**

- Chimica - Fisica dei materiali: Orbitali atomici, orbitali molecolari. Teoria del legame chimico nei solidi; cristallochimica Classificazione per legame chimico dei materiali
- Struttura a Bande: Orbitali atomici e struttura a bande dei solidi cristallini
- Proprietà Meccaniche: Modulo elastico, durezza, rottura fragile, plasticità
- Proprietà Termiche: Conduzione termica, dilatazione, temperature critiche.
- Proprietà Elettriche e Semiconduttive: Conduzione elettrica nei metalli, dielettrici, polimeri. Struttura a bande, natura e valore del gap.
- Proprietà Ottiche: Indice di rifrazione, spettro di assorbimento, proprietà non lineari.
- Proprietà Magnetiche e di Superconduzione: Materiali diamagnetici, paramagnetici, ferro e ferrimagnetici. Proprietà di superconduzione.
- Criteri di scelta dei materiali e selezione: Selezione dei materiali sulla base delle proprietà

### **ECO-ELETTRONICA**

Eco-energetica industriale: Sviluppo sostenibile, il problema ambientale ed energetico, i sistemi industriali, prodotti e servizi. Analisi energetica  
Industria elettronica Eco-orientata: Politica e sistemi di gestione ambientale ISO 14000 ed EMAS Bilancio ambientale. Aziende elettroniche eco-organizzate  
Qualità dei materiali: Controllo qualità materiali e prodotti, riferimenti normativi nazionali ed internazionali, problemi di degradamento  
Materiali e prodotti eco-compatibili: Analisi del ciclo di vita dei prodotti (LCA). Norme ISO 14040 Etichette ecologiche.  
Riciclaggio e fine vita dei materiali elettronici: Il problema dell'Electronic Waste  
Riciclaggio materiali per elettronica e smaltimento Direttive Europee.  
Design for Environment (DFE) Regole di ecoprogettazione Design for disassembly  
Il progettista elettronico e environmental expert.  
Sicurezza nell'uso dei materiali: Tossicità, infiammabilità, schede di sicurezza

## Bibliografia

Verrà fornita per ogni lezione una bibliografia generale mentre a richiesta potrà essere fornita quella specializzata.

All'inizio di ciascun tema verranno consegnate agli studenti copie delle trasparenze presentate a lezione.

*Per eventuali approfondimenti possono essere consultati:*

Flinn, Trojan "Engineering Materials and Their Applications" Houghton Mifflin/Boston

Miller, Mullin "Electronic Materials" Plenum Press

Graedel Allenby "Industrial Ecology" Prentice Hall

G. Baldo "LCA Life Cycle Assessment" Ipaservizi Editore

## Controlli dell'apprendimento

Esame finale

## Modalità d'esame

Esame orale basato su tre domande in cui è richiesto di descrivere e commentare i vari argomenti evidenziando le correlazioni tra le scelte tecniche, i risultati ottenibili e le problematiche d'uso conseguenti.

# 01CCF    **PROPRIETÀ STRUTTURALI DI SISTEMI**

Docente:	<b>Mario MILANESE</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ANA
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è di fornire agli studenti la capacità di:

- Studiare le principali proprietà di un sistema dinamico quali controllabilità, osservazione dello stato, stabilizzabilità a partire da misure degli stati o delle uscite.
- Identificare la funzione di trasferimento di un sistema dinamico a partire da misure ingresso-uscita corrette da rumore, valutando gli intervalli di incertezza dei parametri identificati.

## **Programma**

### **Controllabilità e posizionamento dei poli:**

Sottospazi di raggiungibilità e controllabilità per sistemi lineari invarianti. Forma canonica di controllabilità. Forma canonica di Kalman. Posizionamento dei poli mediante controreazione degli stati, per sistemi controllabili e non controllabili.

### **Osservazione dello stato e regolatore:**

Sottospazio di osservabilità. Forma canonica di osservabilità. Forma canonica di Kalman. Stima asintotica dello stato per sistemi osservabili e non osservabili. Posizionamento dei poli mediante osservatore. Irriducibilità dei sistemi controllabili e osservabili.

### **Stabilità esterna:**

Stabilità esterna e relazione con la stabilità asintotica. Risposta a regime di ingressi periodici.

### **Identificabilità e proprietà strutturali:**

Identificabilità globale, locale e strutturale. Criterio di identificabilità strutturale. Controllabilità e osservabilità strutturali.

### **Identificazione con errori limitati:**

Stima dei minimi quadrati. Errori di stima in presenza di errori non noti ma limitati. Insieme delle stime ammissibili. Stimatori ottimi (a minimi intervalli di incertezza).

## **Laboratori e/o esercitazioni**

Le esercitazioni sono volte a:

1. Addestrare gli studenti ad applicare le metodologie e gli algoritmi presentati a lezione.
2. Utilizzo di strumenti software specifici (Matlab) per la simulazione e l'analisi di sistemi dinamici.

# 01CCT    **PROTOCOLLI PER LE APPLICAZIONI SU INTERNET**

Docente:	Luigi CIMINIERA
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CEG oppure 01CAX oppure 01ADU
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Questo modulo ha lo scopo di illustrare i protocolli che fungono da supporto alla realizzazione di applicazioni nell'ambito Internet.

## **Programma**

- Protocollo IP e protocolli associati (ICMP, ARP, RIP, OSPF, EGP)
- Domain Name Server (DNS)
- Protocolli del livello di trasporto: TCP e UDP.
- Remote Procedure Call.
- Il World Wide Web (WWW) ed il protocollo HTTP.
- Rappresentazione delle informazioni: ASN.1, MIME, tecniche di compressione.
- Tecniche per la crittografia e protocolli per l'autenticazione.
- Protocolli per la posta elettronica (SMTP e MHS) e per a lettura delle news (NNTP).
- Meccanismi di gestione della rete: SNMP.

## **Laboratori e/o esercitazioni**

- Protocolli FTP e Telnet
- Librerie per l'uso di socket collegati a porte TCP e UDP.
- XDR.
- Librerie per la realizzazione di server e clienti che utilizzino le Remote Procedure Call.

L'attività di laboratorio riguarderà la realizzazione di semplici applicazioni che fanno uso diretto del TCP e/o dell'UDP, e la realizzazione di server e clienti che utilizzano le Remote Procedure Call.

## **Bibliografia**

A. S. Tannenbaum *Reti di Computer*, UTET.

## **Modalità d'esame**

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

## 01CCV QUALITÀ DEL SERVIZIO IN RETI TELEMATICHE

Docente:	Andrea BIANCO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CEH oppure 01CCT
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di approfondire alcuni aspetti relativi alle tecniche utilizzate per fornire qualità del servizio differenziata per traffico eterogeneo (video, voce, dati) in reti telematiche. Particolare attenzione è dedicata agli aspetti algoritmici e a quelli di standardizzazione.

### **Prerequisiti**

Sono richieste conoscenze di base sul funzionamento delle reti di telecomunicazioni e sulla rete Internet in particolare.

### **Programma**

Cenni ad architetture di commutatori ATM e router IP  
QoS in Frame Relay  
QoS in ATM. Classi di servizio ATM: CBR, DBR, ABR ed UBR  
QoS in Internet. Intserv e Diffserv  
Algoritmi per QoS: CAC, scheduling, shaping/policing, controllo di congestione  
Instradamento e segnalazione in ATM: la PNNI  
IP su ATM: LAN emulation in ATM, IP classico, NHRP, MPOA, MPLS, IP switching  
Cenni al multicast in ATM ed IP  
Evoluzione verso le reti fotoniche

### **Bibliografia**

La documentazione didattica è disponibile in larga misura sul sito Web di Ateneo.

### **Controlli dell'apprendimento**

Il corso prevede la lettura e l'esame critico di alcuni articoli tratti dalla letteratura scientifica su argomenti collegati a quelli trattati nel corso.

### **Modalità d'esame**

Esame orale.

## 01CDY RETI DI CALCOLATORI II A

Docente:

Periodo:

Precedenze obbligatorie:

N. crediti:

---

**PROGRAMMA NON PERVENUTO**

## 01CDZ RETI DI CALCOLATORI II B

Docente:

Periodo:

Precedenze obbligatorie:

N. crediti:

---

**PROGRAMMA NON PERVENUTO**

# 01CEG RETI E PROTOCOLLI PER IL TRASFERIMENTO DEI DATI

Docente:	Luigi CIMINIERA
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01ASY oppure 01CHJ oppure 01ADU
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Questo modulo ha lo scopo di illustrare le architetture ed i protocolli delle reti di calcolatori che sono orientati al trasferimento di dati fra elaboratori connessi alla rete. Non verranno invece presi in considerazione quei protocolli e servizi che fungono da supporto per le applicazioni distribuite, che sono l'oggetto del modulo successivo.

## Programma

- Introduzione alle tecniche di trasmissione dati, nomenclatura, modello di riferimento ISO OSI.
- Principali caratteristiche dei mezzi trasmissivi e delle tecniche di codifica dei bit.
- Il livello *data link*: generalità, HDLC, reti locali e metropolitane IEEE 802, FDDI, interconnessione di più reti.
- Il livello di *rete*: generalità, X25.
- Reti ATM

## Laboratori e/o esercitazioni

- Modem, fax, RS 232, porta seriale del PC.
- Tecniche per la specifica e la realizzazione dei protocolli.
- Reti pubbliche X28, X29, ISDN.

## Bibliografia

S. Tannenbaum *Reti di Computer*, UTET.

## Modalità d'esame

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

# 01CEH RETI E PROTOCOLLI PER TELEFONIA E PER DATI

Docente:	A. BIANCO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AEQ
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso ha l'obiettivo di descrivere le caratteristiche delle reti di telecomunicazione esistenti ed in corso di sviluppo, spaziando dalla rete telefonica alle reti per dati a commutazione di pacchetto (sia a grandi distanze, sia in aree locali e metropolitane), ad Internet, alle reti integrate (ISDN e B-ISDN), alle reti per utenti mobili, alle reti fotoniche.

## **Prerequisiti**

Sono richieste nozioni di base sulle reti di telecomunicazioni. È consigliabile avere nozioni di base di comunicazioni elettriche e teoria dei segnali.

## **Programma**

Il mondo Internet. Dopo la descrizione dei protocolli base TCP e IP, verrà affrontato il problema della gestione degli indirizzi IP in una rete di dimensione mondiale, verranno descritti i principali algoritmi di instradamento, studiati gli algoritmi di controllo di flusso e di congestione implementati nelle versioni più diffuse di TCP e descritti alcuni protocolli di livello applicativo (FTP, TELNET, SMTP, WWW). Verranno infine forniti alcuni rudimenti del linguaggio HTML.

Reti locali e metropolitane di calcolatori. Si descriverà il mondo delle reti locali di calcolatori, partendo da Ethernet e Token Ring, ed esplorando le evoluzioni verso più alte velocità con Ethernet a 100 Mb/s e a 1 Gb/s e con FDDI, e verso l'ambito pubblico con le reti metropolitane e DQDB. Verranno anche discussi i problemi e i vantaggi derivanti dall'interconnessione di più reti locali attraverso bridge e switch.

Reti B-ISDN. Verranno descritte le caratteristiche della B-ISDN e la relativa architettura di rete. Saranno studiati i principi di base della tecnica ATM (Asynchronous Transfer Mode) includendo sia i protocolli del livello ATM, sia i protocolli del livello di adattamento ad ATM (AAL - ATM Adaptation Layer). Verranno forniti cenni alla segnalazione in B-ISDN e al problema del controllo del traffico reti ATM.

Reti per utenti mobili. Si descriveranno gli standard attuali per i servizi di telefonia mobile, con particolare riferimento al sistema GSM. Si discuteranno gli aspetti evolutivi relativamente ai futuri sistemi di telecomunicazioni personali.

Reti fotoniche. Si descriveranno sistemi nei quali sia la trasmissione sia la commutazione dell'informazione trasportata dalla rete avvengono nel dominio ottico. Tali sistemi consentono prestazioni enormemente superiori rispetto alle reti operanti nel dominio elettrico, pur soffrendo di una più limitata capacità di elaborazione dell'informazione.

## **Bibliografia**

Dispense del corso e copia delle trasparenze presentate a lezione.

*Testi ausiliari:*

J.F. Kurose, K.W. Ross, "Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet", Addison-Wesley, 2000.

- Gai, P.L. Montessoro, P. Nicoletti, "RETI LOCALI: Dal cablaggio all'internetworking", Edizioni Scuola Superiore G. Reiss Romoli, L'Aquila.
- U.Black, "Tcp/Ip and Related Protocols", McGraw-Hill Series on Computer Communications, 1997.
- A.S. Tanenbaum, "Computer networks", 2nd ed., Prentice Hall, 1988.
- Bertsekas, R. Gallager, "Data networks", Prentice Hall, 1987.

## **Controlli dell'apprendimento**

Discussioni in aula.

## **Modalità d'esame**

Test scritto a risposta multipla e colloquio orale.

## 01CEL RETI LOGICHE A

Docente:	Luigi GILLI (Collab.: Fulvio CORNO)
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CQH
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di definire le metodologie fondamentali di progetto e di collaudo di circuiti logici di tipo combinatorio o sequenziale. Le tecniche di progetto sviluppate verranno ampiamente utilizzate nel successivo corso di Reti Logiche B. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente può apprendere l'uso di strumenti di verifica di progetto, ormai di uso corrente nei sistemi di ausilio alla progettazione elettronica (CAE).

### **Prerequisiti**

#### *Sistemi informativi I.*

Reti logiche è una delle poche materie che apparentemente non richiede altra preparazione di base che quella derivante dal conoscere la matematica e l'elettrologia delle scuole medie. Tuttavia, se si desidera comprendere a fondo il comportamento delle reti logiche che sono prima di tutto reti elettriche è opportuno conoscere i fondamenti dell'Elettrotecnica ed i concetti fondamentali dell'Elettronica.

### **Programma**

#### **Teoria della commutazione(dall'inglese *Switching Theory*) comprende i seguenti argomenti fondamentali:**

Sistemi di numerazione e codici; per poter comprendere il modo di operare dei circuiti logici dei sistemi di elaborazione

Algebra booleana; lo strumento matematico utilizzato per trattare algebricamente le reti logiche

Analisi delle reti logiche combinatorie, con particolare riferimento al loro comportamento dinamico, completata dall'esame dei principali circuiti in commercio

Sintesi delle reti logiche combinatorie, con esposizione dei metodi di sintesi per ottenere reti di costo minimo

Analisi delle reti logiche sequenziali, con particolare riferimento al loro comportamento dinamico, completata dall'esame dei principali circuiti in commercio

Sintesi delle reti logiche sequenziali, con esposizione dei metodi di sintesi per ottenere reti prive di criticità e con particolare riferimento alle reti di tipo asincrono e a quelle di tipo sincronizzato, impieganti come blocchi fondamentali i Flip-Flop

#### **Collaudo e diagnostica delle reti logiche;**

contiene argomenti relativamente nuovi, ma divenuti di grande importanza negli ultimi anni con il progredire della tecnologia dei circuiti integrati. Comprende i seguenti argomenti fondamentali:

Modellistica dei guasti nelle reti logiche loro classificazione e metodi per la determinazione delle varie classi

Sintesi delle prove di collaudo per le reti combinatorie, con l'esame dei vari metodi e lo sviluppo di esempi significativi;

Sintesi delle prove di collaudo per le reti sequenziali con studio di una metodologia per le reti sincronizzate

Criteri generali di diagnostica dei guasti nelle reti logiche, con riferimento ad alcune metodologie di uso comune

Concetti fondamentali di progetto per la collaudabilità

Le problematiche del collaudo nella produzione di circuiti logici e principali tipi di macchine automatiche impiegate

## Bibliografia

L. Gilli, "Elementi di reti logiche", CUSL, Nov. 1994

L. Gilli, M. Poncino, "Collaudo e diagnostica dei circuiti digitali", Esculapio, 1998

Dispense e lucidi forniti in aula.

## Modalità d'esame

L'esame è composto di una prova scritta della durata di circa un'ora consistente nella risoluzione di cinque/sei esercizi.

## 01CEM RETI LOGICHE B

Docente:	Luigi GILLI (Collab.: Fulvio CORNO)
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CEL
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di illustrare le problematiche relative al progetto ed al collaudo di circuiti logici complessi e di semplici sistemi di elaborazione. Il corso è integrato da esercitazioni pratiche durante le quali lo studente può apprendere l'uso di strumenti di verifica di progetto, ormai di uso corrente nei sistemi di ausilio alla progettazione elettronica (CAE).

### **Prerequisiti**

Il corso fa pesante uso delle tecniche di progetto sviluppate nel precedente Reti Logiche A.

### **Programma**

**Sintesi formale di sistemi di elaborazione; riguarda una metodologia per il progetto di sistemi logici complessi che riconduca all'utilizzo dei concetti e delle nozioni apprese nel corso Reti Logiche A. Comprende i seguenti argomenti fondamentali:**

Struttura generale dei sistemi di elaborazione: l'unità operativa, l'unità di controllo, la memoria centrale, le unità periferiche

La descrizione formale di un sistema di elaborazione a livello RT (Register Transfer)

Il procedimento di sintesi, a partire dalla descrizione formale

L'esempio della piccola unità centrale, con riferimento al set di istruzioni alla sua struttura interna con i principali registri, al progetto dell'unità operativa e dell'unità di controllo

Sistemi a microprocessore, partendo da una descrizione della struttura generale dei sistemi a microprocessore e delle loro periferiche fondamentali, giunge alla descrizione completa del sistema 8085 e delle unità periferiche di uso comune. In particolare comprende:

**Sistemi a microprocessore; analizza l'architettura dei sistemi a microprocessore e le relative modalità di programmazione e di interfacciamento. Comprende i seguenti argomenti fondamentali:**

Architettura generale dei sistemi a microprocessore. La gestione della memoria e delle periferiche

L'organizzazione di una unità centrale ad 8 bit e il set di istruzioni, il loro formato e il loro modo di esecuzione

Le periferiche fondamentali: le interfacce di tipo parallelo, di tipo seriale, i controllori di interruzione

L'unità centrale 8085: la sua struttura interna, i suoi registri. I modi di indirizzamento della memoria e delle periferiche

Il set di istruzioni dell'8085 e la loro temporizzazione

L'interfaccia periferica parallela 8255

L'interfaccia periferica parallela 8251

L'unità di conteggio e temporizzazione 8253

Il controllore di interruzioni 8259

## **Bibliografia**

L.Gilli, "Progetto formale di sistemi di elaborazione - Sistema a microprocessore 8085",  
CUSL, 1993

Dispense e lucidi forniti in aula.

*Testi ausiliari*

M.Breuer, "Manuali dei sistemi a microprocessore Intel"

## **Modalità d'esame**

L'esame è composto di una prova scritta della durata di due ore consistente nella progettazione di una macchina FSM complessa e nell'analisi di un sistema basato su microprocessore 8085.

## 01CEN RETI RADIOMOBILI CELLULARI

Docente:	Marco Ajmone MARSAN
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CEH oppure 01CEG
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso è interamente dedicato ai sistemi di telefonia cellulare radio-mobile, con particolare attenzione al sistema cellulare pan-europeo GSM. Ne vengono esaminati gli aspetti di architettura, di sistema, di protocollo e di dimensionamento. Vengono inoltre fornite indicazioni generali relativamente ai sistemi futuri, con particolare attenzione ad UMTS.

### **Prerequisiti**

E' necessaria una buona conoscenza dei meccanismi di funzionamento delle reti di telecomunicazioni.

### **Programma**

Introduzione al corso. I sistemi radiomobile in Italia e nel mondo. La struttura cellulare. Differenze tra la telefonia fissa e la telefonia radiomobile. Il concetto di hand-over. Il sistema radiomobile numerico GSM. Tecniche di dimensionamento basate sulla teoria del traffico: le formule Erlang C, Erlang B ed Engset; esempi di dimensionamento. Cenni sul sistema UMTS.

### **Bibliografia**

Verrà fornita all'inizio del corso.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta a fine corso.

## 01CGG    **SENSORI OTTICI**

Docente:	<b>Andrea DE MARCHI</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CGH
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Fornire agli studenti una conoscenza delle nuove tecnologie di tipo ottico per la realizzazione di sensori di varie grandezze fisiche. Il corso è completato da esperienze pratiche in laboratorio.

### **Programma**

- Rivelatori ottici di tipo termico e di tipo quantico.
- Sensori a intensità
- Sensori a polarizzazione
- Sensori interferometrici

### **Bibliografia**

Libro di testo:

A. D'Alagni, F. Ricci, *Lezioni di Ottica Fisica*, II, Zanichelli, Bologna, 1997

A. D'Alagni, F. Ricci, G. Fieschi, *Lezioni di Ottica Fisica*, Zanichelli, Bologna, 1997

M. Maccagnolo, L. Marzani, *Lezioni di Ottica Fisica*, Zanichelli, Bologna, 1997

### **Altre pubblicazioni**

Lezioni di Ottica Fisica, Zanichelli, Bologna, 1997

Lezioni di Ottica Fisica, Zanichelli, Bologna, 1997

## 01CGH SENSORISTICA CLASSICA

Docente:	Andrea DE MARCHI
Periodo:	3°-4°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Fornire agli studenti una conoscenza teorica ed una capacità di utilizzazione pratica di sensori di tipo classico.

### **Programma**

- Caratteristiche metrologiche dei sensori. Taratura. Classificazione e criteri di scelta.
- Sensori resistivi, capacitivi e induttivi. Circuiti di interfacciamento.
- Sensori di temperatura. Sensori di spostamento, velocità, forza e accelerazione.
- Sensori di pressione. Sensori di campo magnetico.
- Sensori piezoelettrici.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

- Circuiti di interfacciamento. Taratura di un sensore.

### **Bibliografia**

Noni, Profilo d'Ingegneria del corso.

### **Modalità d'esame**

Una scritta a fine corso.

## 01CGI SERIE DI FUNZIONI

Docente:	da nominare
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AAV
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

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

### **Programma**

- 1) Serie numeriche, convergenza assoluta
- 2) Topologia dello spazio euclideo  $n$ -dimensionale, successioni; spazi vettoriali normati e successioni di funzioni; convergenza uniforme
- 3) Serie di Taylor e serie di potenze
- 4) Serie di Fourier: convergenza quadratica, puntuale e uniforme
- 5) Sistemi differenziali: sistemi di equazioni differenziali e problemi di Cauchy (durata: 4 ore di lezione); equazioni e sistemi lineari a coefficienti costanti

### **Laboratori e/o esercitazioni**

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

### **Bibliografia**

*Libro di testo:*

A. Bacciotti, F. Ricci, *Lezioni di Analisi Matematica II*, Levrotto & Bella, Torino 1991

*Testi ausiliari:*

A. Bacciotti, P. Boieri, D. Farina, *Esercizi di Analisi Matematica II*, Calcolo differenziale e integrale in più variabili, Progetto Leonardo, Bologna, 1999.

M. Mascarello, L. Mazzi, *Temi d'esame di Analisi Matematica II del Politecnico di Torino*, Progetto Leonardo, Bologna, 1996

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste di una prova scritta, della durata di 2 ore, che verte sia su esercizi che su argomenti di teoria.

Maggiori dettagli sulle modalità dell'esame saranno fornite all'inizio del corso.

## **01CGR SICUREZZA DELLE RETI E COMMERCIO ELETTRONICO**

Docente:	<b>Antonio LIOY</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CEG e 01CCT
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Studio delle problematiche di sicurezza nelle reti di calcolatori e nelle applicazioni di rete, sia per reti chiuse (Intranet) sia per reti aperte (Internet). Particolare attenzione è dedicata alla progettazione di misure di protezione per le reti IP e per le applicazioni per il commercio elettronico o per la gestione elettronica dell'informazione.

### **Prerequisiti**

Conoscenza delle reti TCP/IP  
programmazione in linguaggio C, C++ o Java

### **Programma**

Debolezze delle reti e dei sistemi di elaborazione; principali tipologie di attacco  
tecniche matematiche per la protezione delle informazioni (stenografia, crittografia, digest); tecniche di autenticazione (password, Kerberos, X.509); dispositivi hardware di autenticazione (smart-card, token)  
lo standard IPsec per la protezione delle reti IP; sicurezza dei protocolli per la gestione e la configurazione delle reti IP; uso di firewall per la creazione di sottoreti protette; le reti private virtuali (VPN)  
protezione dei messaggi di posta elettronica (IMAP, PGP, S/MIME), sicurezza del WWW (SSL) e degli accessi remoti interattivi  
modelli di workflow e commercio elettronico; legislazione nazionale ed internazionale in materia di documenti elettronici; la firma digitale ed i documenti elettronici; le autorità di certificazione (CA) e le infrastrutture a chiave pubblica (PKI)  
il protocollo SET ed altri sistemi per il commercio elettronico; moneta ed assegni digitali (CyberCash, First Virtual, Mondex, Visa Cash ed altri)  
debolezze e protezioni dei sistemi operativi: i casi Unix e Windows  
middleware di sicurezza (CDSA, MS-CAPI) e tecniche di programmazione sicura

### **Bibliografia**

Copia dei lucidi usati a lezione  
B.Schneier, "Applied cryptography (II ed)", John Wiley & Sons, 1995  
W.Stallings, "Cryptography and network security" (II edizione), Prentice-Hall, 1998

### **Controlli dell'apprendimento**

Non è previsto nessun controllo intermedio

### **Modalità d'esame**

Prova orale o, in alternativa, svolgimento di una tesina di approfondimento su uno degli argomenti del corso

## 01CHD SIMULAZIONE DI SISTEMI DI TRASMISSIONE

Docente:	Marina MONDIN
Periodo:	1°, 2°
Precedenze obbligatorie:	01BXB
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di fornire gli strumenti teorici per la simulazione dei sistemi di trasmissione nel dominio del tempo o nel dominio misto tempo-frequenza, con particolare attenzione alla validazione dei modelli utilizzati ed al calcolo delle prestazioni. I metodi teorici acquisiti sono applicati durante i laboratori software all'analisi ed all'ottimizzazione di sistemi di telecomunicazione di complessità via via crescente.

### **Prerequisiti**

Ponti Radio e Satelliti (eventualmente seguito in parallelo)

### **Programma**

#### **Parte teorica:**

Richiami di teoria dei segnali:

la rappresentazione dei segnali a banda stretta mediante l'involuppo complesso, filtri FIR e IIR, filtri a fase lineare, sistemi non distorcenti

Simulazione di sistemi lineari tempo invarianti mediante modelli numerici: la trasformata bilineare, la trasformata invariante per l'impulso, il "frequency-sampling"

Cenni di teoria della stima: stimatore consistente e polarizzato

Richiami di stima spettrale: il metodo del periodogramma, l'uso delle finestre

Metodi per la valutazione della probabilità di errore: il conteggio degli errori, le tecniche semianalitiche, l'importance sampling

#### **Laboratorio:**

Studio mediante simulazione e valutazione delle prestazioni dei seguenti schemi trasmissivi:  
schema di trasmissione con modulazione 4-PSK e 16 QAM, TX e RX con parametri fissi.

Sistema di trasmissione con modulazione 4-PSK e 16 QAM, TX e RX con parametri variabili

Sistema di trasmissione con modulazione 4-PSK e 16 QAM, TX non lineare

Ottimizzazione dei parametri trasmissivi di una tratta di ponte radio

### **Bibliografia**

I testi di approfondimento dei singoli argomenti verranno indicati durante il corso.

### **Controlli dell'apprendimento**

Al termine delle esercitazioni di laboratorio lo studente è tenuto a presentare una relazione scritta che sarà oggetto di valutazione di merito

### **Modalità d'esame**

Il voto finale sarà basato sulle valutazioni delle relazioni presentate durante lo svolgimento del modulo.

## 01EAN SISTEMI DI ELABORAZIONE A MICROPROCESSORE

Docente:	Matteo SONZA REORDA
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ADS
N. crediti:	6

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso presenta le caratteristiche dei sistemi a microprocessore dal punto di vista delle architetture, dei linguaggi di programmazione e delle periferiche. Al fine di fornire un'esemplificazione pratica di quanto presentato verrà fatto riferimento alle famiglie Intel 80x86 e Motorola 680x0. Il corso contiene una parte sperimentale relativa alla programmazione della CPU Intel 8086 e delle sue periferiche.

### Prerequisiti

Capacità di programmazione in linguaggio C.

### Programma

Introduzione alla famiglia Intel 80x86

Il processore 8086

Il linguaggio Assembler 8086

Le periferiche della famiglia Intel 8086 (porta parallela, porta seriale, contatori, controllore di interrupt)

Il protocollo di bus e l'accesso alla memoria

Esempio di sistema basato su Intel 8086

La programmazione di un sistema basato su Intel 8086

Cenni alla famiglia Motorola 680x0

### Bibliografia

Yu-Cheng Liu, G.A. Gibson: *Microcomputer Systems: the 8086/8088 Family*, Prentice-Hall, 1986

M. Rebaudengo, P. Prinetto, M. Sonza Reorda: *Il Linguaggio Assembler 8086/8088*, Levrotto & Bella, Torino, 1995

### Controlli dell'apprendimento

Non sono previsti controlli dell'apprendimento durante il corso.

### Modalità d'esame

L'esame si compone di 2 parti:

*esame scritto* - consiste nella scrittura di un programma in linguaggio Assembler; la durata della prova è indicativamente pari a 90 minuti

*esame orale* - il superamento dell'esame scritto è condizione necessaria per l'ammissione all'esame orale, che deve svolgersi nello stesso appello.

Agli studenti verrà assegnata durante il corso una esercitazione pratica consistente nella scrittura di un programma Assembler per una scheda basata su microprocessore; lo svolgimento dell'esercitazione è facoltativo; la valutazione di quanto realizzato influirà sul voto finale.

# 01CIA    **SISTEMI DI RADIODIFFUSIONE RADIOFONICA E TELEVISIVA**

Docente:	da nominare
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01BUE e (01ATY o 01CXM)
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso, di carattere applicativo, ha la finalità di trattare i sistemi di radiodiffusione sonora e televisiva. In particolare, si riferisce ai sistemi di trasmissione e relativi ricevitori, nonché alla distribuzione dei segnali via cavo. Seguono nozioni sulle misure delle caratteristiche dei ricevitori e relative norme. Le lezioni sono completate da esercitazioni di calcolo in aula.

## **Programma**

- **Radiofissuione sonora:** sistema MA (a modulazione di ampiezza), sistema MF (a modulazione di frequenza, mono e stereo), canalizzazione (MA e MF)
- **Antenne riceventi:** a stilo (MA e MF), a ferrite (MA), a dipolo ripiegato e YAGI (VHF/UHF), a parabola (SHF)
- **Caratteristiche dei ricevitori** definizioni, antenne fittizie, metodi di misura, norme IEC
- **Ricevitori radiofonici** schema a blocchi, circuito d'entrata, conversione e frequenza immagine, amplificazione a frequenza intermedia, demodulazione, decodifica stereo
- **Radiodiffusione televisiva** terrestre (sistemi NTSC, PAL, SECAM), diretta da satellite (DBS), canalizzazione televisiva (VHF, UHF, SHF)
- **Ricevitori televisivi** schema a blocchi, deflessione magnetica, sincronizzazione, generazione dell'alta tensione per il cinescopio, decodifica (sistemi NTSC, PAL, SECAM), segnali di prova inseriti nel ritorno di quadro, sintonia a sintesi di frequenza
- **Radiodiffusione dati:** sistema RDS (per MF/VHF), sistema TELEVIDEO (per TV)
- **Distribuzione di segnali via cavo:** impianti d'antenna centralizzati, sistemi CATV, canalizzazione (VHF/UHF, CATV)

## **Esercitazioni**

Attenuatori ed adattatori d'impedenza resistivi, attenuazione della frequenza immagine, deviazione di frequenza di modulatori MF, distorsione di demodulatori MF, deflessione magnetica di cinescopi, modelli di filtri ceramici

## **Bibliografia**

Testi di riferimento e consultazione saranno indicati durante il corso.

Modalità d'esame

Modalità da definire

## 01CJC SISTEMI OPERATIVI

Docente:	Angelo SERRA
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01ADV
N. crediti:	3

---

### Obiettivi generali del corso

Il modulo ha lo scopo:

- di introdurre alla gestione da parte di più utenti delle risorse di un sistema di elaborazione;
- di presentare i principi di programmazione concorrente;
- di privilegiare l'utilizzo del sistema operativo Unix per la programmazione di applicazioni sequenziali e concorrenti in C e C++.

Il modulo prevede lezioni, esercitazioni in aula ed esercitazioni di laboratorio.

### Programma

- Cenno sulla struttura interna del sistema operativo.
- Processi: processi sequenziali, concorrenti, primitive di sincronizzazione e di gestione dei processi. Modelli a memoria comune e a scambio di messaggi.
- Schedulazione dei processi.
- Esempi di programmazione concorrente con primitive semaforiche in pseudo C.
- Sistema UNIX:
  - comandi, strumenti per lo sviluppo del software.
  - chiamate di sistema.
  - creazione e terminazione dei processi.
  - comunicazione e sincronizzazione di processi: fork, wait, signal, pipe, alarm, sockets.
  - sistemi client-server come applicazione dei sockets.
  - cenni ai sistemi distribuiti in Internet.

### Laboratori e/o esercitazioni

Verranno proposte alcune esercitazioni pratiche allo scopo di esemplificare e sperimentare le tecniche apprese durante il corso. Le esercitazioni saranno svolte utilizzando principalmente elaboratori della classe Personal Computer sotto il sistema operativo UNIX (LINUX).

unix1: editare compilare e linkare programma C, utilizzo dei comandi di UNIX

unix2: generare n processi con fork, sincronizzarli con signal; scambiare messaggi con pipe

unix3: risolvere un problema client-server con i sockets

unix4: risolvere un problema di applicazione distribuita in Internet multiclient e multiserwer.

### Bibliografia

Ancillotti P., Boari M., Ciampolini A., "Sistemi Operativi", Pitagora Editrice, 1994.

AAVV., "Guida alla programmazione concorrente in Unix", pubblicazione interna.

Lucidi del corso, esempi, esercitazioni sono disponibili all'URL [www.polito.it/~Ulisse/F5012](http://www.polito.it/~Ulisse/F5012)

Testi ausiliari:

K. HAVILLAND, SALAMA: "UNIX System Programming" Addison Wesley, 1987.

## Modalità d'esame

L'esame può essere superato nei modi seguenti.

- ESONERI in itinere (scritti): Votazione massima: 30 lode.
- PROVA SCRITTA IN AULA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- TESINA + ORALE: Votazione massima: 30 lode.
- SOLO ORALE: qualora si abbia superato gli esoneri (scritti)  
oppure lo scritto oppure la tesina in almeno uno dei due  
rimanenti moduli del corso di Sistemi Informativi II: Votazione massima: 30.
- SOLO ORALE su un sottoinsieme del programma: qualora  
la condizione precedentemente indicata non sia soddisfatta: Votazione massima: 24.

Gli esoneri prevedono prove scritte di teoria e di programmazione concorrente in C sotto Unix.

Al termine del primo emisemestre è previsto un esonero sulla parte di programma svolta fino a quel momento.

La prova scritta consiste nella programmazione in C, sotto Unix, di una applicazione concorrente.

Per poter sostenere l'esame è indispensabile la prenotazione presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

Per poter accedere alla prova orale occorre sia avere realizzato il programma funzionante (su dischetto da 3" \_ per verifica su PC) relativo al proprio elaborato, in C, sviluppato in occasione della prova scritta di programmazione, sia essere in possesso della raccolta delle proprie relazioni relative alle esercitazioni pratiche proposte durante il corso.

Le regole che esprimono nel dettaglio le modalità di esame, le scadenze, esistenza di appelli di esonero e la loro validità, sono affisse nelle bacheche del Settore dell'Informazione e sono disponibili in copia presso la Segreteria del Settore dell'Informazione.

## 01CJF    SISTEMI PER L'ACQUISIZIONE DATI

Docente:	Umberto PISANI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AIK
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il Corso è dedicato alla moderna strumentazione elettronica, agli ambienti software di programmazione di schede di acquisizione integrate in un PC ed alle problematiche connesse all'acquisizione dati mediante sensori e trasduttori.

### **Prerequisiti**

Elettronica, Teoria dei segnali, Strumentazione elettronica di base

### **Programma**

Strumentazione moderna per sistemi di misura automatici: oscilloscopi digitali, analizzatori d'onda digitali, analizzatori logici, analizzatori di reti. La misura di grandezze fisiche mediante sensori e loro condizionamento. L'acquisizione di segnali analogici: generalità, problematiche e architetture. Sensori e trasduttori: caratteristiche essenziali. Condizionamento e linearizzazione dei sensori. Esempio di linearizzazione di un termistore e progetto di un sistema per la misura di temperatura. Sorgenti di errore e loro valutazioni. Acquisizione multicanale: Aspetti progettuali, scanner, filtri, circuiti di campionamento e conversione A/D. Sorgenti di incertezze, di disturbi e tecniche per la riduzione degli effetti. Problematiche di layout e disposizione delle masse. Ambiente SW per la realizzazione di strumentazione virtuale su PC. Ambienti LABVIEW e VEE per la realizzazione di strumenti virtuali.

### **Bibliografia**

- U.Pisani: "Misure Elettroniche: strumentazione elettronica di misura", Politeko Edizioni, Torino, 1999  
J.W.Dally, W.F.Riley, K.G.McConnell: *Instrumentation for Engineering Measurements*, John Wiley & Sons, Inc.  
George C. Barney: *Intelligent Instrumentation*, Prentice Hall International Ed.  
Larry D.Jones, A. Foster Chin: *Electronic Instruments and Measurements*, Prentice Hall International Ed  
M.G. Mylroi, G. Calvert: *Measurement and Instrumentation for control*, Peter Peregrinus Ltd. (IEE)

### **Controlli dell'apprendimento**

Lo studente svolge una tesina in laboratorio di realizzazione di uno strumento virtuale mediante LABVIEW utilizzata per la valutazione finale.

### **Modalità d'esame**

Esercizi scritti con orale a cui contribuisce la discussione della tesina.

# 01CJG SISTEMI RADAR E RADIOAIUTI ALLA NAVIGAZIONE

Docente:	Mario PENT
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CEN oppure (01AIO e 01CXJ), 01CTV
N. crediti:	4

---

## Obiettivi generali del corso

Il corso si propone di presentare i principi base di funzionamento dei sistemi radar, con particolare riferimento alle applicazioni civili. Inoltre saranno forniti cenni sulle tecniche di elaborazione di segnale utilizzate in ambito radar. La parte relativa ai radioaiuti alla navigazione si propone di fornire una descrizione dello stato dell'arte con particolare riferimento ai problemi di utilizzazione da parte di una molteplicità di soggetti di risorse comuni condivise.

## Prerequisiti

Principi di modulazioni analogiche e numeriche; elementi di elettromagnetismo e propagazione

## Programma

Radar: Principi di funzionamento. Il radar elementare. Tecniche di compressione di impulsi. Elaborazione di risposte multiple. Radar di sorveglianza - Clutter - MTI. Radar secondario, principi di funzionamento, "garble" e "fruit". Integrazione primario-secondario. Algoritmi di tracking. Radar di inseguimento. Cenni ai radar meteorologici.

Radioaiuti alla navigazione aerea: Sistemi di navigazione a medio raggio: VOR, DME. Sistemi di navigazione a lungo raggio: Inerziale, GPS. Sistemi di atterraggio strumentale: ILS. Sistemi anticollisione: TCAS

Esercitazioni di calcolo - Visite tecniche (impianti aeroportuali: Radar, ILS, VOR)

## Bibliografia

Appunti e note tecniche distribuite dal docente

Testi di riferimento e consultazione:

M. Skolnik, RADAR HANDBOOK, McGraw-Hill

## Controlli dell'apprendimento

Nessuno

## Modalità d'esame

Accertamento scritto.

## **01CNI    STRUMENTAZIONE BIOMEDICA**

Docente:	<b>Roberto MERLETTI</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AYE
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Problematiche e principi di funzionamento della strumentazione biomedica. Strumentazione per la indagine dei sistemi descritti nel modulo di Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi. Schemi a blocchi della strumentazione per cardiologia, neurologia, lab. di analisi chimico-cliniche, radiologia, medicina nucleare

### **Prerequisiti**

Conoscenze generali di Fisica e buone conoscenze di Elettronica analogica e digitale  
Programma

Elettrocardiografia statica e dinamica, registratori e monitors per ECG e per la pressione ematica.

Strumentazione per la misura di pressione ematica e gittata cardiaca.

Flussimetri elettromagnetici e ultrasonici.

Elettrobisturi, defibrillatori, stimolatori neuromuscolari, apparecchi per terapie fisiche.

Strumentazione per laboratorio di analisi. Contaglobuli. Fotometri, spettrofotometri.

Immagini biomediche. Apparecchiature a raggi X, TAC, NMR, ecografia a ultrasuoni, gamma camere

Sicurezza elettrica degli impianti e delle apparecchiature. La normativa.

### **Bibliografia**

G. Avanzolini, Strumentazione Biomedica: progetto ed impiego dei sistemi di misura, Patron Editore, Bologna 1998

C. Lamberti, W. Rainer, Le apparecchiature biomediche e la loro gestione, Patron Editore, Bologna 1998

J. Webster. Medical Instrumentation: Application and Design, Second Edition. J. Wiley, 1995

### **Controlli dell'apprendimento**

Esame orale conclusivo. Possibilità di tesine su argomenti specifici.

### **Modalità d'esame**

Esame orale di circa 20 minuti. Discussione di eventuale tesina

NOTE:

Possibili attività sperimentali, esercitazioni e svolgimento di tesine presso il Centro di Bioingegneria.

## 01CNM STRUMENTAZIONE ELETTRONICA DI BASE (ELN)

Docente:	Andrea DE MARCHI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CTI
N. crediti:	6

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso ha lo scopo di fornire le nozioni di base della moderna scienza delle misure e che riguardano il trattamento delle incertezze ed errori di misura, imparare a conoscere la strumentazione elettronica di base.

### Prerequisiti

Teoria dei circuiti Elettronici, Elettronica, Teoria dei segnali.

### Programma

Il processo di misurazione e la misura.

Misurazioni dirette ed indirette, errori e incertezze, stima delle incertezze. Propagazione delle incertezze; valutazione delle incertezze di classe A e di classe B. Sistema SI e organizzazione metrologica internazionale

La strumentazione di base:

L'oscilloscopio a raggi catodici analogico: principio di funzionamento e suo utilizzo. Gli strumenti ed i metodi per la misura in c.c. di correnti, tensioni, e resistenze: lo strumento a bobina mobile e magnete permanente, l'amperometro ed il voltmetro analogici, il tester. Gli strumenti ed i metodi per la misura in c.a. di tensioni e correnti: strumenti a valore medio, a valore di cresta e a valore efficace. I generatori di segnali, i generatori di forme d'onda. I voltmetri numerici: voltmetro ad approssimazioni successive, parallelo, ad integrazione. Gli amperometri numerici.

### Bibliografia

M.Savino: "Fondamenti di scienza delle misure", La nuova Italia Scientifica Roma, 1992.

S. Leschiutta: "Misure Elettroniche", Pitagora, Bologna 1996.

E.Rubiola: "Laboratorio di Misure Elettroniche", CLUT, Torino, 1993. Torino, 1995.

G.Zingales: "Misure Elettriche. Metodi e strumenti", UTET, Torino 1992. Torino, 1984.

### Modalità d'esame

L'esame consiste in una prova scritta seguita da un colloquio.

## 01CNN STRUMENTAZIONE ELETTRONICA DI BASE (TLC)

Docente:	Sigfido LESCHIUTTA
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BUE, 01ATY
N. crediti:	4

---

**PROGRAMMA NON PERVENUTO**

# 01CNT STRUMENTAZIONE PROGRAMMABILE

Docente:	Umberto PISANI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AIK
N. crediti:	4

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il modulo è rivolto agli allievi ingegneri che intendono acquisire conoscenze sui moderni Sistemi di Misura controllati da elaboratori elettronici che utilizzano strumentazione programmabile.

## **Prerequisiti**

È utile avere le conoscenze di base sui fondamenti della misurazione, sulla teoria degli errori, e sui metodi e strumenti di misura, anche se non sono indispensabili per la fruizione del corso

## **Programma**

L'interfaccia standard per strumentazione IEEE-488: architettura, caratteristiche meccaniche, elettriche e funzionali. Gestione del trasferimento dati, comandi di interfaccia e messaggi "device dependent". Indirizzamenti e richieste di servizio, procedure di "polling". Le funzioni di interfaccia e analisi di alcune di esse mediante i diagrammi di stato. Aspetti operativi e standardizzazione dei codici e formati (Std. IEEE 488-2). Problemi e tecniche per l'ottimizzazione di un sistema automatizzato di misura. Cenni alla strumentazione su scheda VME e strumentazione VXI. Cenni ai sistemi automatici di collaudo (ATE). Generalità sul collaudo "in circuit" di schede elettroniche: strategie di misura e collaudo, architettura dei sistemi. Ambiente SW per la realizzazione di sistemi di test su schede PC compatibili. Gli ambienti di programmazione ad oggetti (LABVIEW e VEE)

## **Bibliografia**

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

U.Pisani:"Misure Elettroniche: strumentazione elettronica di misura", Politeko Edizioni, 1999.

## **Controlli dell'apprendimento**

Lo studente svolge una tesina in laboratorio di gestione di un sistema di misura programmabile utilizzata per la valutazione finale.

## **Modalità d'esame**

Esercizi scritti con orale a cui contribuisce la discussione della tesina.

## 01CNV STRUMENTI E METODI PER LE MISURE ELETTRONICHE

Docente:	Umberto PISANI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CNM
N. crediti:	4

---

### Obiettivi generali del corso

Il corso ha lo scopo di fornire le conoscenze sulla strumentazione di uso più comune in un laboratorio di elettronica e le problematiche connesse al suo utilizzo; illustrare i principali metodi e strumenti di misura di grandezze elettriche o grandezze fisiche ad esse associate.

### Prerequisiti

Teoria dei circuiti Elettronici, Elettronica, Teoria dei segnali, Strumentazione elettronica di base.

### Programma

Misure di impedenza con metodi a ponte in DC, BF e RF, metodi volt-amperometrici, metodi a risonanza (Q-metro). Strumenti e metodi per la misura di frequenza, differenza di fase e di intervalli di tempo; il frequenzimetro a contatore. Misura di fase e di intervalli di tempo con tecniche di conteggio. Misure di potenza in regime sinusoidale: metodi in BF e in AF. Generatori di segnali e di funzioni. Generatori sintetizzati. Campioni di riferimento. Analizzatore di spettro analogico. Oscilloscopio numerico (digitale), cenni all'analizzatore di spettro numerico. Generalità su interfaccia IEEE488, prestazioni e configurazioni di un sistema di acquisizione dei dati. Strumentazione su scheda PC, cenni al software di gestione.

### Bibliografia

- U. Pisani: "Misure Elettroniche: strumentazione elettronica di misura", Politeco Edizioni, Torino, 1999  
C. Offelli, D. Petri: "Lezioni di strumentazione elettronica", Città Studi Edizioni, Milano, 1994.  
E. Rubiola, A. De Marchi, S. Leschiutta: "Esercizi di Misure Elettriche ed Elettroniche", CLUT, Torino, 1995.  
E. Arri, S.Sartori: "La misura delle grandezze fisiche - argomenti di metrologia", Paravia,

### Modalità d'esame

L'esame è costituito da una prova scritta consistente in insieme di quesiti a risposta multipla. Con la sola prova scritta si raggiunge un punteggio massimo di 28. La prova scritta può essere integrata da una prova orale facoltativa.

## 01CNW STRUMENTI E METODI PER TELECOMUNICAZIONI

Docente:	
Periodo:	
Precedenze obbligatorie:	
N. crediti:	10

---

**PROGRAMMA NON PERVENUTO**

## **01CNZ    STRUMENTI PER L'OFFERTA DI SERVIZI TELEMATICI**

Docente:	Andrea BIANCO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01CEH oppure 01CCT
N. crediti:	5

---

### ***Obiettivi generali del corso***

Il corso si propone di descrivere alcuni strumenti che permettono di fornire servizi telematici mediante una rete di telecomunicazioni. Particolare attenzione è dedicata agli aspetti pratici, ovvero alla programmazione Web in ambiente Internet. Si affronta a livello teorico anche il tema delle codifiche audio, voce e video.

### ***Prerequisiti***

Sono richieste conoscenze di base sul funzionamento delle reti di telecomunicazioni e sulla rete Internet in particolare.

### ***Programma***

WWW e Internet:  
cenni ai meccanismi base di navigazione  
il protocollo HTTP  
lo standard MIME  
il linguaggio HTML  
cenni ai linguaggi di scripting (javascript).  
Il linguaggio di programmazione Java.  
Le tecnologie per la codifica dell'audio e del video  
codifica audio e voce  
MPEG-2, video ed audio  
cenni ad MPEG-4

### ***Bibliografia***

La documentazione didattica è disponibile in larga misura sul sito Web di Ateneo.  
Marty Hall, Core Web Programming, Prentice-Hall  
Horstmann and Cornell, Core Java, Prentice-Hall

### ***Controlli dell'apprendimento***

Il corso prevede esercitazioni di laboratorio: costruzione di una pagina Web, creazione di un applet e di un programma cgi. Lo studente dovrà rendere disponibile le esercitazioni (codice eseguibile e programmi sorgenti) in una pagina Web, pubblicamente accessibile.

### ***Modalità d'esame***

Esame orale, con discussione delle prove di laboratorio.

# 01CON SVILUPPO DEL SOFTWARE IN C++ E JAVA

Docente:	Giorgio BRUNO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CJC oppure 02CBK oppure 01ADU
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Nell'ambito del corso vengono illustrati due linguaggi di programmazione ad oggetti, il linguaggio C++ e il linguaggio Java, che servono da base per la presentazione di alcuni esempi relativi all'ingegnerizzazione di sistemi *software* complessi.

## **Prerequisiti**

Ingegneria del software.

## **Programma**

### **Linguaggio C++:**

Ne sono illustrate le caratteristiche principali e, in particolare, i meccanismi di ereditarietà, di gestione della memoria e di overloading degli operatori

### **Linguaggio Java:**

Ne sono illustrate le caratteristiche principali e, in particolare, la gestione della concorrenza e lo sviluppo delle interfacce utente.

## **Bibliografia**

B. Stroustrup, C++, linguaggio, libreria standard, principi di programmazione, terza edizione, Addison-Wesley, Milano, 2000.

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta.

# 01CPL / TECNICHE AVANZATE DI CONTROLLO OTTIMO

Docente:	Giovanni FIORIO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01AZB
N. crediti:	5

---

## Obiettivi generali del corso

Il programma riguarda prevalentemente le conseguenze dell'introduzione dell'incertezza nei modelli usati per risolvere problemi di controllo ottimo. Inizia con la trattazione dei modelli di incertezza e si sviluppa con la presentazione del controllo cosiddetto LQG (lineare quadratico gaussiano), delle sue evoluzioni, e del controllo ottimo H-infinito, in vista del loro uso per il controllo robusto.

## Prerequisiti

Lo studente deve aver presenti le conoscenze del primo modulo 01AZB – Fondamenti di controllo ottimo – per seguire agevolmente il corso, ma può dare l'esame di questo secondo modulo senza avere ancora superato quello del primo.

## Programma

I modelli di incertezza. Entità non note ma probabilizzate, entità non note ma limitate (appartenenti ad un insieme finito). L'incertezza del modello matematico di un sistema fisico come entità non nota ma limitata. Incertezza parametrica e figure di incertezza. Concetto di descrizione conservativa dell'incertezza. Incertezza dinamica. Incertezza strutturata e non strutturata. Cenni al controllo robusto in presenza di incertezza. Teoria del controllo ottimo LQG. Richiami sugli osservatori. Il filtro di Kalman. Il principio di separazione.

Proprietà di robustezza del controllo ottimo LQ e del controllo LQG

Ottimizzazione negli spazi di Hardy. Introduzione matematica. Il problema *standard*; i problemi dell'adeguamento al modello e dell'inseguimento a due gradi di libertà. Robustezza e specifiche classiche. Impianto aumentato. Ottimizzazione negli spazi H-due e H-infinito. L'operatore di Riccati. Sintesi H-due e sintesi H-infinito.

## Bibliografia

Appunti distribuiti a lezione

Testi ausiliari:

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

B.A. Francis: "A course on H-infinity theory", Lecture notes in control and information sciences, Springer-Verlag, 1987.

B.D.O.Anderson and L.B.Moore: "Optimal control: linear-quadratic methods", Prentice-Hall, 1990

## Controlli dell'apprendimento

Non sono previsti. È previsto l'impegno di ore ausiliarie per lo svolgimento di esercitazioni di laboratorio, che si concludono con la redazione di una tesina di gruppo.

## Modalità d'esame

Discussione della tesina e domande orali sul programma di teoria ed esercizi.

# 01CPM    **TECNICHE AVANZATE DI ELABORAZIONE SEGNALI BIOMEDICI**

Docente:	<b>Marco KNAFLITZ</b>
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01BUT
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Presentare le tecniche di analisi dei segnali biomedici di maggior interesse applicativo, o per diffusione attuale o perché è possibile prevederne un notevole sviluppo futuro nelle applicazioni cliniche. Verranno inoltre presentate le caratteristiche dei segnali di maggior interesse biomedico. Il corso è a carattere prevalentemente applicativo, pertanto le esercitazioni pratiche rivestono notevole importanza al fine del raggiungimento dell'obiettivo formativo.

## **Prerequisiti**

Questo modulo richiede come precedenza obbligatoria il modulo 01BUT Nozioni base di elaborazione dati e segnali biomedici. È inoltre opportuno che gli studenti possiedano buona familiarità con gli argomenti di teoria dei segnali.

## **Programma**

Nel seguito sono indicati gli argomenti trattati, mettendo in evidenza il numero delle esercitazioni di laboratorio previste per ogni singolo tema:

- 1) Applicazioni del filtraggio numerico al fine di incrementare il rapporto segnale rumore, con particolare attenzione alla rimozione dell'interferenza di rete. Una esercitazione di laboratorio.
- 2) Potenziali evocati uditivi, visivi, somatosensoriali ed *event related*: tecnica dell'*averaging*, preallineamento e cenni a tecniche *single sweep*. Una esercitazione di laboratorio.
- 3) Stima spettrale non parametrica applicata all'elaborazione del segnale elettroencefalografico. Elettroencefalografia ad alta risoluzione. Mappe EEG. Una esercitazione di laboratorio.
- 4) Stima spettrale non parametrica applicata all'analisi del segnale elettromiografico. Tecniche di indagine neurofisiologica. Una esercitazione di laboratorio.
- 5) Applicazioni di stima spettrale parametrica. Studio del sistema nervoso autonomo tramite il segnale di variabilità cardiaca. Il segnale elettrogastrografico. Una esercitazione di laboratorio.
- 6) Compressione e riduzione dati applicate all'elettrocardiografia dinamica. Ricostruzione. Una esercitazione di laboratorio.
- 7) Tecniche di analisi tempo-frequenza applicate alla valutazione della fatica muscolare in condizioni dinamiche e ad altri segnali di interesse clinico. Una esercitazione di laboratorio.

## **Bibliografia**

Carlo Marchesi, Tecniche numeriche per l'analisi dei segnali biomedici - Pitagora Editrice, Bologna, 1992 (ISBN 88-371-0582-7)

## Controlli dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento avviene prevalentemente nel corso delle esercitazioni di laboratorio, durante le quali ogni studente deve affrontare problemi applicativi che richiedono di avere studiato e compreso gli argomenti trattati a lezione. Non esistono controlli dell'apprendimento formalizzati.

## Modalità d'esame

Al fine di verificare le abilità realmente acquisite dallo studente, l'esame consiste in una prova di laboratorio simile alle esercitazioni e nella discussione orale della stessa.

## 01EAH TECNICHE DI ANALISI DELL'IMMAGINE

Docente:	Aldo LAURENTINI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	02CBK oppure 01ADU
N. crediti:	3

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso presenta la teoria e le tecniche di elaborazione di immagini. In particolare si discutono le tecniche di acquisizione, rappresentazione, analisi *low-level*, filtraggio, segmentazione, comprensione dell'immagine.

### **Prerequisiti**

Il corso presuppone buone conoscenze di base di analisi matematica, geometria, fisica ed informatica

### **Programma**

Introduzione: Formazione e rappresentazione dell'immagine; image enhancement and restoration; analisi dell'immagine.

Sistemi bidimensionali: point spread function, sistemi lineari e shift-invariant, convoluzioni e trasformate di Fourier 2D, segnali random 2D discreti, densità spettrale di potenza e covarianza 2D

Campionamento e quantizzazione 2D

Trasformate discrete dell'immagine(Fourier, Seno,Coseno, Haar, KLT..)

Tecniche di image enhancement.

Filtraggi: filtro inverso, filtro di Wiener

Analisi dell'immagine:analisi low-level (gradiente, edge detection, trasf. di Hugh,..),operatori morfologici, segmentazione, descrizione della forma (chain codes,Fourier descriptors, moments) e delle textures,tecniche di comprensione del contenuto di immagini e sequenze di immagini(cenni)

Tomografia

### **Bibliografia**

A.K.Jain. *Fundamentals of Digital Image Processing*. Prentice Hall 1986

### **Modalità d'esame**

L'esame consta di una prova orale che verte su tutto il programma svolto a lezione.

## 01EAG TECNICHE DI SINTESI DELL'IMMAGINE

Docente:	Aldo LAURENTINI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	02CBK oppure 01ADU
N. crediti:	3

---

### **Obiettivi generali del corso**

Presentare: le caratteristiche del sistema percettivo visivo umano; i dispositivi *hardware* per la grafica; le tecniche per la creazione di immagini 2D e 3D; le trasformazioni geometriche e la modellazione solida e superficiale; le tecniche per la creazione di immagini realistiche, animazioni ed ambienti virtuali; gli ambienti *software* per la sintesi di immagini. In dettaglio:

### **Prerequisiti**

Il corso presuppone buone conoscenze di base di analisi matematica, geometria, fisica ed informatica

### **Programma**

La visione: sensibilità spaziale e temporale; visione binoculare, immagini acromatiche, il colore, i modelli di colore

Proiezioni piane: classificazione e proprietà, trasformazioni 2D e 3D, coordinate omogenee.

Cenni sugli ambienti di sviluppo grafico: PHIGS, OPEN GL

Il realismo delle immagini: modelli di illuminazione: Shading di Phong e di Gouraud, ray tracing, radiosity, linee e superfici nascoste, ombre, textures, frattali, sistemi di particelle ed altre tecniche avanzate per animazioni

Cenni sull'hardware per la grafica: le architetture, le periferiche, la creazione di immagini 2D e 3D, i dispositivi per la realtà virtuale

Rappresentazione di solidi, curve e superfici: CSG, B-rep, octrees, punti, vettori, trasformazioni affini, rappresentazione parametrica di curve 2D e 3D, elementi di geometria differenziale, costruzione di curve a partire da punti, metodi classici (Lagrange, etc.), splines e curve di Hermite, curve di Bezier, algoritmo di de Casteljou, basi di Bernstein, B-splines, NURBS, rappresentazioni di superfici, elementi di geometria differenziale di superfici (curvature, curvatura media e di Gauss, teorema di Eulero, superfici rigate e sviluppabili), quadriche, superfici di sweep e di rivoluzione, interpolazione bilineare, prodotto tensoriale, superfici di Bezier, B-spines, NURBS, costruzione di superfici a partire da linee.

### **Bibliografia**

Sono disponibili presso la segreteria studenti degli istituti elettrici gli appunti delle lezioni.

#### *Testi ausiliari*

J.D.Foley, A. van Dam, et al., "Computer Graphics, Principles and Practice", Second Edition, Addison-Wesley, 1990

Altri testi per argomenti specifici sono indicati negli appunti.

### **Modalità d'esame**

L'esame consta di una prova orale che verte su tutto il programma svolto a lezione.

## 01CQT TECNOLOGIA DEI DISPOSITIVI

Docente:	Claudio PAPUZZA
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è quello di far acquisire allo studente i principi fisici che sottendono la funzionalità di alcuni dispositivi elettronici ed optoelettronici e le loro prestazioni in termini dei rispettivi parametri elettrici ed elettro-ottici, legando prestazioni e funzionalità alle scelte di processi realizzativi. Vengono presentati egli esempi rappresentativi di dispositivi elettronici ed optoelettronici evidenziandone le modalità realizzative.

### **Prerequisiti**

Per la comprensione e la capacità di gestire i concetti tecnologici è necessaria una buona padronanza delle nozioni di base di Fisica I e II, di Chimica generale, di Dispositivi Elettronici, di Stato Solido e dei Processi Tecnologici.

### **Programma**

**Dispositivi elettronici e per la Sensoristica:** Principi di funzionamento e tecnologia realizzativa di Circuiti integrati CMOS e in GaAs. Dispositivi per elettronica veloce (HBT, HEMT,..). Tecniche di interconnessioni e di packaging.

**Dispositivi Optoelettronici:** Principi di comunicazioni con fibra ottica. Laser a semiconduttore, principi di funzionamento, tecnologia preparativa e caratterizzazioni elettro - ottiche.

Dispositivi a quantum well. Fotorivelatori PIN e APD.

**Fibre ottiche e dispositivi in fibra:** Processi per realizzazione di fibre ottiche e di cavi ottici. Packaging dei dispositivi optoelettronici e integrazione ottica.

**Affidabilità e fisica dei guasti:** Principi generali dell'affidabilità. Meccanismi fisici di degradazione su componenti elettronici a base Si e per dispositivi optoelettronici.

### **Bibliografia**

S.M.Sze, "Dispositivi a semiconduttore" Biblioteca Scientifica HOEPLI, 1991

S. P. Murarka, M. C. Peckerar "Electronic Materials Science and Technology" Academic Press, Inc.

S.M.Sze, "VLSI TECHNOLOGY" Mc Graw Hill Book Company

Gary E McGuire "Semiconductor Materials and Process Technology Handbook" Noyes Publications

### **Controlli dell'apprendimento**

Esame finale

### **Modalità d'esame**

Esame orale basato sull'analisi realizzativa di uno o due dispositivi elettronici ed optoelettronici in cui si evidenziano le relazioni tra le loro funzionali, prestazioni ed affidabilità e le scelte tecnologiche.

# 01CRC TECNOLOGIA DEI SISTEMI INTEGRATI

Docente:	Pierluigi CIVERA
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01ADX
N. crediti:	3

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso è la continuazione del corso di Architettura dei Sistemi Integrati. Obiettivo del corso è analizzare gli aspetti tecnologici sui cui si basano le architetture di sistemi complessi. Oltre alla mappatura tecnologica verranno esaminati gli aspetti tecnologici, elettrici e logici di rilievo per la corretta progettazione di circuiti e sistemi integrati di elevata complessità. Nel modulo verranno descritte ed analizzate, come casi di studio, le soluzioni tecniche più significative.

## **Prerequisiti**

Il corso verte su aspetti tecnologici legati alla realizzazione di sistemi sotto forma di circuiti integrati a larga scala di integrazione. È requisito utile aver seguito il corso di Architettura dei Sistemi Integrati e possibilmente anche il corso di Microelettronica.

## **Programma**

- Tecnologie per circuiti VLSI CMOS, tecnologie submicrometriche, previsione delle prestazioni, mappatura tecnologica, analisi e valutazioni degli aspetti che limitano le prestazioni di sistema.
- Famiglie logiche statiche e famiglie logiche dinamiche, ottimizzazione delle celle base, dispositivi e circuiti speciali per memorie RAM e ROM e per l'interconnessione.
- Problematiche di distribuzione delle alimentazioni e dei riferimenti di segnale.
- Problematiche di distribuzione dei segnali di cadenza (clock) e di evento. Alberi di distribuzione del clock (clock tree).
- Valutazione delle problematiche relative alle sezioni di interfaccia, alle interconnessioni in genere, sia interne che esterne al chip.
- Valutazioni delle problematiche di parti circuitali analogiche, di conversione analogico-digitale, oscillatori e PLL.
- Cenni ai processi tecnologici in uso e in previsione, cenni ai costi di impianto e di processo; stime di complessità e valutazioni tecno-economiche.

## **Bibliografia**

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

*Testi ausiliari:*

H.B. Bakoglu, "Circuits, Interconnections, and Packaging for VLSI", Addison Wesley

## **Controlli dell'apprendimento**

Durante lo svolgimento del corso non verranno svolti controlli formali dell'apprendimento.

## **Modalità d'esame**

Esame orale.

# 01CYR TELECOMUNICAZIONI IN FIBRA OTTICA I

Docente:	Pierluigi POGGIOLINI
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BEH, 01BEG
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

I sistemi ottici di telecomunicazione oggi veicolano più informazione di qualunque altra classe di sistemi di trasmissione. Le comunicazioni ottiche sono l'infrastruttura portante che rende possibile la rivoluzione rappresentata da Internet e talvolta chiamata "società globale dell'informazione". Il corso mira a mettere in grado lo studente di comprendere le principali tematiche relative all'analisi ed al progetto di tali sistemi. Le opportunità di lavoro, in Italia e all'estero, sono eccezionalmente numerose e ben remunerate. Questo modulo è propedeutico al modulo "Trasmissione Ottica a Lunga Distanza ed Alta Capacità - 01CYS" ed ha come obiettivo l'introduzione agli aspetti fondamentali delle comunicazioni ottiche.

## **Prerequisiti**

Sono necessarie conoscenze di base di propagazione guidata di onde elettromagnetiche e di teoria delle telecomunicazioni. Raccomandate, ma non indispensabili, conoscenze specifiche su componenti ottici ed elettro-ottici.

## **Programma**

In questo modulo si affrontano le problematiche di base della trasmissione ottica, su canale ipotizzato lineare e senza effetti di polarizzazione: limite quantico per ricevitori con e senza preamplificatore ottico; limite quantico per sistemi con amplificatori ottici di linea; analisi di ricevitori realistici con e senza amplificazione ottica; comportamento dispersivo della fibra ottica in linearità e contromisure. Cenni sui componenti: fotodiodi PIN e APD, laser a semiconduttore, amplificatori ottici in fibra, componenti per la trasmissione multicanale in multiplexazione di lunghezza d'onda (WDM). Cenni sui sistemi in fibra multimodale e sui sistemi di distribuzione di segnali televisivi (CATV).

## **Laboratori**

Si effettueranno simulazioni al computer di sistemi ottici di telecomunicazioni presso il LAIB, usando il software commerciale avanzato OptSim

## **Esercitazioni**

In aula, risoluzione di problemi di analisi e di progetto

## **Bibliografia**

Il docente distribuirà dispense che coprono il materiale trattato nel corso, disponibili anche in lingua inglese.

## **Controlli dell'apprendimento**

Verranno richieste brevi relazioni sulle esercitazioni al LAIB.

## **Modalità d'esame**

Un esame scritto di analisi e progetto.

# 01CYS TELECOMUNICAZIONI IN FIBRA OTTICA II

Docente:	Pierluigi POGGIOLINI
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CYR, 01CXM, 01BUD, 01BUE
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

I sistemi ottici di telecomunicazione oggi veicolano più informazione di qualunque altra classe di sistemi di trasmissione. I sistemi, nazionali, transnazionali e sottomarini che si stanno costruendo trasportano centinaia di Gbit/s per fibra, su distanze fino a 10000 km. Le comunicazioni ottiche sono, in altre parole, l'infrastruttura portante che rende possibile la rivoluzione rappresentata da Internet e talvolta chiamata "società globale dell'informazione". Il corso mira a mettere in grado lo studente di comprendere le principali tematiche relative all'analisi ed al progetto di tali sistemi avanzati. Le opportunità di lavoro, in Italia e all'estero, sono eccezionalmente numerose e ben remunerate. Questo modulo deve essere preceduto da "Trasmissione Ottica a Breve Distanza - 01CYR".

## **Prerequisiti**

Sono necessarie conoscenze di base di propagazione guidata di onde elettromagnetiche e di teoria delle telecomunicazioni. Raccomandate, ma non indispensabili, conoscenze specifiche su componenti ottici ed elettro-ottici. Inoltre occorre avere frequentato il modulo "Trasmissione Ottica a Breve Distanza - 01CYR".

## **Programma**

In questo modulo avanzato si approfondiscono importanti tematiche relative al progetto dei moderni sistemi ad altissima capacità, moltiplicazione di lunghezza d'onda (WDM) e lunga distanza: effetti legati alla polarizzazione nella fibra, birifrangenza, dispersione di polarizzazione (PMD); sistemi a modulazione di polarizzazione (POLSK). Le non linearità nella fibra ottica: l'effetto Kerr, l'automodulazione di fase (SPM), la modulazione di fase intercanale (XPM), il "Four Wave Mixing" (FWM), il guadagno parametrico (PG); lo scattering di Raman e di Brillouin. Contromisure per gli effetti non-lineari: trasmissione con ritorno a zero (RZ), mappe di dispersione, comodulazione sincrona di fase-ampiezza. Cenni sui solitoni. Cenni su componenti per reti ottiche WDM. Amplificatori RAMAN e ad Erblio.

## **Laboratori**

Si effettueranno simulazioni al computer di sistemi ottici di telecomunicazioni presso il LAIB, usando il software commerciale avanzato OptSim

## **Esercitazioni**

In aula, risoluzione di problemi di analisi e di progetto

## **Bibliografia**

Il docente distribuirà dispense che coprono il materiale trattato nel corso, disponibili anche in lingua inglese.

## **Controlli dell'apprendimento**

Verranno richieste brevi relazioni sulle esercitazioni al LAIB.

## **Modalità d'esame**

Un esame scritto di analisi e progetto ed un colloquio orale.

## **01CTB TELERILEVAMENTO E DIAGNOSTICA AMBIENTALE**

Docente:	Giovanni PERONA
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Verrà approfondito l'esame dei dati telerilevati da satellite o altre piattaforme ed il loro confronto con dati acquisiti in maniera puntuale a terra. Verranno inoltre descritte le principali metodiche di diagnostica elettromagnetica applicate all'ambiente.

### **Prerequisiti**

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

### **Programma**

#### **I APPROFONDIMENTI TEORICI**

Modelli di scattering atmosferico: approssimazione di Rayleigh e di Mie. Polarizzazione e parametri di Stokes

Deduzione dell'equazione generale del trasferimento radiativo (RTE). RTE in atmosfera a piani paralleli: soluzioni analitiche e modelli numerici.

Introduzione alla radiometria, allo scattering da particelle e da superfici ruvide a microonde.

#### **II SISTEMI DI TELERILEVAMENTO ATTIVI E PASSIVI**

Introduzione ai radar meteorologici ed ai SAR.

Introduzione ai radiometri a microonde.

Introduzione agli scatterometri.

Introduzione ai LIDAR e DOAS.

Introduzione agli spettrometri ad alta risoluzione ed agli interferometri.

### **Laboratori e/o esercitazioni**

#### **III ANALISI ED INTERPRETAZIONE DEI DATI TELERILEVATI MEDIANTE SISTEMI INFORMATIVI GEOGRAFICI E RELATIVA DEDUZIONE DI PARAMETRI FISICI DI INTERESSE**

(Laboratori assistiti al calcolatore di 4 ore settimanali preceduti da 2 ore introduttive all'argomento trattato)

### **Bibliografia**

- Quaderni su vari capitoli del corso e copia delle trasparenze sono disponibili su un sito Internet reso accessibile agli studenti mediante password.

- A.P. Cracknell and L.W.B. Hayes, Introduction to remote sensing, Taylor & Francis, 1991.

### **Controlli dell'apprendimento**

Esercitazioni (assistite) al calcolatore in laboratorio.

### **Modalità d'esame**

Nell'appello immediatamente successivo al corso, gli esami si svolgeranno in forma scritta al calcolatore; in forma orale nei rimanenti appelli.

## **01CTE TELERILEVAMENTO: FONDAMENTI TEORICI**

Docente:	Giovanni PERONA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01AWM
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso intende fornire una panoramica esauriente sull'intero processo di acquisizione, elaborazione ed uso dei dati ambientali telerilevati.

### **Prerequisiti**

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

### **Programma**

#### **I. Problematiche, metodologie e caratteristiche del telerilevamento**

#### **II. Fondamenti teorici**

Lo spettro elettromagnetico, Radiometria, Introduzione ai sistemi ottici, Struttura dell'atmosfera terrestre, Introduzione allo scattering ed assorbimento in atmosfera, cenni allo scattering di Rayleigh e di Mie.

Introduzione alla Teoria del trasferimento radiativo in atmosfera

#### **III. Diagnostica elettromagnetica**

Proprietà elettromagnetiche degli oggetti e loro firme spettrali

#### **IV. Sistemi satellitari, sensori e strumentazione**

#### **V. Elaborazione, analisi ed interpretazione dei dati telerilevati**

### **Laboratori e/o esercitazioni:**

#### **V. Elaborazione, analisi ed interpretazione dei dati telerilevati mediante sistemi informativi geografici**

(5 laboratori assistiti al calcolatore di 4 ore settimanali preceduti da 2 ore introduttive all'argomento trattato)

### **Bibliografia**

- Quaderni su vari capitoli del corso e copia delle trasparenze sono disponibili su un sito Internet dedicato.
- A.P. Cracknell and L.W.B. Hayes, Introduction to remote sensing, Taylor & Francis, 1991.

### **Controlli dell'apprendimento**

Esercitazioni (assistite) al calcolatore in laboratorio.

### **Modalità d'esame**

Nell'appello immediatamente successivo al corso, gli esami si svolgeranno in forma scritta al calcolatore; in forma orale nei rimanenti appelli.

# 01CTH    **TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI A**

Docente:	Claudio BECCARI, Pierluigi CIVERA
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	02APL
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

L'obiettivo del corso è quello di acquisire dimestichezza con l'analisi dei circuiti attivi in continua per la determinazione del punto di lavoro e dei parametri di piccolo segnale, e in banda passante, lasciando i dettagli dell'analisi in frequenza al successivo modulo di Teoria dei circuiti elettronici B.

## **Prerequisiti**

Si suppone che lo studente sia agile nell'uso dei principali metodi di analisi dei circuiti visti nei corsi precedenti, sia pure non finalizzati all'analisi di circuiti contenenti generatori controllati.

## **Programma**

Dispositivi attivi: diodo, transistor a giunzione, transistor a effetto di campo; modelli per piccolo segnale e modelli per il regime stazionario. Polarizzazione dei dispositivi attivi, ricerca del punto di lavoro e determinazione dei parametri differenziali.

Amplificatori elementari a emettitore/source comune, a collettore/drain comune, a base/gate comune e amplificatore differenziale; cenni agli amplificatori differenziali commerciali.

Applicazioni elementari dell'amplificatore differenziale (ideale): sommatore, integratore, convertitori di impedenza (negativi e generalizzati), supercondensatore e superinduttore, giratore.

La controeazione: teoria e metodi di analisi dei circuiti reazionati; metodi di Rosenstark e di Blackman.

## **Esercitazioni**

Le esercitazioni in aula consistono nello svolgimento di esercizi da parte degli allievi, non da parte degli esercitatori, che sono presenti in aula per fornire delucidazioni e spiegazioni individuali e collettive sui problemi e sulle lacune che possono emergere solo mettendo in pratica quanto appreso e assimilato dalle lezioni.

## **Laboratorio**

Due ore ogni due settimane saranno dedicate a misure in laboratorio; dette misure si riferiscono a circuiti già predisposti dai docenti e sono intese a familiarizzare gli studenti con gli strumenti di misura, con le prime elementari procedure di misura, e con le realtà fisiche connesse all'elettronica e agli amplificatori.

## **Bibliografia**

C. Beccari, Teoria dei circuiti elettronici, CLUT, Torino 1997

## Controlli dell'apprendimento

Durante lo svolgimento del corso non verrà svolto nessun controllo formale dell'apprendimento; al contrario la continua interazione dei docenti con gli allievi durante le esercitazioni e i laboratori consente di personalizzare in modo informale una certa verifica delle abilità acquisite dall'allievo.

## Modalità d'esame

L'esame si svolge in due parti entrambe scritte; la prima consiste nella risposta ad una serie di domande per lo più teoriche a risposte multiple chiuse; la seconda consiste nello svolgimento di esercizi numerici di analisi di circuiti.

# 01CTI    **TEORIA DEI CIRCUITI ELETTRONICI B**

Docente:	<b>Claudio BECCARI, Pierluigi CIVERA</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CTH
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

L'obiettivo del corso è quello di introdurre gli allievi alla progettazione di circuiti passivi e attivi lineari con particolare riferimento ai filtri.

## **Prerequisiti**

Si suppone che lo studente, oltre ad avere acquisito completamente le tecniche di analisi dei circuiti attivi e passivi, sia anche agile nell'uso della trasformata di Laplace e del metodo simbolico generalizzato.

## **Programma**

Stabilità e criteri di Bode, Nyquist, Hurwitz e del luogo delle radici. Oscillatori sinusoidali.

Modello di Giacoletto per il transistor in alta frequenza; risposta degli amplificatori nel dominio della frequenza con l'analisi dettagliata dell'effetto prodotto dalle varie capacità presenti nel circuito.

Funzioni di rete: proprietà formali e matematiche; stabilità, passività; condizioni di realizzabilità dei bipoli passivi, LC, RC e RL; sintesi dei bipoli LC, RC ed RL.

Filtri passivi: filtri passabasso di Butterworth e di Chebyshev, trasformazioni di frequenza. Filtri ritardatori di Bessel. Progetto di filtri passivi mediante l'uso dei cataloghi dei filtri normalizzati.

Sensibilità delle funzioni di rete; sensibilità alle variazioni dei parametri matematici, alle variazioni dei parametri elettrici; indici di sensibilità multiparametrica.

Progetto di filtri RC-attivi mediante la simulazione dei filtri reattivi mediante i convertitori generalizzati di impedenza. Progetto di filtri RC-attivi mediante la connessione in cascata di celle biquadratiche ottimizzate rispetto ai criteri di scomposizione.

## **Esercitazioni**

Avvengono tutte in aula e consistono nello svolgimento di esercizi da parte degli allievi, non da parte degli esercitatori, che sono presenti in aula per fornire delucidazioni e spiegazioni individuali e collettive sui problemi e sulle lacune che possono emergere solo mettendo in pratica quanto appreso e assimilato dalle lezioni.

## **Laboratorio**

Due ore ogni due settimane saranno dedicate a misure in laboratorio; dette misure si riferiscono a circuiti già predisposti e sono intese a familiarizzare gli studenti con le prime elementari procedure di misura nel dominio della frequenza, in particolare riferite agli amplificatori e ai filtri.

## **Bibliografia**

C. Beccari, Teoria dei circuiti elettronici, CLUT, Torino 1997

## Controlli dell'apprendimento

Durante lo svolgimento del corso non verrà svolto nessun controllo formale dell'apprendimento; al contrario la continua interazione dei docenti con gli allievi durante le esercitazioni e i laboratori consente di personalizzare in modo informale una certa verifica delle abilità acquisite dall'allievo.

## Modalità d'esame

L'esame si svolge in due parti entrambe scritte; la prima consiste nella risposta ad una serie di domande per lo più teoriche a risposte multiple chiuse; la seconda consiste nello svolgimento di esercizi numerici di analisi e di progetto di circuiti.

## **01CTV    TEORIA DEI SEGNALI ALEATORI (ELN)**

Docente:	Letizia LO PRESTI
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CTQ, 01AGG
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali a tempo continuo di tipo aleatorio.

### **Prerequisiti**

Non sono richiesti requisiti aggiuntivi rispetto alle precedenze obbligatorie.

### **Programma**

Analisi armonica.

Introduzione del concetto di spettro di energia e spettro di potenza. Definizione della funzione di autocorrelazione.

Introduzione ai processi casuali.

Caratterizzazione statistica dei processi casuali (densità di probabilità, medie di insieme, autocorrelazione).

Trasformazione di processi casuali. Caratterizzazione statistica dei processi integrati, derivati, filtrati e modulati.

Stazionarietà, ergodicità e caratteristiche spettrali.

Definizione di stazionarietà e ciclostazionarietà.

Caratterizzazione dei processi nel dominio della frequenza.

### **Bibliografia**

L. Lo Presti, F. Neri, "Introduzione ai processi casuali", CLUT

*Testi ausiliari (per approfondimenti)*

A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", Mc Graw Hill, 1984.

W. Gardner, "Introduction to Random Processes with Applications to Signals and Systems", Mc. Graw Hill, 1990.

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale opzionale che devono essere sostenute nello stesso appello.

La prova orale può essere sostenuta solo da quegli studenti che hanno riportato una valutazione superiore a 26/30 nella prova scritta.

Entrambe le prove vertono sull'intera materia del modulo.

#### **Tipologia delle prove:**

Le prove scritte possono essere di tre tipi:

- 6-10 brevi esercizi a risposte multiple

- 3 esercizi tradizionali

- una combinazione di esercizi a risposte multiple ed esercizi tradizionali

La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è generalmente di due ore.

Durante le prove scritte è possibile consultare soltanto i due libri di testo citati in bibliografia.

# 01CTW    **TEORIA DEI SEGNALI ALEATORI (TLC)**

Docente:	<b>Marina MONDIN</b>
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01CTR, 01AGG
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali a tempo continuo di tipo aleatorio.

## **Prerequisiti**

Non sono richiesti requisiti aggiuntivi rispetto alle precedenze obbligatorie.

## **Programma**

Analisi armonica.

Introduzione del concetto di spettro di energia e spettro di potenza. Definizione della funzione di autocorrelazione.

Introduzione ai processi casuali.

Caratterizzazione statistica dei processi casuali (densità di probabilità, medie di insieme, autocorrelazione).

Trasformazione di processi casuali. Caratterizzazione statistica dei processi integrati, derivati, filtrati e modulati.

Stazionarietà, ergodicità e caratteristiche spettrali.

Definizione di stazionarietà e ciclostazionarietà.

Caratterizzazione dei processi nel dominio della frequenza.

## **Bibliografia**

L. Lo Presti, F. Neri, "Introduzione ai processi casuali", CLUT

*Testi ausiliari (per approfondimenti)*

A. Papoulis, "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", Mc Graw Hill, 1984.

W. Gardner, "Introduction to Random Processes with Applications to Signals and Systems", Mc. Graw Hill, 1990.

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale opzionale che devono essere sostenute nello stesso appello.

La prova orale può essere sostenuta solo da quegli studenti che hanno riportato una valutazione superiore a 26/30 nella prova scritta.

Entrambe le prove vertono sull'intera materia del modulo.

### **Tipologia delle prove:**

Le prove scritte possono essere di tre tipi:

- 6-10 brevi esercizi a risposte multiple

- 3 esercizi tradizionali

- una combinazione di esercizi a risposte multiple ed esercizi tradizionali

La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è generalmente di due ore.

Durante le prove scritte è possibile consultare soltanto i due libri di testo citati in bibliografia.

## 01CTQ TEORIA DEI SEGNALI DETERMINATI (ELN)

Docente:	Letizia LO PRESTI
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01ACJ
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali a tempo continuo e a tempo discreto di tipo determinato. Vengono inoltre illustrate le tecniche di caratterizzazione dei sistemi e di elaborazione dei segnali, con particolare attenzione alle applicazioni di telecomunicazioni.

### **Prerequisiti**

Non sono richiesti requisiti aggiuntivi rispetto alle precedenze obbligatorie.

### **Programma**

Definizione del segnale e sua rappresentazione nello spazio dei segnali.

Analisi in frequenza. Definizione dello spettro di un segnale come trasformata di Fourier e richiami sulle proprietà della trasformata di Fourier.

Definizione dello "spettro a righe" per i segnali periodici.

Sistemi lineari a tempo continuo. Definizione di un sistema LTI e sua caratterizzazione nel dominio del tempo e della frequenza.

Il troncamento dei segnali nel tempo e l'uso delle finestre.

Il teorema del campionamento.

Tecniche numeriche di analisi spettrale. Introduzione della trasformata di Fourier discreta (DFT) per la valutazione numerica degli spettri di ampiezza di segnali ad energia finita e periodici. Descrizione dell'algoritmo FFT.

Teoria dei segnali a tempo discreto. Definizione dei segnali a tempo discreto e loro caratterizzazione nel dominio  $Z$  (trasformata  $Z$ ) e nel dominio della frequenza (trasformata di Fourier a tempo discreto).

Sistemi a tempo discreto. Definizione dei sistemi a tempo discreto e loro caratterizzazione mediante risposta all'impulso, funzione di trasferimento e risposta in frequenza.

### **Bibliografia**

L. Lo Presti, F. Neri, "L'Analisi dei Segnali", CLUT, 1992

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale opzionale che devono essere sostenute nello stesso appello.

La prova orale può essere sostenuta solo da quegli studenti che hanno riportato una valutazione superiore a 26/30 nella prova scritta.

Entrambe le prove vertono sull'intera materia del modulo.

#### **Tipologia delle prove:**

Le prove scritte possono essere di tre tipi:

- 6-10 brevi esercizi a risposte multiple

- 3 esercizi tradizionali

- una combinazione di esercizi a risposte multiple ed esercizi tradizionali

La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è generalmente di due ore.

Durante le prove scritte è possibile consultare soltanto i due libri di testo citati in bibliografia.

## 01CTR    **TEORIA DEI SEGNALI DETERMINATI (TLC)**

Docente:	<b>Marina MONDIN</b>
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01ACJ
N. crediti:	6

---

### **Obiettivi generali del corso**

L'insegnamento si propone di fornire gli strumenti metodologici fondamentali per la descrizione, l'analisi e la modellizzazione dei segnali a tempo continuo e a tempo discreto di tipo determinato. Vengono inoltre illustrate le tecniche di caratterizzazione dei sistemi e di elaborazione dei segnali, con particolare attenzione alle applicazioni di telecomunicazioni.

### **Prerequisiti**

Non sono richiesti requisiti aggiuntivi rispetto alle precedenze obbligatorie.

### **Programma**

Definizione del segnale e sua rappresentazione nello spazio dei segnali.

Analisi in frequenza. Definizione dello spettro di un segnale come trasformata di Fourier e richiami sulle proprietà della trasformata di Fourier.

Definizione dello "spettro a righe" per i segnali periodici.

Sistemi lineari a tempo continuo. Definizione di un sistema LTI e sua caratterizzazione nel dominio del tempo e della frequenza.

Il troncamento dei segnali nel tempo e l'uso delle finestre.

Il teorema del campionamento.

Tecniche numeriche di analisi spettrale. Introduzione della trasformata di Fourier discreta (DFT) per la valutazione numerica degli spettri di ampiezza di segnali ad energia finita e periodici. Descrizione dell'algoritmo FFT.

Teoria dei segnali a tempo discreto. Definizione dei segnali a tempo discreto e loro caratterizzazione nel dominio  $Z$  (trasformata  $Z$ ) e nel dominio della frequenza (trasformata di Fourier a tempo discreto).

Sistemi a tempo discreto. Definizione dei sistemi a tempo discreto e loro caratterizzazione mediante risposta all'impulso, funzione di trasferimento e risposta in frequenza.

### **Bibliografia**

L. Lo Presti, F. Neri, "L'Analisi dei Segnali", CLUT, 1992

### **Modalità d'esame**

L'esame consiste in una prova scritta ed una prova orale opzionale che devono essere sostenute nello stesso appello.

La prova orale può essere sostenuta solo da quegli studenti che hanno riportato una valutazione superiore a 26/30 nella prova scritta.

Entrambe le prove vertono sull'intera materia del modulo.

#### **Tipologia delle prove:**

Le prove scritte possono essere di tre tipi:

- 6-10 brevi esercizi a risposte multiple
- 3 esercizi tradizionali
- una combinazione di esercizi a risposte multiple ed esercizi tradizionali

La scelta del tipo di prova è a discrezione del docente, e la durata è generalmente di due ore.

Durante le prove scritte è possibile consultare soltanto i due libri di testo citati in bibliografia.

## 01CUA TEORIA DEI SISTEMI MECCANICI

Docente:	Luigi GARIBALDI (I Corso), Terenziano RAPARELLI (II Corso)
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	-
N. crediti:	4

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso approfondisce le conoscenze della meccanica fornendo gli strumenti e i metodi per condurre analisi di cinematica e dinamica sia del corpo rigido sia di sistemi meccanici complessi.

### **Prerequisiti**

Conoscenze di base della fisica e dell'analisi matematica.

### **Programma**

Cinematica piana di corpi rigidi - Accoppiamenti di corpi rigidi - Cinematica dei moti relativi - Diagramma del corpo libero - Reazioni vincolari - Applicazioni delle equazioni cardinali della dinamica a sistemi meccanici - Applicazioni del principio di conservazione dell'energia ai sistemi meccanici - Principi di dinamica dei rotori - Studio di sistemi meccanici vibranti - Strumenti di misura delle vibrazioni - Tecniche di riduzione delle vibrazioni

### **Bibliografia**

*Testo necessario:*

- C.Ferraresi, T.Raparelli, "Meccanica Applicata", Ed. Clut, Torino, 1997.

*Testi di approfondimento:*

- J.M.Meriam, L.G.Kraige, "Engineering mechanics", Vol.1-2, SI Version, Wiley, New York, 1993.

- G.Belforte, "Meccanica applicata alle macchine", Ed. Giorgio, Torino.

- G.Jacazio, B.Piombo "Esercizi di meccanica applicata alle macchine", Ed. Levrotto & Bella, Torino, 1983.

### **Modalità d'esame**

L'esame si svolge in forma scritta sull'intero programma del corso (lezioni ed esercitazioni).

Per sostenere l'esame è obbligatoria l'iscrizione, presso la Segreteria Didattica dell'Area Sud (lato C.so Einaudi) entro i termini indicati (di norma due giorni prima dell'appello).

L'esame prevede la risoluzione di un certo numero di problemi, di solito tre, svolta su fogli vidimati e distribuiti al momento stesso dell'esame. La durata della prova è di norma di due ore.

# 01CUD    **TEORIA DELL'AUTOMAZIONE INDUSTRIALE**

Docente:	<b>Francesco DONATI</b>
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CAR oppure 01CAP oppure 01AZX
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Si tratta del primo modulo di un corso articolato in due moduli che ha come obiettivo quello di avviare l'allievo alla progettazione di sistemi per l'automazione. Il primo modulo ha contenuto metodologico e si propone di introdurre uno standard progettuale, con particolare riguardo allo sviluppo della logica di controllo.

## **Prerequisiti**

Si richiede una conoscenza delle nozioni di base della teoria dei sistemi e dei controlli automatici.

## **Programma**

La modellizzazione matematica come strumento base della conoscenza.

I modelli matematici orientati.

Sistemi dinamici lineari invarianti, continui e discreti: controllabilità, osservabilità, invertibilità.

Osservatore, controllore, generatore dei riferimenti.

L'incertezza in norma e il teorema fondamentale del controllo.

L'approccio progettuale a due modelli.

## **Bibliografia**

M. Athans et al.: "Systems, Networks and Computation Multivariable Methods", McGraw-Hill, New York

V. Strojic: "State Space Theory of Discrete Linear Control", J. Wiley and Sons, New York

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno

## **Modalità d'esame**

Prova scritta, immediatamente seguita da correzione e prova orale.

# 01CUP    **TEORIA E METODI DELL'APPROSSIMAZIONE E DEL FILTRAGGIO**

Docente:	Vito MAURO
Periodo:	1°
Precedenze obbligatorie:	01CCF oppure 01BLV
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di fornire agli studenti gli elementi necessari alla rappresentazione dei sistemi dinamici mediante modelli matematici approssimati. Vengono quindi trattati i problemi e le tecniche di approssimazione, con particolare riferimento ai metodi di approssimazione in linea e di filtraggio. Il corso, pur avendo un base teorica rigorosa, è orientato alla realizzazione pratica; tutti i metodi trattati vengono applicati, sia nelle lezioni che nelle esercitazioni, a casi di interesse ingegneristico.

## **Prerequisiti**

Analisi matematica I e II, Geometria, Probabilità.

## **Programma**

Richiami su spazi lineari, spazi normati, spazi di Hilbert; Problemi di norma minima negli spazi di Hilbert. Applicazioni a problemi di approssimazione. Pseudoinverse. Il principio di parsimonia nell'approssimazione. Spazi di Hilbert di variabili aleatorie. Stime di minima norma, di Gauss-Markov, stime di minima varianza. Caratteristiche di ottimo e struttura generale dei metodi di stima recursivi.

Il filtro di Kalman discreto come stimatore di minima varianza. Proprietà e diverse forme del filtro di Kalman; l'innovazione e le sue proprietà. L'impiego pratico del filtraggio: i problemi di instabilità e deriva e le soluzioni. Estensione al caso continuo: la discretizzazione.

Estensioni al caso non lineare; filtraggio esteso e filtri di ordine superiore.

## **Bibliografia**

G. Menga, Appunti di modellistica e identificazione, Celid, Torino  
D.G. Luenberger, Optimisation by vector space methods, J. Wiley  
F. Lewis, Optimal estimation, Wiley interscience  
G. Gelb, Applied optimal estimation, M.I.T press  
Appunti sulle esercitazioni distribuiti nel corso

## **Controlli dell'apprendimento**

Sono richieste relazioni sui casi proposti ad esercitazione

## **Modalità d'esame**

L'esame consiste nell'impostazione e nella soluzione di un problema di approssimazione, mediante discussione con il docente.

## **01CVQ TERMODINAMICA APPLICATA**

Docente:	Marco MASOERO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01AWM
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso riprende la teoria classica della termodinamica e sviluppa i concetti fondamentali della trasmissione del calore e della meccanica dei fluidi per affrontare quindi una serie di argomenti applicativi nei settori dell'informazione (in particolare il controllo termico in elettronica), della conversione dell'energia e del controllo ambientale.

### **Prerequisiti**

Concetti fondamentali di termometria, calorimetria e termodinamica normalmente trattati nei corsi di Fisica del biennio.

### **Programma**

Definizioni e concetti fondamentali della termodinamica: sistema termodinamico e sue proprietà, equilibrio, trasformazioni. Equazioni costitutive (2 h).

L'energia ed il primo principio della termodinamica; bilanci energetici di sistemi aperti e chiusi (2 h). L'entropia ed il secondo principio della termodinamica; applicazioni a casi pratici (2 h).

Processi di conversione dell'energia (2 h).

Proprietà termodinamiche dell'aria umida e principi di climatizzazione ambientale (2 h).

Introduzione ai fenomeni di trasporto di calore, massa e quantità di moto (2 h).

Descrizione fenomenologica ed equazioni fondamentali della trasmissione del calore per conduzione (4 h), convezione (2 h) e irraggiamento (4 h); elementi di meccanica dei fluidi viscosi (2 h).

Controllo termico dei dispositivi elettronici (4 h).

### **Bibliografia**

Sono disponibili appunti del corso, sia sotto forma di file WORD in rete - sito ULISSE, sia in forma cartacea presso la Segreteria Didattica Interdipartimentale Area Sud.

*Testi per l'approfondimento della teoria e per gli esercizi:*

Y. Cengel "Termodinamica e trasmissione del calore", ed. McGraw-Hill

C. Boffa, P. Gregorio "Elementi di Fisica Tecnica - Volume II", ed. Levrotto & Bella

A. Cavallini, L. Mattarolo "Termodinamica Applicata", Ed. CLEUP

C. Bonacina, A. Cavallini, L. Mattarolo "Trasmissione del calore", Ed. CLEUP

P. Gregorio "Esercizi di Fisica Tecnica", ed. Levrotto & Bella

### **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

### **Modalità d'esame**

Prova scritta riguardante la risoluzione di esercizi numerici sugli argomenti trattati nel corso.

## **01CXJ TRASMISSIONE NUMERICA SU CANALI "REALI"**

Docente:	Sergio BENEDETTO
Periodo:	2°
Precedenze obbligatorie:	01AIO oppure 01BUE
N. crediti:	5

---

### **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi che caratterizzano i canali "reali" (diverse da quello Gaussiano additivo) sui quali si trasmette l'informazione numerica, e di descrivere le loro conseguenze sul segnale trasmesso. Si affronta il problema dell'interferenza intersimbolica e si studiano i ricevitori adatti a fronteggiarlo: il ricevitore a massima verosimiglianza e l'equalizzazione adattativa. Infine, si spiegano le ragioni della sincronizzazione e si studiano le tecniche per effettuarla.

### **Prerequisiti**

Elementi di trasmissione numerica su canale Gaussiano.

### **Programma**

I canali lineari distorcenti. L'interferenza intersimbolica. Prestazioni di sistemi di trasmissione numerica in presenza di interferenza intersimbolica. I ricevitori a massima verosimiglianza per l'interferenza intersimbolica. L'equalizzazione adattativa: l'algoritmo del gradiente e le sue prestazioni. Il problema della sincronizzazione nella trasmissione numerica. L'anello ad aggancio di fase. La sincronizzazione di portante e di simbolo.

### **Bibliografia**

S. Benedetto - E. Biglieri: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications. Ed. Plenum-Kluwer, New York, 1999.

### **Controlli dell'apprendimento**

Prova scritta a fine corso. Eventuale tesina durante il corso.

### **Modalità d'esame**

La valutazione si basa sullo scritto di fine corso e sull'eventuale tesina.

# 01CXK TRASMISSIONE SUL CANALE RADIOMOBILE

Docente:	Sergio BENEDETTO
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01BUE oppure 01CXM
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Il corso si propone di fornire allo studente gli elementi che caratterizzano il segmento radio dei sistemi cellulari, con riferimento a: tecniche di codifica del segnale vocale, tecniche di modulazione, codificazione di canale. Nel corso, verranno descritti il segmento radio del GSM e dei sistemi cellulari di terza generazione UMTS, confrontandoli in termini di vantaggi e svantaggi relativi.

## **Prerequisiti**

Elementi di trasmissione numerica su canale Gaussiano.

## **Programma**

La storia dei sistemi di trasmissione radiomobile. Le caratteristiche del canale radiomobile e i suoi modelli. La codifica del segnale vocale. Le tecniche di modulazione per sistemi radiomobile e loro prestazioni. La codifica di canale per errori a pacchetto. Le tecniche di accesso a canale comune radio: FDMA, TDMA, CDMA. Le sequenze utilizzate per l'accesso DS-SS-SSA. Il segmento radio del GSM. Il segmento radio dei sistemi W-CDMA di terza generazione UMTS.

## **Bibliografia**

S. Benedetto - E. Biglieri: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications. Ed. Plenum-Kluwer, New York, 1999.

## **Controlli dell'apprendimento**

Prova scritta a fine corso.

## **Modalità d'esame**

La valutazione si basa sullo scritto di fine corso.

# 01CXL TRASMISSIONI ANALOGICHE E PCM

Docente:	da nominare
Periodo:	3°
Precedenze obbligatorie:	01ACJ
N. crediti:	5

---

## **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di trasmissione analogica basati sulla trasmissione di segnali elettrici, in presenza di rumore gaussiano bianco additivo.

## **Prerequisiti**

Nessuno.

## **Programma**

Metodi analitici per la rappresentazione del segnale elettrico e per la sua caratterizzazione. Basi ortonormali. Algoritmo di Gram-Schmidt. Sviluppo in serie di Fourier. Trasformata di Fourier. Densità spettrale di potenza e di energia.

Sistemi lineari tempo-invarianti. Risposta all'impulso. Funzione di trasferimento. Caratterizzazione spettrale del segnale all'uscita di un sistema lineare tempo-invariante. Richiami sui processi casuali. Il rumore termico. Caratterizzazione di doppi bipoli rumorosi. Il canale hertziano.

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

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

## **Bibliografia**

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

I.A. Glover, P.M. Grant, "Digital Communications", Prentice Hall (in inglese)

M.S. Roden, "Analog and Digital Communication Systems", Prentice Hall (in inglese)

G. Albertengo, A. Bianco, M. Mondin, "Esercizi Svolti di Comunicazioni Elettriche", CLUT

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

Prova scritta in tutte le sessioni in cui si presentano almeno 10 allievi, prova orale altrimenti. In entrambi i casi l'accertamento avviene tramite la soluzione di un esercizio.

# 01CXM TRASMISSIONI NUMERICHE E COMPRESSIONE DATI

Docente:	Guido ALBERTENGO
Periodo:	4°
Precedenze obbligatorie:	01CXL
N. crediti:	6

---

## **Obiettivi generali del corso**

Lo scopo del corso è fornire agli allievi le metodologie di base per l'analisi dei sistemi di trasmissione numerica in presenza di rumore gaussiano bianco additivo.

## **Prerequisiti**

Nessuno.

## **Programma**

Rappresentazione analitica e vettoriale del segnale numerico.

Spettro di potenza del segnale numerico.

Trasmissione in banda base del segnale numerico (segnalazione numerica). Codici di linea. Interferenza intersimbolica e primo criterio di Nyquist. Equalizzazione di canale. Probabilità di errore in sistemi numerici in banda base in presenza di rumore gaussiano bianco additivo. Ricevitore a filtro adattato.

Trasmissione del segnale numerico in banda traslata. Modulazioni numeriche di ampiezza e fase.

Probabilità di errore delle modulazioni numeriche in presenza di rumore gaussiano bianco additivo.

Sorgenti di informazione. Entropia di sorgente. Codifica di sorgente. Algoritmo di Fano-Huffman.

## **Bibliografia**

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

I.A. Glover, P.M. Grant, "Digital Communications", Prentice Hall (in inglese)

M.S. Roden, "Analog and Digital Communication Systems", Prentice Hall (in inglese)

G. Albertengo, A. Bianco, M. Mondin, "Esercizi Svolti di Comunicazioni Elettriche", CLUT

## **Controlli dell'apprendimento**

Nessuno.

## **Modalità d'esame**

Prova scritta in tutte le sessioni in cui si presentano almeno 10 allievi, prova orale altrimenti. In entrambi i casi l'accertamento avviene tramite la soluzione di un esercizio.

## INDICE ALFABETICO DEGLI INSEGNAMENTI

01AAD	Acustica applicata e illuminotecnica	115
01EAE	Algoritmi e strutture dati (ELN)	116
01AAZ	Alimentatori a commutazione	117
01ABD	Amplificatori operazionali e alimentatori stabilizzati	119
01ABE	Amplificazione, modulazione e rilevazione ottica	121
01ABM	Analisi dei sistemi ad eventi discreti	122
01CYU	Analisi dei sistemi dinamici (ELN)	124
01CYV	Analisi dei sistemi dinamici (TLC)	125
01ABX	Analisi di sistemi lineari con retroazione	126
01ABY	Analisi di sistemi per il controllo	127
01ACP	Analisi statistica dei segnali	128
01ACV	Antenne ad apertura	129
01ACX	Antenne filiformi, a microstriscia. Schiere	131
01EAL	Applicazioni (avanzate) di intelligenza artificiale	133
01BPS	Applicazioni della teoria quantistica	135
01EIH	Applicazioni multimediali interattive e distribuite (corso web)	137
01ADS	Architettura dei calcolatori	139
01ADV	Architettura dei sistemi di elaborazione	140
01ADW	Architettura dei sistemi distribuiti	142
01ADX	Architettura dei sistemi integrati	143
01ADY	Architettura dei sistemi operativi	144
01AEA	Architettura delle basi di dati	145
01EIF	Architetture avanzate di elaborazione	146
01AEP	Architetture distribuite	148
01AEQ	Architetture e protocolli	149
01AEY	Aspetti applicativi e sviluppo di casi	151
01AFH	Azionamenti ad alte prestazioni in corrente alternata	152
01EAM	Bilancio e investimenti	154
01AGG	Calcolo delle probabilità	155
01AGH	Calcolo in più variabili	157
01AGJ	Calcolo numerico A	158
01AGK	Calcolo numerico B	159
01AGN	Calcolo parallelo e architetture complesse	160
01AIF	Circuiti a microonde	161
01CZW	Circuiti a parametri distribuiti (ELN)	162
01CZX	Circuiti a parametri distribuiti (TLC)	163
01AIK	Circuiti per telecomunicazioni	164
01AIN	Codici a blocco e crittografia	165
01AIO	Codici di canale	166
01ACL	Codifica di immagine e video	167
01AIR	Collaudo di sistemi digitali I	169
01AIS	Collaudo di sistemi digitali II	170
01AIX	Commutazione di circuito e segnalazione	171
01AIY	Commutazione di pacchetto a cella	172
01AJF	Complementi di controllo digitale	173
01AXH	Complementi di fisica dello stato solido	174
01AJQ	Componenti per ottica integrata	175
01ALA	Controllo degli azionamenti. Azionamenti in corrente continua	176
01ALB	Controllo dei manipolatori industriali	177

01ANA	Descrizione dei sistemi	179
01API	Dispositivi alle alte frequenze e optoelettronici	180
01APJ	Dispositivi e circuiti di base	182
01ARU	Effetti propagativi nei sistemi di telecomunicazione	183
01BPR	Elementi di meccanica quantistica	184
01ATY	Elettronica I: applicazioni	185
01ATZ	Elettronica I: fondamenti	186
01ATG	Elettronica ad alta velocità	187
01ATH	Elettronica analogica	188
01ATL	Elettronica dei sistemi di acquisizione dati	189
01ATM	Elettronica dei sistemi di interconnessione	191
01ATO	Elettronica delle microonde	193
01AIJ	Elettronica delle telecomunicazioni: anelli ad aggancio di fase e interconnessioni	195
01BWT	Elettronica delle telecomunicazioni: circuiti non lineari e convertitori A/D/A	197
01ATR	Elettronica dello stato solido	199
01ATU	Elettronica digitale (INF)	200
01ATV	Elettronica digitale (TLC)	201
01ATW	Elettronica digitale e tecnica delle forme d'onda	202
01AWH	Fasi cristalline e caratterizzazione dei materiali	204
01AWY	Fisica dei Laser	206
01AXE	Fisica delle superfici	207
01AYE	Fisiologia umana e misure sui sistemi viventi	208
01AYN	Flusso su reti e elementi di programmazione intera	209
01AYW	Fondamenti di compatibilità elettromagnetica	210
01AZA	Fondamenti di controllo digitale	211
01AZB	Fondamenti di controllo ottimo	213
01BUT	Fondamenti di elaborazione e segnali biomedici	214
01AXG	Fondamenti di Fisica dello stato solido	215
01EAK	Fondamenti di intelligenza artificiale	216
01AZX	Fondamenti di progettazione	217
01BAC	Fondamenti di teoria dell'informazione e codici	218
01BEG	Guide d'onda e antenne elementari	219
01BEH	Guide d'onda metalliche e dielettriche	220
01BFA	Il progetto delle basi di dati	221
01BFB	Il sistema economico italiano	222
01BID	Ingegneria del software	224
01BIZ	Interruttori e amplificatori	225
01BJA	Introduzione ai sistemi radio. Elettromagnetismo numerico	227
01BJB	Introduzione alla compatibilità elettromagnetica	228
01BJG	Irradiazione e antenne	229
01BJN	Istituzioni di economia A	230
01BJO	Istituzioni di economia B	231
01BKK	Laboratorio di compilatori	233
01BKU	Laboratorio di fisica matematica	234
01EAD	Laboratorio di informatica grafica	235
01BLV	Laboratorio di teoria dei sistemi	236
01BMB	Laser a semiconduttore	237
01BMJ	Lettura del bilancio ai fini gestionali	239
01BMX	Linguaggi formali e compilatori	240

01BNB	Localizzazione, scheduling e programmazione non lineare	241
01BNN	Macchine elettriche in regime dinamico	242
01BNO	Macchine elettriche in regime stazionario	243
01BOS	Meccanica applicata	245
01BQH	Metodi di ottimizzazione combinatoria	246
01BRR	Metodologie e progetto del controllo dei processi	247
01ADU	Microprocessori e reti informatiche	249
01BTB	Modelli a reti di code e reti di Petri	250
01BTD	Modelli di componenti passivi in strutture guidanti	251
01BTE	Modelli di strutture irradianti	252
01BTH	Modelli Markoviani	253
01BTI	Modelli matematici A	254
01BTJ	Modelli matematici B	255
01BTS	Modelli stocastici, identificazione e applicazioni	256
01BTT	Modellistica dei manipolatori industriali	257
01BUB	Modulazioni analogiche (ELN)	259
01BUC	Modulazioni analogiche (TLC)	260
01BUD	Modulazioni numeriche (ELN)	262
01BUE	Modulazioni numeriche (TLC)	263
01BUF	Moduli funzionali complessi e strumenti CAD	265
01BVM	Organizzazione e strategia	267
01AWZ	Ottica quantistica	268
01BXB	Ponti radio e satelliti	269
01BYI	Processi tecnologici	270
01BZJ	Progettazione di sistemi a reti di code	271
01BZM	Progettazione di sistemi digitali	273
01CAH	Progetto del controllo di un processo	274
01CAP	Progetto di sistemi di controllo (INF)	276
01CAR	Progetto di sistemi di controllo (spec.)	277
01CAS	Progetto di sistemi di controllo (TLC)	278
01CAT	Progetto di sistemi digitali I	279
01CAU	Progetto di sistemi digitali II	280
01CAW	Progetto di sistemi integrati	281
01CAX	Progetto di sistemi operativi	282
01CBI	Programmazione ad oggetti	283
01EAF	Programmazione avanzata in C (ELN)	285
01EIG	Programmazione di sistema in ambiente Windows	286
01CBU	Programmazione lineare e allocazione di risorse	287
01CBW	Propagazione di fasci ottici	288
01CBX	Propagazione guidata e componenti a microonde	289
01CBZ	Propagazione troposferica e ionosferica	290
01CCC	Proprietà e problematiche d'uso dei materiali	291
01CCF	Proprietà strutturali di sistemi	293
01CCT	Protocolli per le applicazioni su internet	294
01CCV	Qualità del servizio in reti telematiche	295
01CDY	Reti di calcolatori II A	296
01CDZ	Reti di calcolatori II B	296
01CEG	Reti e protocolli per il trasferimento dei dati	297
01CEH	Reti e protocolli per telefonia e per dati	298
01CEL	Reti logiche A	300
01CEM	Reti logiche B	302

01CEN	Reti radiomobili cellulari	304
01CGG	Sensori ottici	305
01CGH	Sensoristica classica	306
01CGI	Serie di funzioni	307
01CGR	Sicurezza delle reti e commercio elettronico	308
01CHD	Simulazione di sistemi di trasmissione	309
01EAN	Sistemi di elaborazione a microprocessore	310
01CIA	Sistemi di radiodiffusione radiofonica e televisiva	311
01CJC	Sistemi operativi	312
01CJF	Sistemi per l'acquisizione dati	314
01CJG	Sistemi radar e radioaiuti alla navigazione	315
01CNI	Strumentazione biomedica	316
01CNM	Strumentazione elettronica di base (ELN)	317
01CNN	Strumentazione elettronica di base (TLC)	317
01CNT	Strumentazione programmabile	318
01CNV	Strumenti e metodi per le misure elettroniche	319
01CNW	Strumenti e metodi per telecomunicazioni	319
01CNZ	Strumenti per l'offerta di servizi telematici	320
01CON	Sviluppo del software in C++ e Java	321
01CPL	Tecniche avanzate di controllo ottimo	322
01CPM	Tecniche avanzate di elaborazione segnali biomedici	323
01EAH	Tecniche di analisi dell'immagine	325
01EAG	Tecniche di sintesi dell'immagine	326
01CQT	Tecnologia dei dispositivi	327
01CRC	Tecnologia dei sistemi integrati	328
01CYR	Telecomunicazioni in fibra ottica I	329
01CYS	Telecomunicazioni in fibra ottica II	330
01CTB	Telerilevamento e diagnostica ambientale	331
01CTE	Telerilevamento: fondamenti teorici	332
01CTH	Teoria dei circuiti elettronici A	333
01CTI	Teoria dei circuiti elettronici B	335
01CTV	Teoria dei segnali aleatori (ELN)	337
01CTW	Teoria dei segnali aleatori (TLC)	338
01CTQ	Teoria dei segnali determinati (ELN)	339
01CTR	Teoria dei segnali determinati (TLC)	340
01CUA	Teoria dei sistemi meccanici	341
01CUD	Teoria dell'automazione industriale	342
01CUP	Teoria e metodi dell'approssimazione e del filtraggio	343
01CVQ	Termodinamica applicata	344
01CXJ	Trasmissione numerica su canali "reali"	345
01CXK	Trasmissione sul canale radiomobile	346
01CXL	Trasmissioni analogiche e PCM	347
01CXM	Trasmissioni numeriche e compressione dati	348